EVALUAR LA SALUD AMBIENTAL EN ZONAS GANADERAS DE VERACRUZ Y CHIAPAS UTILIZANDO COMO INDICADORES A LOS ESCARABAJOS ESTERCOLEROS Y LA DIVERSIDAD VEGETAL

CONVENIO FMCN- NO. 0-24-5-20-0163

RESPONSABLE

DR. GONZALO HALFFTER SALAS

INVESTIGADOR EMÉRITO

INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C.

XALAPA, VERACRUZ

CORRECCIONES FINALES, JUNIO 2021

RESPONSABLE

Dr. Gonzalo Halffter Salas

PARTICIPANTES

Dra. Magdalena Cruz Rosales

Dr. Gonzalo Castillo-Campos

Dra. Lucrecia Arellano Gámez

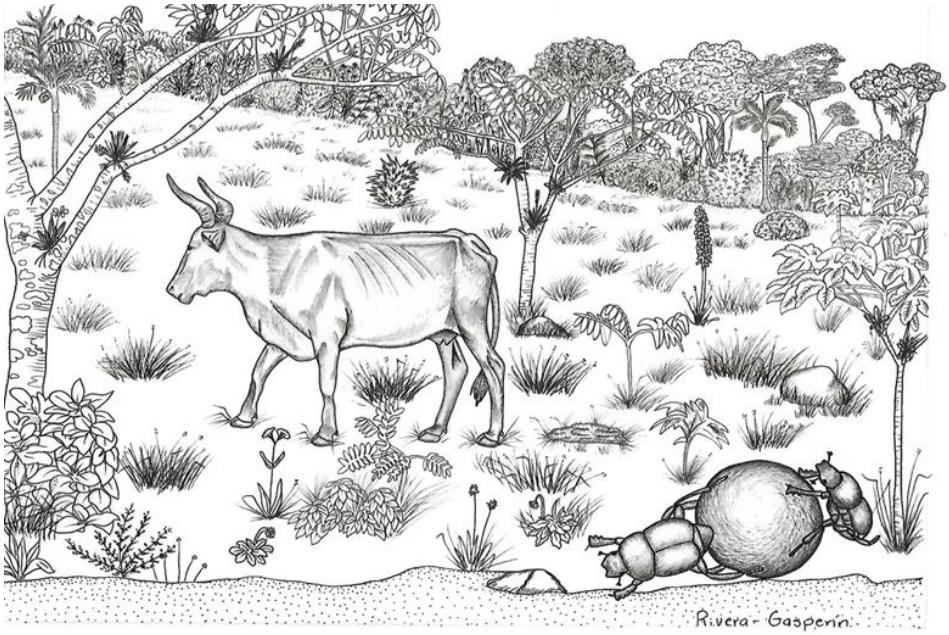
M. en C. Ricardo Madrigal Chavero

Biól. Fernando Escobar Hernández

Dr. Jorge León Cortés (ECOSUR)

Biol. María Elena Medina Abreo

Dr. José Víctor Peralta Moctezuma



RESUMEN EJECUTIVO REPORTE FINAL

En este documento se presenta un breve marco histórico y general de las características actuales de la ganadería en los estados de Veracruz y Chiapas, que son el primero y tercer lugar en número de cabezas de ganado bovino a nivel nacional. Lo que permite poner de manifiesto las causas de los efectos adversos observados al ambiente y a la biodiversidad en ambos estados, derivado de la actividad ganadera extensiva. Esta situación requiere establecer cambios en las prácticas tradicionales extensionistas, por otras más amigables con el ambiente, en las que se incluya la reintroducción de mayor diversidad vegetal, en especial con arbolados, por sus ventajas ambientales, productivas y económicas. Entre la cual destaca el sistema silvopastoril, con sus variantes agrosilvopastoriles de manejo racional y regenerativo. Como se ilustra con los ejemplos de sistemas silvopastroriles y otros modelos en ambos estados.

Para poder evaluar la condición actual de “salud ambiental” de un sitio, es necesario utilizar diversos indicadores biológicos que permitan monitorear y comparar la situación antes y después de hacer cambios en las prácticas ganaderas, más amigables con el ambiente y la biodiversidad de zonas ganaderas. Existen otros indicadores productivos y sociales que complementarían el diagnóstico y monitoreo total, pero son evaluados con otros métodos que no se verán en este documento.

Entre los bio-indicadores fáciles de observar y que pueden ser útiles y de interés para los ganaderos, están los escarabajos estercoleros y la vegetación, pues son accesibles para monitorear en el tiempo, cuyo incremento en diversidad se relaciona con una mejor salud ambiental. Así también, su reducción se relaciona como respuesta a las perturbaciones ambientales de la zona, sean por contaminantes químicos (fertilizantes, desparasitantes, insecticidas, herbicidas, etc.), erosión, clima y sobre todo deforestación, entre otros factores.

Ambos grupos biológicos están relacionados directamente con la salud del suelo y con el éxito en la producción de forrajes, basada en los recursos locales, así como de otros servicios ecosistémicos. Por ejemplo, los escarabajos estercoleros con su actividad reciclan el estiércol, remueven y reintegran nutrientes al suelo, controlan parásitos y moscas que afectan al ganado, etc. Pero esa actividad depende del número de especies de escarabajos estercoleros que se encuentren en la zona, siendo muy reducido el número conforme el ecosistema se reduce a monocultivos y poca variedad de plantas nativas, típico de zonas ganaderas extensivas. En cuanto a los beneficios de una mayor diversidad vegetal, destacan el aprovechamiento de otras especies forrajeras, o plantas de usos múltiples que aporten otros productos y servicios, como frutas, medicinas, sombra, refugio para la fauna, además de belleza escénica, entre otros muchos más.

Mediante el monitoreo de la diversidad de escarabajos estercoleros y de las plantas en zonas ganaderas, se pueden establecer los cambios a diferente tiempo de cada uno, a fin de observar si aplicando cambios en las practicas ganaderas tradicionales, por otras más amigables con el ambiente, como el sistema silvopastoril, se incrementa el número de especies e individuos en la zona, como resultado de un ambiente más saludable. Asimismo, la información generada en los monitoreos puede servir como base para la toma de decisiones (familias ganaderas, organizaciones no gubernamentales, conservacionistas, e instituciones gubernamentales o no gubernamentales) y para el desarrollo de estrategias efectivas para una transición paulatina hacia una ganadería regenerativa y multifuncional.

Como productos de este proyecto de monitoreo se presenta, en primer término, la metodología para la colecta, identificación y procesamiento de datos, así como para el análisis de la biodiversidad de escarabajos estercoleros con base en su abundancia y riqueza de especies. Como anexos, se incluyen también listas de especies, fotos para facilitar su identificación, fichas técnicas de varias

especies comunes y clave taxonómica para identificar a las principales especies presentes en Chiapas y Veracruz.

Un segundo producto es la metodología para la colecta de plantas, determinación de su cobertura, manejo del material colectado e identificación de diversas especies importantes en zonas ganaderas, incluyendo los análisis correspondientes para definir la biodiversidad vegetal considerando a los árboles, arbustos, hierbas y bejucos de dichas zonas, así como el grado de perturbación de la zona. Como anexos se presentas la lista de especies más representativas y de interés por su utilidad en las actividades ganaderas, así como fotos de las especies observadas en sistemas silvopastoriles en cada estado y las características particulares de las plantas más reconocidas por sus cualidades como forrajeras.

Finalmente se anexan dos capítulos que presentan estudios de caso, con datos de estudios realizados en la región de Los Tuxtlas, Veracruz y de Palenque, Chiapas, sobre la diversidad de los escarabajos estercoleros y sus cambios en el tiempo conforme han incrementado las zonas ganaderas. Son ejemplos de que las zonas más arboladas, son las que contienen mayor diversidad y por lo tanto son ambientalmente más saludables, lo que se busca al fomentar la reforestación en zonas ganaderas.

ESCARABAJOS ESTERCOLEROS Y VEGETACIÓN: INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y DE SALUD AMBIENTAL EN ZONAS GANADERAS EN VERACRUZ Y CHIAPAS

CONTENIDO GENERAL

I.	Introducción general	8
II.	Veracruz y su ganadería	22
III.	Chiapas y su ganadería	43
IV.	Sistemas Silvopastoriles, una alternativa ambientalmente amigable	60
V.	Escarabajos estercoleros indicadores de la salud de zonas ganaderas	92
VI.	Vegetación como indicadora de la salud de zonas ganaderas	149
VII.	Estudios de caso: Los Tuxtlas	183
VIII.	Estudio de caso: Palenque	203
IX.	Anexos	

- **A.** Clave para determinar especies de Scarabaeinae
- **B.** Lista de especies de Scarabaeinae de Veracruz y Chiapas
- **C.** Catalogo ilustrado de Scarabaeinae de Veracruz y Chiapas
- **D.** Fichas técnicas de especies de Scarabaeinae
- **E.** Lista y catálogo ilustrado de plantas de zonas ganaderas
- **F.** Fichas técnicas de plantas forrajeras

I. Introducción general

Contenido

BREVE HISTORIA DE LA GANADERÍA Y REFLEXIONES 11

INICIO DE LA GANADERÍA 11

LA GANADERÍA EN EL SURESTE Y SU EVOLUCIÓN RECIENTE 16

REFERENCIAS 20

I. Introducción general

LUCRECIA ARELLANO

JORGE LEÓN CORTÉS

MAGDALENA CRUZ

Actualmente la población humana necesita que los sistemas de producción agropecuarios produzcan mayor cantidad de alimentos, en el menor tiempo posible, y a la vez conserven los recursos naturales. Existe un desequilibrio entre crecimiento poblacional, producción y aumento del consumo de productos agroalimentarios (FAO, 2017), lo que genera mayor presión sobre los recursos naturales, y promueve la deforestación al establecer sistemas agrícolas de monocultivo y sistemas ganaderos con alto uso de insumos externos, generando pérdida de biodiversidad, ruptura de ciclos hídricos, contaminación por agroquímicos de suelos y agua, de los alimentos de origen animal y vegetal, mayor emisión de gases efecto invernadero, cambio climático y calentamiento global (Rodríguez-Moreno *et al*. 2020). En este escenario, es difícil lograr sostenibilidad en los sistemas de producción agropecuaria, y a la vez satisfacer la demanda social. Esta situación conduce a la reducción simultánea de la productividad y servicios ecosistémicos.

La ganadería es una actividad económica de importancia global, se desarrolla en 30% de la superficie terrestre (3,900 Millones de has) (Bautista Hernández *et al.* 2020). La producción de bovinos se concentra en tres regiones (89%), según la base de datos FAOSTAT en el año 2017, donde, el continente americano es el principal productor mundial al acaparar el 35%.

La ganadería representa el 40% del producto interno bruto agrícola a nivel mundial, emplea 1.30 millones de personas y crea medios de subsistencia para

mil millones de personas de escasos recursos; asimismo, los productos ganaderos aportan un tercio de la proteína ingerida por la humanidad (Palma, 2014).

Actualmente las poblaciones con ingresos crecientes demandan productos pecuarios; por ello, se considera que la producción mundial de carne y leche, será más del doble desde el período 1999-2001 al 2050, con la premisa de mayor volumen y menor impacto ambiental (FAO, 2017). Las actividades ganaderas, sin embargo, han traído consigo impactos de gran envergadura a la salud de la población y de los ecosistemas, atribuidos a las altas existencias de cabezas de ganado en el mundo y a las grandes extensiones de tierras dedicadas a ese uso de suelo, aunque un elemento muy importante para analizar los impactos de esta actividad son los sistemas de pastoreo y las prácticas de manejo que se realizan en los ranchos ganaderos. Destaca el sistema intensivo (500 mil millones de has) y extensivo (3,400 millones de has) con una competitividad y productividad media o baja (Bautista-Hernández *et al.* 2020).

México es un país megadiverso, que atraviesa por graves problemas ambientales; entre ellos, una alta tasa de deforestación, erosión hídrica y eólica, contaminación de mantos acuíferos, entre otros (Palma, 2014), generados principalmente por los cambios en el uso del suelo. La ganadería se puede considerar como una de las actividades económicas más importantes en nuestro país debido a la superficie que ocupa (109.8 millones de ha, >50% del territorio nacional), a la cantidad de personas que desarrollan sus actividades dentro de este medio (938,216 personas se dedican a la alimentación y cuidado del hato ganadero) (SIAP, 2019a, b, c, d; SADER 2020), a la inversión del capital que se requiere para su desarrollo, a los productos que genera (1,820,547 toneladas de carne y 12,008,239 miles de litros de leche, al año) (SADER-SIAP, 2019d) y a los impactos ambientales que, con o sin razón se le adjudican.

Los sistemas de producción ganadera existentes en México, van desde los más altamente tecnificados e integrados, hasta los de traspatio o de autoconsumo. De igual manera, en las unidades ganaderas se destaca una gran diversidad de prácticas productivas, desde los monocultivos con manejo

extensivo, hasta la vegetación secundaria de bosque manejada para pastoreo (Fig. 1). Entre los estados más importantes, por orden de importancia, en la cantidad de cabezas de bovino se encuentran: Veracruz, Jalisco, Chiapas, Chihuahua y Tabasco.

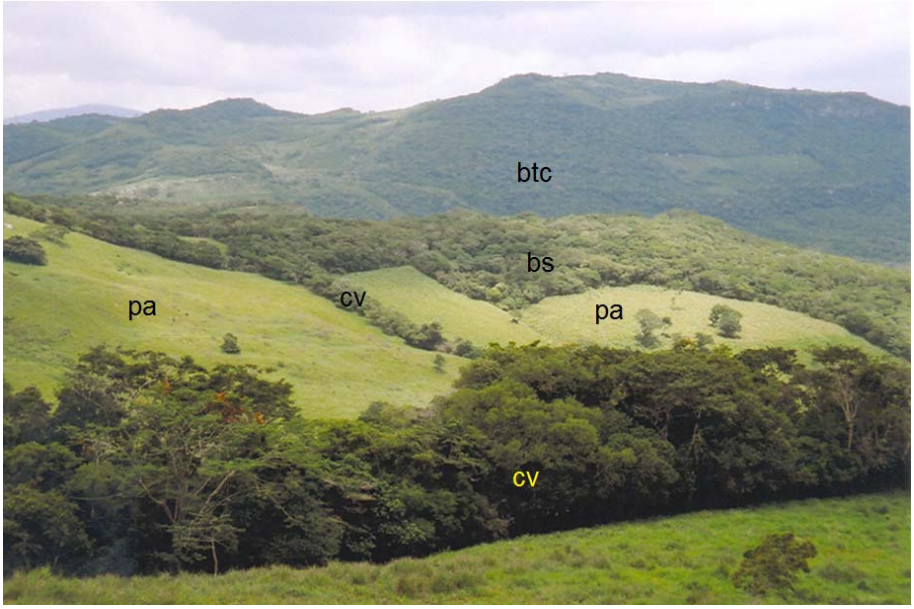


Figura 1. Paisaje ganadero en San Fernando, Chiapas donde se muestra la presencia de potreros con y sin árboles (pa), cercos vivos (cv), bosque secundario (bs) y bosque tropical caducifolio (btc) (Foto L. Arellano).

En nuestro país se crían 34.8 millones de bovinos. La exportación de carne de bovino y de ganado en pie ocupan el 6° y 8° lugar en importancia de productos agropecuarios de exportación. A su vez, las exportaciones de estos dos productos ubican a México en 13° y 4° lugar en ranking mundial (SIAP, 2019).

Los sistemas de producción agropecuarios son dinámicos y complejos, ya que son cambian y experimentan desequilibrios a través del tiempo, como resultado de nuevas interacciones entre sus componentes. Por lo anterior, el comportamiento actual de los sistemas ganaderos en México es el resultado de un complejo proceso histórico de interacciones entre factores físicos, biológicos y socioeconómicos, con tensiones adaptativas entre sociedad y naturaleza, así como, producción y servicios ecosistémicos (Bernués *et al.* 2019).

Breve historia de la Ganadería y reflexiones

Inicio de la ganadería

La ganadería en México inició en el actual estado de Veracruz, fundado en 1519 como La Villa Rica de la Vera Cruz, en las tierras bajas del Golfo de México. A la llegada de los españoles en la época colonial, trajeron consigo los primeros animales en 1520, además de vacas, caballos, mulas, burros, cabras y borregos (Sluyter, 2004). En particular, las reses *Bos taurus*, raza ibérica (Fig. 2), representaban al ganado mayor que se trajeron para obtener su carne y leche, pero principalmente por su piel, pues se podía preparar para enviar a España y el cebo para elaboración de velas (García, 1994).

Figura 2. Ejemplar de *Bos taurus* asilvestrado o "mesteño" captado en la costa de Cuba por Sergio Guevara, 1997.

En 1527 llegan a Pánuco, reses provenientes de Cuba y La Española, desde donde se van a dispersar al norte del país, adaptándose a diversos ambientes. La población de vacas y yeguas se calculaba en casi 150,000 en la zona alrededor del puerto de Veracruz. Pero por la libertad que tenían de andar por todos lados sin restricción (transhumancia), se multiplicaron a tal punto que en 1620 se tenía un estimado de 1,300,000 reses en el centro de la Nueva España y 665,000 en las tierras bajas del Golfo. También en las tierras del sur del Golfo se incrementaron, entre 1568 y 1575 en el Marquesado de Tuztla se contaban entre 25,000 a 30,000 cabezas de ganado cimarrón (Barrera-Bassols, 1996, Sluyter, 2004). García Martínez (1994) cita que François Chevalier ubica el periodo de mayor crecimiento del ganado entre 1538 y 1570.

Se reconocen tres centros de ganaderización en las tierras del Golfo de México: Panuco al norte, los llanos de Almería al centro (hoy las tierras bajas de Misantla, Vega de Alatorre y Nautla), y el Papaloapan al sur (Barrera-Bassols, 1996). Así, se dispersaron y adaptaron en las selvas tropicales húmedas, bosques templados, matorrales, sabanas y climas secos. Su éxito se justifica porque se adaptaron bien al clima, eran resisten a enfermedades y no tenían competencia, ni desplazaron a otras especies, pues el nicho de estos herbívoros estaba disponible (Guevara, 2001).

Por las características de manejo que requerían las reses, no era fácil para los primeros colonos mantenerlos, así que se dispersaron y vagaban libres entre las partes bajas de las costas, selvas tropicales (Fig. 3), hasta las partes altas a pie de montañas, ocasionando algunos daños a los cultivos de los indígenas. Pero en general, por su amplia dispersión y baja carga sin sobrepastoreo (una cabeza por hectárea), no ocasionaban daños aparentes a los ecosistemas. Desde el punto de vista ecológico, contribuyeron a la biodiversidad local, dispersando semillas de frutos y otras plantas, manteniendo la biomasa vegetal (Guevara, 2001).

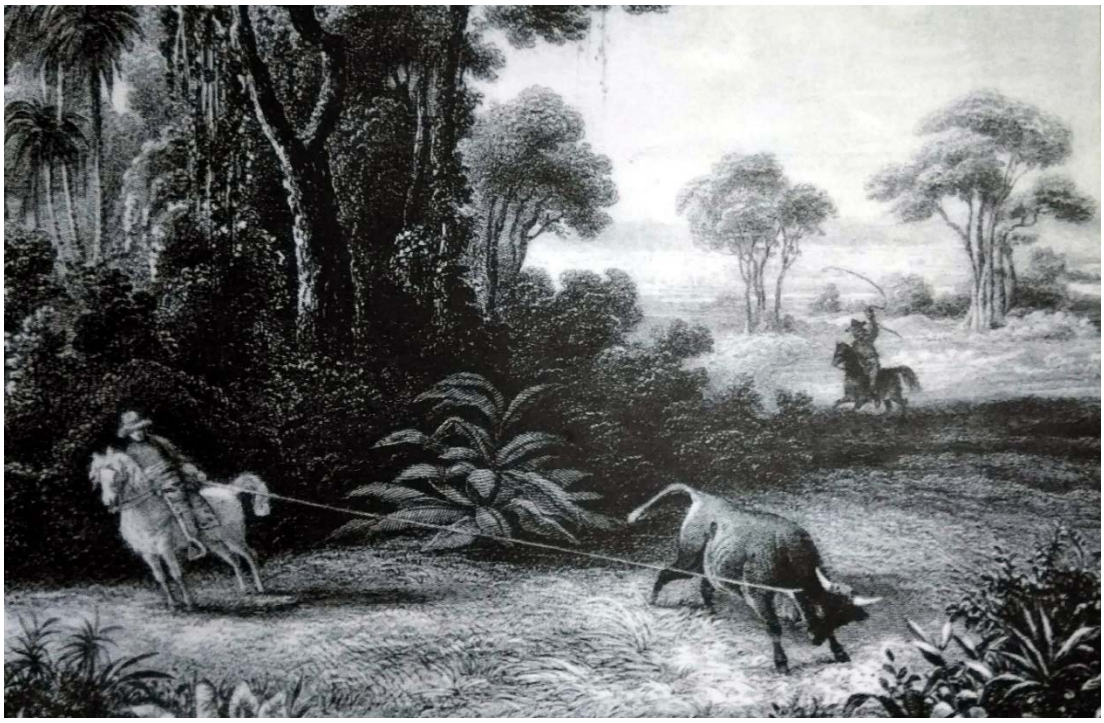


Figura 3. Ilustración de Moritz Rugendas, “The Bull Hunting”, originalmente del libro *Mexico about 1850* de Carl Sartorius, y después portada del libro *Historia ambiental de la ganadería en México*, de Hernández, L. 2001.

En el siglo XVII, el control de los numerosos hatos ganaderos lo tenían unas cuantas familias herederas de los sitios para estancias ganaderas, convertidos en latifundios, por donde se movía al ganado entre las costas y el pie de las montañas. Ejemplo de esto se ilustra con el ganado del General Antonio López de Santa Ana, que iba de la Hacienda Manga de Clavo en la costa, hasta su Hacienda El Lencero a mil metros de altura (Sluyter, 2004).

En esa época se encontraban tres variedades del ganado criollo, que se caracterizaban por ser de tamaño pequeño, con grandes cuernos, bajo peso y baja producción de leche, pero que era la única raza adaptada a los trópicos, desde las tierras bajas hasta los 2000 metros de altitud. Además, eran resistentes a varias enfermedades y a las garrapatas. Una de estas variedades el “chichihua”, se podía mantener más confinado en establos para obtener su leche; los “rodeanos” que estaban más libres, pero limitados por bordes naturales y el ganado salvaje “cimarrón”, “montaráz” o “mesteño”, eran los que vagaban

ampliamente, no tenían dueño, ni estaban marcados pues se reproducían libremente (González-Montagut, 2018).

La guerra de Independencia causó bajas del número de reses. El Gobernador Sebastián Camacho informó en 1831 que Veracruz tenía 305,300 cabezas con 59,211 crías. Después de la independencia las tierras y el ganado que ahí se encontraba se repartieron entre los participantes del movimiento, pero su manejo no cambió (Fig. 4) (González-Montagut, 2018).

Figura 4. Mapa de la Nueva España en 1818, posterior a la Independencia de México. (https://sites.google.com/site/sanchezgutierrezpaolagrisel/summary-3/week-4-1).

Estas prácticas ganaderas estuvieron así por casi 300 años, hasta que a principio del siglo XX, se inició la producción intensiva del ganado en corrales y potrero con pastizales sembrados. Llegaron las razas africanas y asiáticas, junto con la vegetación exótica que las acompañaba y prácticamente desaparecieron las razas españolas (Hernández, 2001).

En cuanto a los pastos africanos se distinguieron el pasto Pará (*Panicum purpurascens*) que se adapta bien a suelos inundables, como las zonas bajas de las costas que se inundan en temporada de lluvia. El pasto Guinea o privilegio

(*Panicum máximum*), por el contrario solo crece en zonas no inundables. Y el pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyum*) se ha extendido en grandes zonas de Veracruz (González-Montagut, 2018).

Buscando, mejorar la producción de carne y leche, se trajeron otras razas a principio del siglo XX, como la suiza, holandesa, Jersey, Hereford y Charolais, pero no resistieron el clima tropical y enfermaron. Después llegó el ganado cebú a Veracruz en 1920, pues aunque el cebú puro producía poca leche, su carne era de mala calidad y mal sabor, eran resistentes a enfermedades, tenían alta capacidad reproductiva, además de mayor peso y buenos para el trabajo en campo. Considerando sus cualidades, se iniciaron las cruzas entre el cebú y otras razas productoras lo que incrementó la actividad ganadera. Se crearon nuevas razas neotropicales, como el cebú con criollo y luego suizo, lo que mejoró la producción de leche, así como la calidad y cantidad de carne (González-Montagut, 2018).

La zona norte de Veracruz enfrentó la entrada de la ganadería, con el desplazamiento de zonas agrícolas y zonas naturales del trópico húmedo. Ortíz-Espejel (1988) reconoce tres etapas de la actividad ganadera en esta zona, la primera cuando aún no se veía un impacto en la actividad agrícola de la zona y corresponde de 1920 a 1940. En la segunda etapa de 1940 a 1970, el proceso de ganaderización se acelera, pero sin afectar la actividad agrícola ni su superficie. En cambio, en la tercera etapa de 1970 a 1984, la extensión de espacios ganaderos se incrementa, sobre todo hacia la zona costera, lo que afectó considerablemente la zona boscosa y superficies de cultivos sobre todo de granos básicos, afectando con ello la autosuficiencia alimentaria en la región.

A nivel nacional la actividad ganadera desde mediados de los años cincuenta hasta los ochenta del siglo veinte, se basaron en la alimentación del ganado con pastos naturales, favoreciendo el desmonte de grandes terrenos y la ganadería extensiva, lo que ha llevado al sobrepastoreo y uso desmesurado de los recursos naturales (Chauvet, 1997).

La ganadería en el sureste y su evolución reciente

La ganadería en Chiapas se inicia en la época de la colonia (1528) con la fundación de la primera villa de españoles en el valle de Jovel (antes Ciudad Real, hoy San Cristóbal de las Casas) (Fig. 5), siendo en este periodo que principia la introducción de ganado bovino, caballar y ovino a la entidad. El primer ganado que piso tierras chiapanecas fue el criollo, que no eran más que un conjunto heterogéneo de reses ibéricas de cuernos largos, y de capas retintas y berrendas (Quiroz, 2007) las cuales se multiplicaron favorablemente.

Figura 5. Mapa de la Intendencia de Chiapas en 1786 (mapa tomado de Olivera 2008, http://www.scielo.org.mx/pdf/peni/v3n2/v3n2a2.pdf).

Sin embargo, además de un fuerte componente histórico, en el modelado de los paisajes naturales han tenido una gran influencia las políticas y las leyes de cada época. Por ejemplo, durante las primeras décadas del Periodo Independiente (1821-1880) y hasta antes de la revolución, en casi todo el país la ganadería dejo de tener la supremacía lograda durante la Colonia, debido a la desaparición de las haciendas, por la inseguridad y la baja en el consumo interno.

Sin embargo, se destinaron más tierras a la agricultura y a la ganadería, especialmente en los estados del Sureste mexicano debido a que el ganado para tiro, carga, transporte y fuerza motriz era muy importante y sus precios de venta eran muy superiores a los de las demás especies (López, 1977), motivando con ello la praderización.

En las primeras décadas de 1900 se produjo un gran impacto en todas las ramas de la economía, siendo la ganadería una de las más afectadas pues los animales productores de carne fueron sacrificados para alimento de los combatientes y los de trabajo murieron en gran número en las batallas. Los gobiernos surgidos de la Revolución, sin embargo, destinaron muchos recursos para mitigar las carencias y el reparto agrario permitió el aprovechamiento más intenso de la tierra. Los avances en la investigación agrícola (semillas mejoradas, mecanización, fertilizantes, plaguicidas) influyeron en elevar los rendimientos e ingresos sobre todo en las regiones Norte, Pacífico y Centro; mientras que en el sureste la abundante fuerza de trabajo favoreció la poca tecnificación. Durante el cardenismo el desarrollo de la ganadería fue estimulado por el crecimiento de la población urbana y por el aumento de sus ingresos económicos en todo el país y se introdujeron razas de tipo cebú al estado.

Por su parte Chauvet (1997) señala que es a partir de los años cincuenta del siglo XX cuando la ganadería bovina experimentó un fuerte crecimiento, ocupando grandes extensiones de tierra sobre todo en las áreas tropicales, el trópico ofrecía tierras fértiles que requerían una mínima inversión tanto en su adquisición como en la implantación de praderas ya que por lo general eran pastos naturales.

En el periodo comprendido de 1970 a 1983 se observa un proceso de consolidación de la gran expansión ganadera sobre todo en el trópico mexicano. En la década de 1970 se produjo una rápida expansión de áreas abiertas y una disminución continua de la vegetación original en todo nuestro país, favorecida por el Programa Nacional de Ganaderización y por los Programas de Inversiones Públicas para el Desarrollo Rural (PIDER´s). Uno de los programas más

importantes en el proceso de praderización estatal fue el Programa Nacional de Desmontes (PRONADE) creado en 1972, cuyo objetivo era desmontar más de 24 millones y medio de hectáreas en todo el país para disminuir la presión demográfica del centro del país y continuar con el reparto agrario. No se consideraba que las áreas forestales tuvieran alguna utilidad económica.

Se instrumentaron entonces los fideicomisos ganaderos y los créditos privados para ganadería con el apoyo financiero otorgado por el Fideicomiso Ejidal Ganadero. Se favoreció entonces la adquisición de reses y muchos agricultores cambiaron su actividad a la ganadería doble propósito, que les aseguraba ingresos constantes mediante la ordeña diaria y venta de ganado en pie, lo que convirtió a la ganadería en su principal medio de subsistencia.

A partir de 1982, el gobierno mexicano decide aceptar las sugerencias de las instituciones financieras internacionales, como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, entre otros, adoptando una serie de medidas económicas que supuestamente le posibilitarían superar problemas tales como una inflación descontrolada y una deuda externa cada día mayor, además de la perspectiva de ingresar al bloque de países desarrollados. Las nuevas políticas económicas planteadas por el Estado, fueron eliminando en forma paulatina el marco con que el sector se había desarrollado: subsidios, créditos accesibles, asistencia técnica, entre otros. Esto provocó el encarecimiento de las materias primas necesarias para el desarrollo de las actividades productivas, al mismo tiempo, la falta de recursos económicos limitó y en algunos casos volvió incosteable la adquisición de tecnología para hacer eficiente la explotación; el resultado en la región Sur-Sureste del país, ha sido que se tenga un campo empobrecido, que las explotaciones sean ineficientes, con el resultado de que los costos de producción sean tan altos, que los productos importados tengan precios más bajos y en muchos de los casos sean de mejor calidad, siendo el efecto más preocupante el abandono de tierras productivas y la constante migración del campo a la ciudad. En 1983 desapareció el PRONADE.

Entre 1987 y 1993 la praderización de las tierras ejidales fue beneficiada por los programas de modernización de la ganadería promovidos por el ejecutivo federal (PRONASOL en su modalidad de Crédito a la Palabra) y el ejecutivo estatal (Programa Estatal de Solidaridad). En 1995 se creó el programa ALCAMPO que entre 1996 y 2007 subsidió rubros agropecuarios como el desmonte de vegetación natural para el manejo e introducción de praderas ganaderas. El argumento de que los árboles eran indeseables en tierras de pastoreo porque reducían la superficie forrajera, base de la alimentación animal, estaba en la mente de muchos ganaderos y aún lo está, y hasta entre algunos técnicos, funcionarios públicos y académicos de otras disciplinas.

Durante la transición del gobierno de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) y Ernesto Zedillo (1994-2000) se impulsaron políticas para frenar y revertir el daño ocasionado en los paisajes naturales por las actividades productivas. A fines de 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), encargada de coordinar la administración y fomentar el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y la protección del medio ambiente, asumiendo las atribuciones de regulación ambiental que tenía la SEDUE, SARH, y la Secretaría de Pesca.

En el caso específico de Chiapas, Villafuerte y García (2006) señalan que la cancelación del reparto agrario derivó en descontentos y tomas de tierras en toda la geografía chiapaneca, siendo el periodo de mayor intensidad durante el periodo 1994–1997, además la reducción de los subsidios generalizados en el campo y el cambio de subsidios indirectos a directos, llevó a una recomposición de las áreas productivas, provocando una disminución progresiva de la producción por unidad de superficie. Por otra parte, el levantamiento armado del Ejercito Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) en 1994, generó una serie de conflictos entre campesinos y propietarios rurales que impactó negativamente en las inversiones tanto en la agricultura como en la ganadería, y provocó el desplazamiento de importantes grupos de población campesina.

Por otra parte, en 1994 PRONASOL derivó en el Programa de Apoyo Directo al Campo (PROCAMPO) y se amplió después al PROGAN. En 1995 se creó el programa ALCAMPO que entre 1996 y 2007 subsidió rubros agropecuarios como el desmonte de vegetación natural para el manejo e introducción de praderas ganaderas. Asimismo, ha existido oferta de créditos y subsidios gubernamentales para esta actividad (Kolb y Galicia, 2018).

A partir de 2008 PROGAN quedó incluido en el Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria. Ambos operados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). El PROGAN se creó para contribuir en la reforestación de los agostaderos y en la conservación del suelo en tierras con problemas de sobrepastoreo. Sin embargo, por las severas condiciones socioeconómicas de un alto número de ganaderos y debido al monitoreo poco eficiente de los predios beneficiados por este programa, su impacto en el estado no fue el esperado.

A pesar de todo lo anterior, durante este milenio, intervenciones de las organizaciones de la sociedad civil, de la academia y de diversos actores en Chiapas, han estado apoyando la transición de una ganadería extensiva hacia sistemas productivos regenerativos y más sustentables.

Referencias

Barrera-Bassols, N. 1996. Los orígenes de la ganadería en México. *Ciencias* 44: 14-27

Bautista Hernández, M. Á., Bonales Valencia, J., & Val Arreola, D. 2020. Dinámicas en la cadena de bovinos productores de carne mexicana en el siglo XXI. In: Factores Críticos y Estratégicos en la interacción Territorial: Desafíos actuales y escenarios futuros. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, Ciudad de México.

Bernués, A., Alfnes, F., Clemetsen, M., Olav Eik, L., Faccioni, G., Ramanzin, M., Ripoll-Bosch, R., Rodríguez-Ortega, T., Sturaro, E. 2019. Exploring social preferences for ecosystem services of multifunctional agriculture across policy scenarios. *Ecosystem Services*, 39:101- 102.

Chauvet, M. 1997. *La ganadería Mexicana frente al fin de siglo.* Meeting of the Latin American Studies Association, Guadalajara, México, 17-19 Abril 1997.

FAO. 2017. *Livestock solutions for climate change.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 8 p.

FAOSTAT 2017. http://www.fao.org/faostat/es/

García Martínez, B. 1994. Los primeros pasos del ganado en México. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad.* Pp. 11-44. https://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/059/BernardoGarciaMartinez.pdf

González-Montagut, R. 2018. La expansión de la ganadería en Veracruz. Pp. 139-161. In: Halffter, Cruz y Huerta (Comp.) *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. Instituto de Ecología, A.C.

Guevara, S. 2001. Presentación. Pg-1-5. In: Hernández, L. (Comp.) *Historia Ambiental de la ganadería en México.* Instituto de Ecología, A. C.

Hernández, L. (Comp.) 2001. Presentación. Pp. 1-5. In: Hernández, L. (Comp.) *Historia Ambiental de la Ganadería en México.* Instituto de Ecología A.C.

Kolb, M., Galicia L. 2018. Scenarios and Story Lines: Drivers of Land Use Change in Southern Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 20(2): 681-702.

López, D. G. 1977. *Historia de la agricultura y de la ganadería*. Editorial Herrero. México. 394 pp.

Ortíz-Espejel, B. 1988. En el Totonacapan ganadería contra autosuficiencia alimentaria. *Extensión*, 28: 9-12

Palma, G.J.M. 2014. Escenarios de sistemas de producción de carne de bovino en México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(1), 53-62.

Quiroz, V. J. 2007. *Caracterización Genética de los Bovinos Criollos Mexicanos y su relación con otras Poblaciones Bovinas*. Tesis doctoral. Córdova. España.

Rodríguez-Moreno, O. G., Nahed-Toral, J., Guevara-Hernández, F., Alayón-Gamboa, J. A., & Grande-Cano, J. D. 2020. Historia y caracterización técnica y socioeconómica de la ganadería bovina en la Costa de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23, 55.

SADER. 2020. Panorama Agroalimentario 2020 Edición, 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ciudad de México.

SIAP 2019a. Inventario de ganado bovino en México. Disponible: https://www.gob.mx/siap/documentos/población-ganadera-136762

SIAP 2019b. Boletín lechero (octubre-diciembre 2019). Disponible: https://www.gob.mx/siap/prensa/boletin-de-leche-155932.

SIAP 2019c. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Cierre 2019. Ganado en pie. Disponible: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/

SIAP. 2019d. Población bovina por Estado. Disponible en www.siap.gob.mx. 21/08/20

Sluyter, A. 2004. Los orígenes ecológicos y las consecuencias de la ganadería en la Nueva España durante el siglo XVI. Faculty Publication 44. http://digitalcommons.lsu.edu/geoanth_pubs/44.

Villafuerte Solís, D. V., & Aguilar, M. D. C. G. 2006. Crisis rural y migraciones en Chiapas. *Migración y desarrollo*, *6:* 102-130.

II. Veracruz y su ganadería

Contenido

Características fisiográficas 23

Datos generales de la ganadería actual de Veracruz 27

Regionalización 30

Características por región del uso de suelo 32

Sistemas de producción 37

Referencias 41

II. Veracruz y su ganadería

MAGDALENA CRUZ ROSALES

Características fisiográficas

Veracruz se encuentra ubicado al Centro-Este de México, entre las coordenadas 22°28'18" - 17°08'13" de latitud Norte, 93°36'29" - 98°40'54" de longitud oeste. Su capital es Xalapa de Enríquez. Colinda al Norte con Tamaulipas, al Este con el Golfo de México y Tabasco; al Sur con Oaxaca; al Oeste con Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. Cuenta con 720 km de litorales, que representan el 6.4% del total nacional (Fig. 1) (INEGI, 2017).

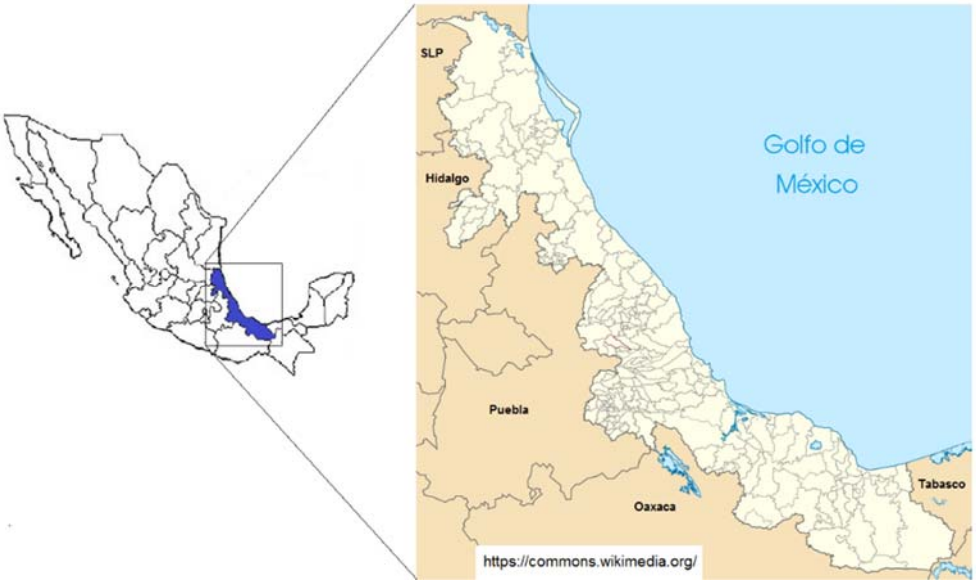


Figura 1. Ubicación del estado de Veracruz en México.

El estado de Veracruz tiene una superficie de 71,826 km2, que representa el 3.7% de la superficie del país. La mayor superficie por su tipo de fisiografía la ocupan las llanuras costeras del Golfo que agrupan el 73% del estado, después el Eje Neovolcánico con 11%, la Sierra Madre Oriental con casi 5% y el resto de las Sierras suman el 10% (Fig. 2a, b) (INEGI, 2017). Abarca desde el nivel del mar hasta los 6500 msnm, representado por los sistemas montañosos, entre los que destaca el Pico de Orizaba por ser el más alto del país con 5,610 m de altitud y el Cofre de Perote con 4,200 msnm (Fig. 2c) (INEGI, 2017).

Veracruz cuenta con numerosos ríos, algunos de los más importantes se ubican al Norte como el Pánuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla y Nautla; al Centro destacan el Actopan, la Antigua y el Jamapa; al Sur están el Papaloapan y Coatzacoalcos. Además de contar con varias lagunas, dos grandes como la de Tamiahua, Alvarado y la de Catemaco (Fig. 2d) (INEGI, 2017).

En cuanto a su clima, el 54% de su territorio presenta clima cálido subhúmedo con lluvias de verano en la extensa zona costera, 26.4% es cálido subhúmedo con lluvias en verano, pero también hay pequeñas zonas templadas húmedas con lluvias en verano, en zonas montañosas (Fig. 3a) (INEGI, 2017).

Los registros de temperaturas promedio de las cuatro estaciones meteorológicas, muestran las variaciones a lo largo de 10 años (2005-2014), de las cuales en las zonas frías a frescas variaron de 6 a 11°C, las templadas entre 9 a 16°C y las muy cálidas entre 17 a 28°C (Fig. 3b). En el caso de la precipitación total anual, los registros del mismo periodo mostraron que el promedio más bajo fue de 620 mm y la mayor de 2170 mm, pero en años secos o muy lluviosos puede variar de 380 a 3443 mm (Fig. 3c) (INEGI, 2017).

En el estado se presenta una menor diversidad vegetal, según la proporción del suelo ocupado, el pastizal ocupa casi 48%, la agricultura el 35%, las selvas apenas el 11%, los bosques el 5% y solo 0.7% vegetación hidrófita y 0.4% la de matorral (Fig. 3d). Algunas de las especies más representativas de las selvas son el palo mulato, guaje, palma real y ceiba. En cuanto a bosques, lo integran el pino, oyamel y encino. El matorral lo integran la palmilla y navajita. La vegetación hidrófita se integra por el manglar, el tular y la hoja blanca. En los pastizales se encuentran diversas variedades de grama nativa y otras exóticas como la estrella africana, pangola y kikuyo. En agricultura destacan cultivos de maíz, caña de azúcar, papaya, mango y naranja (INEGI, 2017).

Veracruz es el tercer estado con mayor Biodiversidad del país. La riqueza de la flora se estima en 34% del registrado a nivel nacional. En cuando a fauna, de los invertebrados, los insectos ocupan el 75% del nacional. Los vertebrados están diferenciados por clases, 23% peces, 28.5% anfibios, 27.4% reptiles, 65% aves y 35.8% mamíferos del total nacional (CONABIO, 2013).

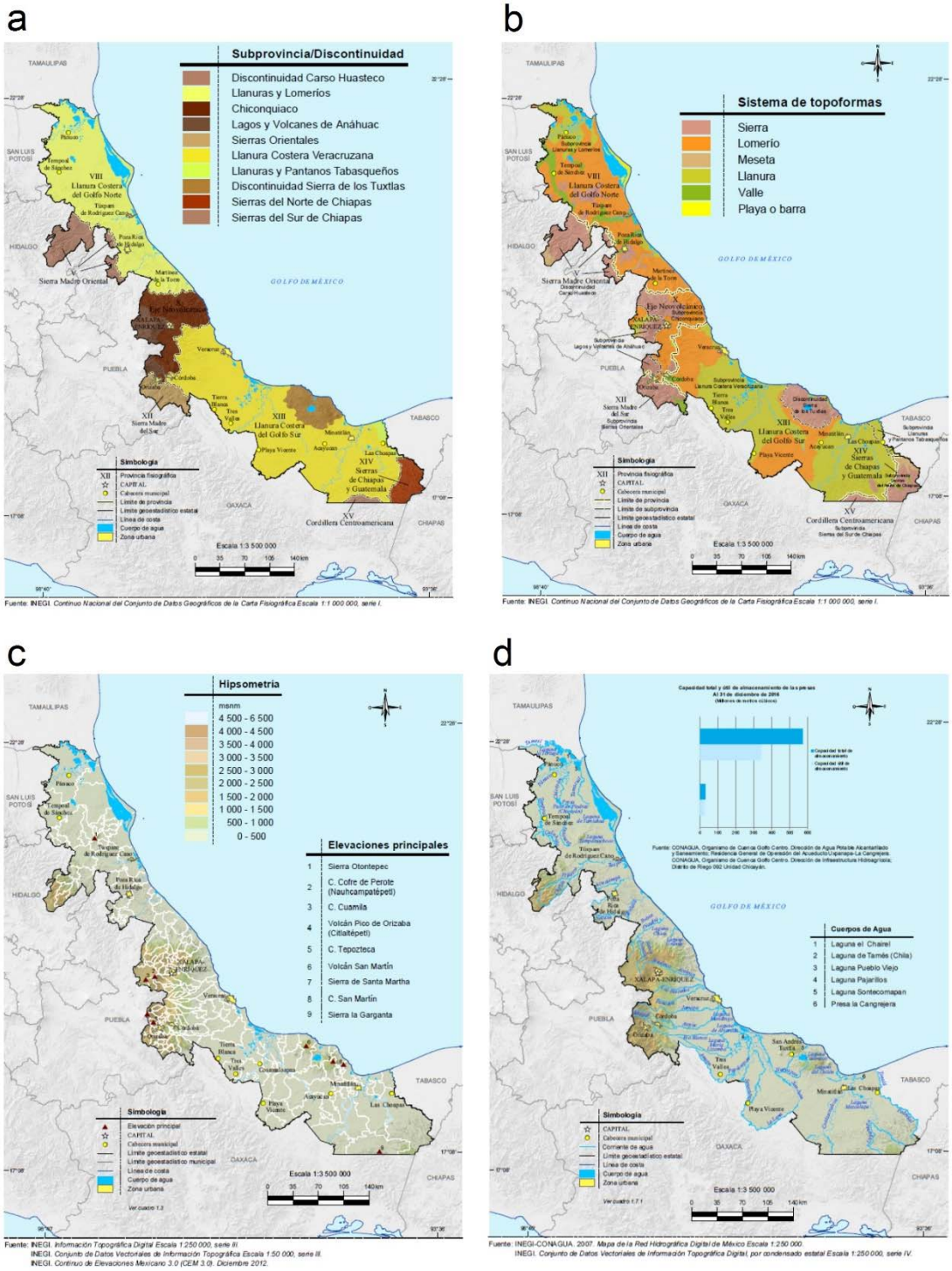


Figura 2. Mapas con la topografía (a), fisiografía (b), orografía (c) y corrientes de agua (d) del estado de Veracruz (INEGI, 2017).

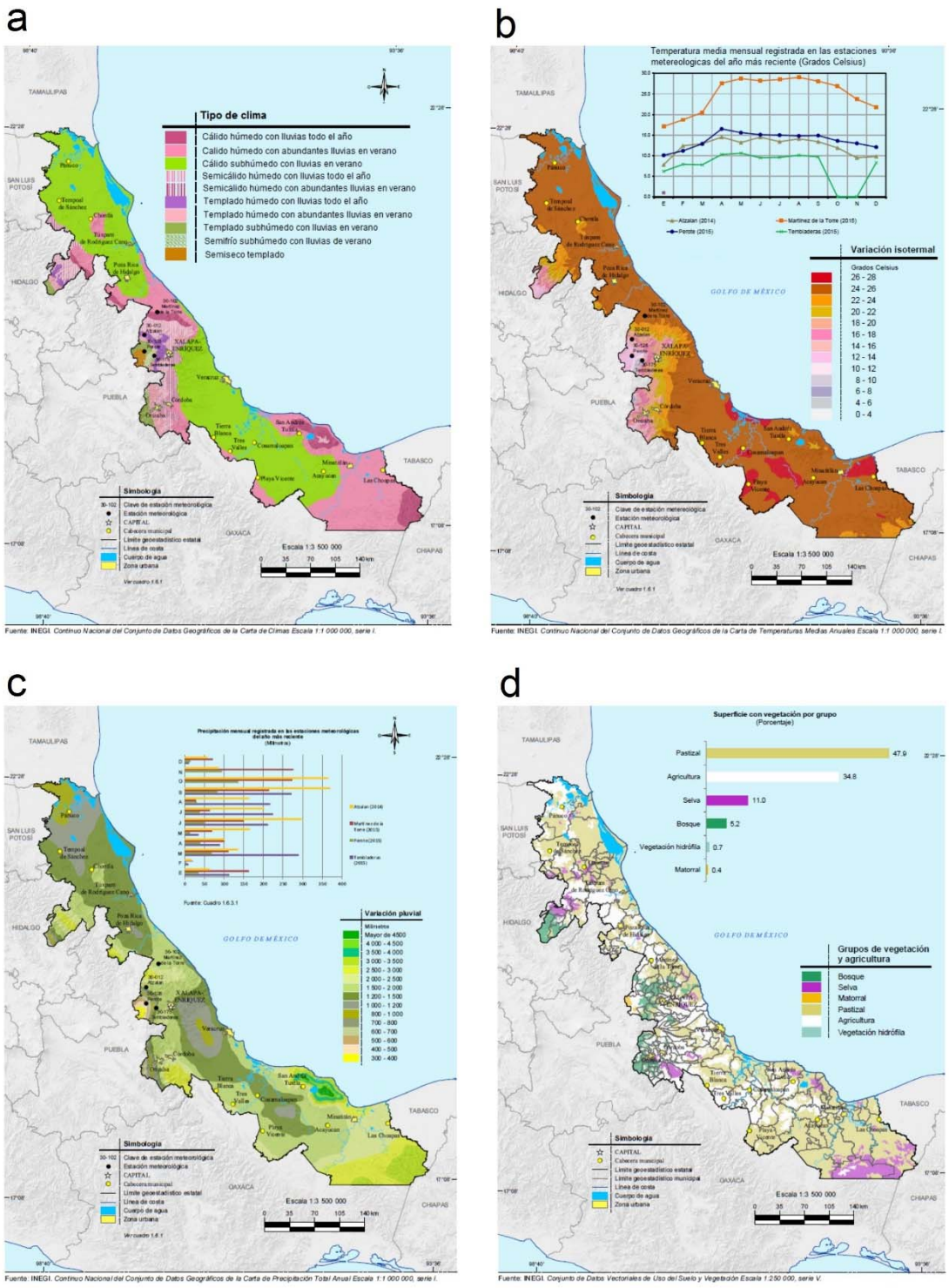


Figura 3. Mapas representativos de la distribución del clima (a), de las temperaturas (b), de las precipitaciones (c) y del tipo de vegetación en el estado de Veracruz (INEGI, 2017).

Datos generales de la ganadería actual de Veracruz

La población de ganado bovino para producción de carne y leche en Veracruz ha tendido una tendencia creciente desde 2010 a 2019, con excepción del año 2012 y 2013 (Fig. 4) (SIAP, 2021). Ahora, considerando los datos del Anuario Estadístico y Geográfico de Veracruz 2017 (INEGI, 2017), pero que presenta datos más completos del 2014, se contaba una existencia de 3,355,902 cabezas de ganado bovino, de los cuales estaban distribuidos según su manejo en 2,208,708 cabezas en libre pastoreo (56.8%), 369,168 cabezas en pastoreo controlado (11%), 396,722 cabezas en corral o establo (11.8%), 329,645 cabezas en corral, establo y pastoreo (9.8%), otro 51,659 (1.5%). Según la distribución por la función zootécnica de esta población, el 32.3% eran vacas para la cría y ordeña, 30.6% eran reses de engorda y el 14.4% vacas solo para cría. Y según la calidad del ganado el 62% eran de cruza entre corrientes con fina, el 23.7% eran corrientes o criollas y solo el 12.7% eran finas o de raza especializada. Datos que no difieren mucho del promedio reportado a nivel nacional en la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2019 (INEGI, 2019).

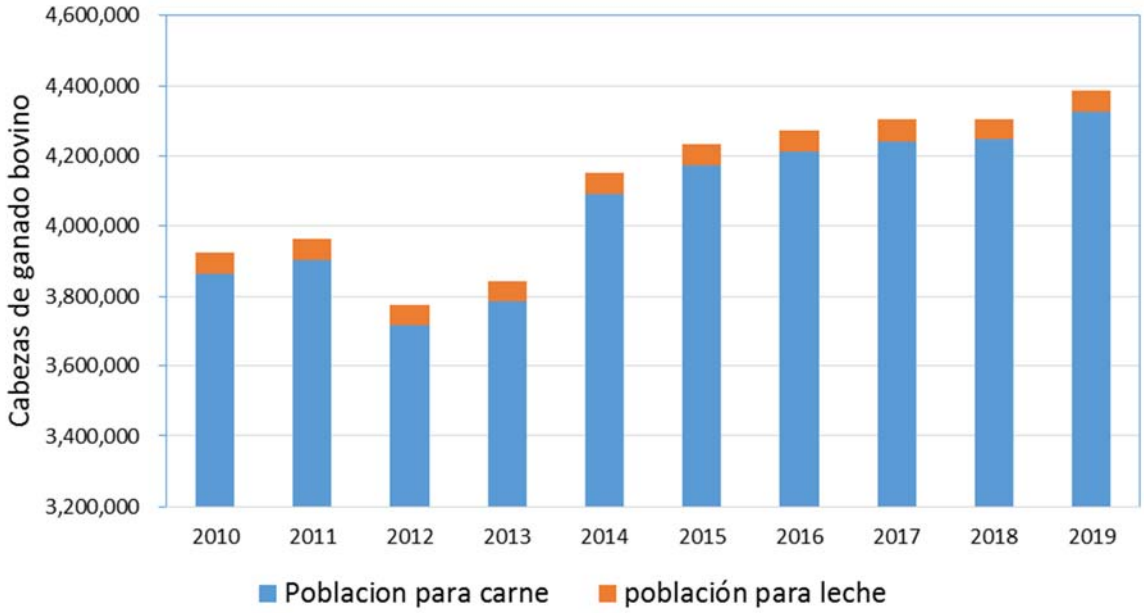


Figura 4. Variación de la población ganadera anual de 2010 a 2019, según su tipo de producción (Elaboración con datos de SIAP, 2019).

La producción pecuaria de Veracruz tuvo una contribución en 2020 de 767,058 miles de litros de leche de bovino y de 268,282 toneladas de carne de bovino en canal, aportando 6.11% y 12.9% a nivel nacional respectivamente. Con lo cual Veracruz se sitúa en el primer lugar nacional como productor de carne en canal y sexto lugar en producción de leche (SIAP, 2021).

Veracruz cuenta con 212 municipios, de los cuales una gran parte tiene actividad agropecuaria. Entre todos aportaron un total de 693,951 miles de litros de leche en 2014, destacando los diez municipios que más contribuyeron con un acumulado de 21.5% del total estatal, entre ellos Minatitlán, Las Choapas, Playa Vicente y Papantla (Cuadro 1) (INEGI, 2015). De 2014 a 2020 la producción incrementó 73,107 miles de litros de leche SIAP, 2021)

Cuadro 1. Los diez municipios que más contribuyen con la producción de leche en Veracruz (INEGI, 2015).

Municipio	Producción (miles de litros)	Participación (%)
Minatitlán	46,791	6.74
Las Choapas	38,086	5.48
Playa Vicente	26,303	3.79
Papantla	24,125	3.47
Jesús Carranza	21,866	3.15
Hidalgotitlán	18,678	2.69
Tuxpan	17,418	2.51
San Juan Evangelista	14,565	2.09
Tihuatlán	13,314	1.91
Castillo de Teayo	13,018	1.87

En relación a la producción de ganado en pie en 2014, la producción estatal fue de 457,181 toneladas. Destacando diez municipios que más contribuyeron con un acumulado de 31.8% del total estatal, entre ellos Las Choapas, Minatitlán y Playa Vicente (Cuadro 2) (INEGI, 2015).

Cuadro 2. Los diez municipios que más contribuyen con la producción de ganado en pie para Veracruz (INEGI, 2015).

Municipio	Producción (tons)	Participación (%)
Las Choapas	32,741	7.29
Minatitlán	27,449	6.11
Playa Vicente	16,880	3.75
Hidalgotitlán	13,905	3.09
San Juan Evangelista	13,006	2.89
Jesús Carranza	11,190	2.49
Ozuluama de Mascareñas	10,929	2.43
Pánuco	10,506	2.34
Tuxpan	10,147	2.26
Chicontepec	8,763	1.95

La producción de ganado en canal estatal en 2014, fue de 243,779 toneladas. Los 10 municipios que más aportaron acumulan el 36.5% del total estatal, destacando nuevamente Las Choapas y Minatitlán, más Jesús Carranza (Cuadro 3). De 2014 a 2020 la producción incrementó 24,503 toneladas (SIAP, 2021).

Cuadro 3. Los diez municipios que más contribuyen con la producción de ganado en canal para Veracruz (INEGI, 2015).

Municipio	Producción (tons)	Participación (%)
Las Choapas	17,543	7.19
Minatitlán	14,644	6.0
Jesús Carranza	11,151	4.57
Playa Vicente	9,085	3.72
San Juan Evangelista	7,586	3.11
Hidalgotitlán	7,416	3.04
Ozuluama de Mascareñas	5,910	2.42
Pánuco	5,681	2.33
Tuxpan	5,287	2.16
Chicontepec	4,737	1.94

Finalmente, cabe mencionar que si se considera la superficie destinada a ganadería por municipio del total de 3,699,227 hectáreas, existen solo cinco que se incluyen en los 10 con mayor participación de la producción y mayor superficie para la ganadería, entre ellos Las Choapas, Jesus Carranza, Minatitlán, Playa Vicente y San Juan Evangelista (Cuadro 4).

Cuadro 4. Los diez municipios que cuentan con la mayor superficie destinada para ganadería para Veracruz (INEGI, 2015).

Municipio	Superficie para ganadería (Ha)	Participación estatal (%)
Minatitlán	220,562	5.96
Ozuluama de Mascareñas	188,651	5.10
Pánuco	173,992	4.70
Las Choapas	156,964	4.24
Playa Vicente	118,095	3.19
Papantla	100,642	2.72
Jesús Carranza	99,089	2.67
Tempoal	93,908	2.53
Tantoyuca	92,408	2.49
San Juan Evangelista	88,853	2.40

Regionalización

El estado de Veracruz está dividido en diez Regiones Socieconómicas, de acuerdo a sus características de diversidad ambiental, social, económica y cultural. Estas regiones son la Huasteca Alta, Huasteca Baja, Totonaca, Nautla, Capital, Las Montañas, Sotavento, Papaloapan, Los Tuxtlas y Olmeca (Fig. 5) (SEFIPLAN, 2020).

De acuerdo a la contribución que tiene cada región a la producción ganadera estatal (Cuadro 5), se observa que el primer lugar lo ocupa la Olmeca, tanto en leche como en ganado en pie y en canal, después para leche están Capital, Papaloapan y Totonaca, en cambio para ganado en pie y en canal, destacan las dos Huastecas y Papaloapan. La mayoría de las regiones mencionadas también cuentan con la mayor superficie para la ganadería. En

todos los casos el último lugar lo ocupa la región de Las Montañas, tal vez por su grado de marginación (SEFIPLAN 2015).

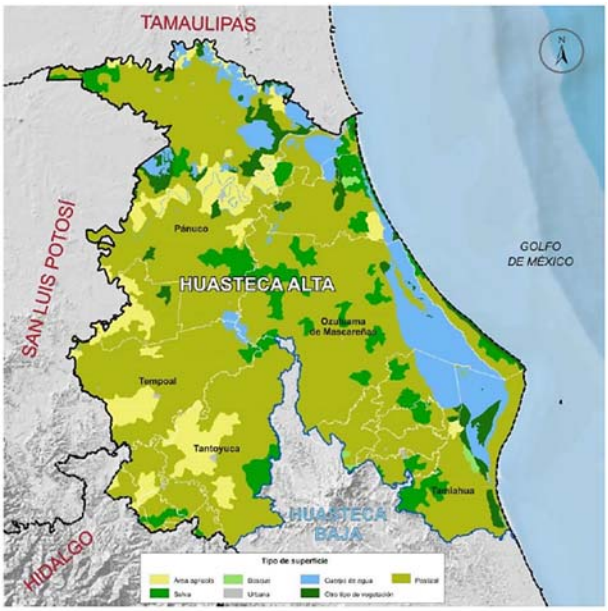
Figura 5. Mapa con la división de Veracruz en diez regiones socioeconómicas (https://tienda.hechoenveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2020/02/Mapa_Veracruz.png).

Cuadro 5. Resumen de la producción ganadera regional de Veracruz y porcentaje de su contribución estatal (Elaborado con datos de INEGI, 2015).

REGIONES	Leche (miles de litros)	Contribución estatal (%)	Ganado en pie (toneladas)	Contribución estatal (%)	Ganado en canal (toneladas)	Contribución estatal (%)
Huasteca Alta	54,972	7.9	60,345	13.4	32,517	13.4
Huasteca Baja	60,805	8.7	54,578	12.1	28,827	11.8
Totonaca	67,056	9.6	25,426	5.6	13,052	5.3
Nautla	46,101	6.6	13,960	3.1	7,188	2.9
Capital	95,459	13.76	18,109	4.0	8,243	3.4
Las Montañas	22,203	3.2	8,745	1.9	4,205	1.7
Sotavento	42,803	6.1	38,042	8.4	19,169	7.9
Papaloapan	81,294	11.7	62,034	13.8	32,392	13.3
Los Tuxtlas	24,417	3.5	17,735	3.9	9,854	4.0
Olmeca	198,817	28.6	149,987	33.4	87,338	35.9

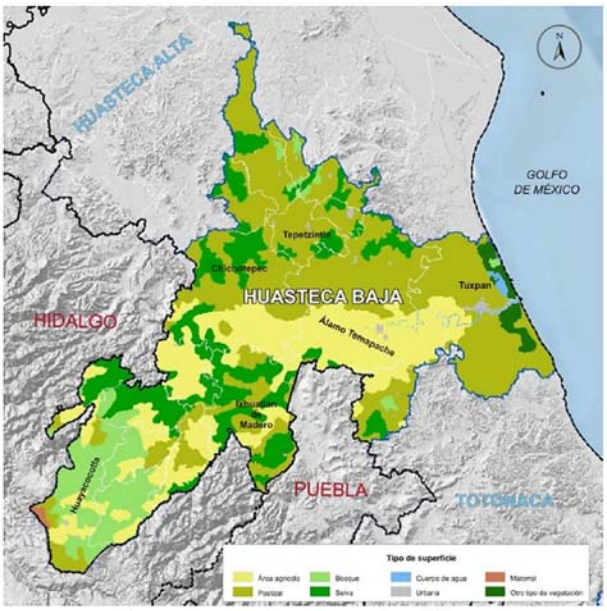
Características por región del uso de suelo

La región Huasteca Alta, cuenta con una superficie de 12,091 km^2, de la cual 7,709.2 km^2 están destinados a ganadería. Ocupa el segundo lugar en extensión, con el 16.8% del territorio estatal y comprende 15 municipios ubicados entre el nivel del mar y los 200 m. El 50.8% de la superficie se destina a cultivo de pastizal y el 20.6% a la agricultura. Una pequeña proporción presenta bosques, selvas, vegetación secundaria y otros tipos de vegetación (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipios que más contribuyen a la producción ganadera son: Ozuluama, Pánuco, Tantoyuca, Tempoal y Tampico Alto (INEGI, 2015).



Uso de suelo y vegetación

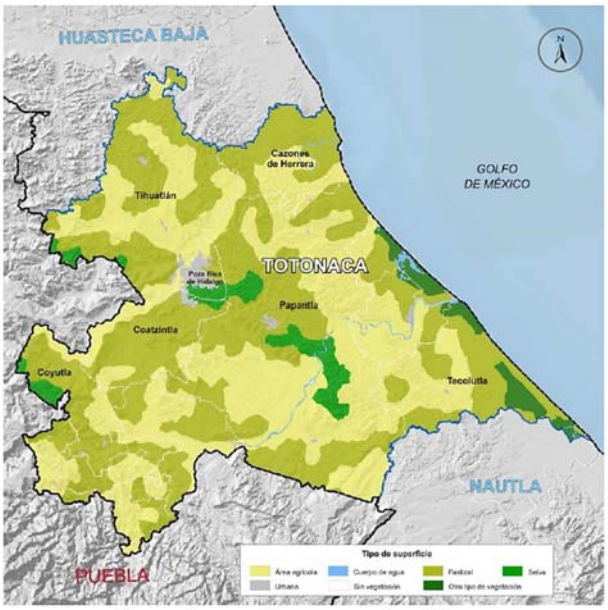
La región Huasteca Baja, cuenta con una superficie de 7,076 km^2, de los cuales 3,684.61 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 9.85% del territorio estatal. Cuenta con 18 municipios, ubicados entre los 10 y 2178 msnm. El 34% de su superficie se destina a pastizal y el 36.6% a la agricultura. El 28.1% presenta diversa vegetación entre bosque, selva, matorral y vegetación secundaria, como manglar y popal (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipios que más aportan a la producción ganadera son: Tuxpan,



Uso de suelo y vegetación

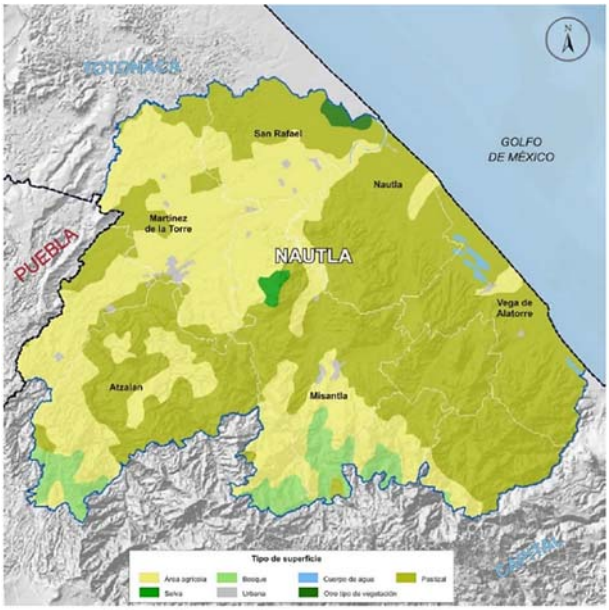
Castillo de Teayo, Chicontepec, Ixhuatlán de Madero y Tlachichilco (INEGI, 2015).

La región Totonaca, cuenta con 4,281 km^2, de los cuales 3,041.92 km^2 se destinan a la ganadería. Ocupa el 6% del territorio estatal. Cuenta con 15 municipios, ubicados entre el nivel del mar y 835 m de altitud. El 33.3% de la superficie se dedica a pastizales cultivados, 55.7% a agricultura y menos del 9% tiene otro tipo de vegetación, como selva, popal y manglar (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipios que más aportan a la producción ganadera son: Papantla, Tihuatlán, Tecolutla, Coatzintla y Gutiérrez Zamora (INEGI, 2015).



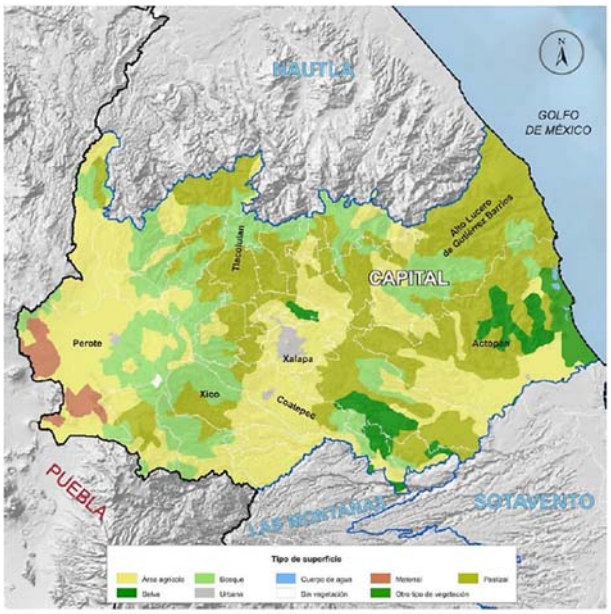
Uso de suelo y vegetación

La región Nautla comprende 3,119 km^2 de los cuales 1,218.9 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 4.3% del territorio estatal, con 11 municipios, ubicados entre 3 y 1658 msnm. 43.6% de la superficie se destina a pastizales, 43.2% a agricultura de temporal y 7.8% a vegetación secundaria con actividades agropecuarias (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipio que más contribuyen a la producción ganadera son: Nautla, Vega de Alatorre, Misantla, San Rafael y Colipa (INEGI, 2015).



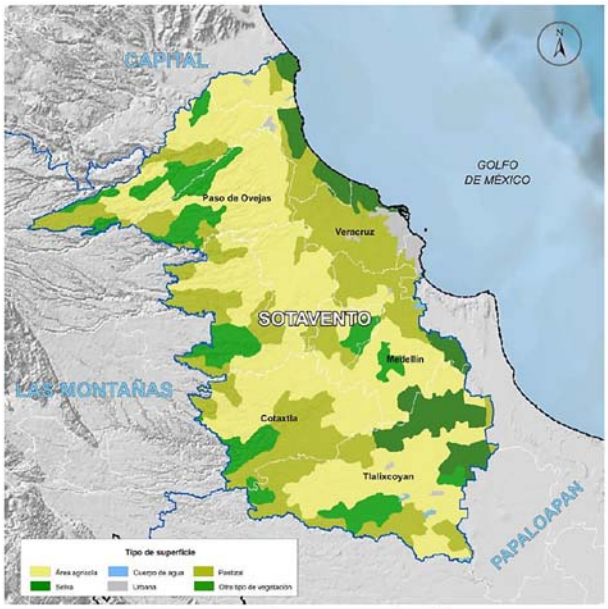
Uso de suelo y vegetación

La región Capital tiene una superficie de 5,327 km^2, de los cuales 2,253.38 km^2 se dedican a la ganadería. Ocupa el 7.4% del territorio estatal. Agrupa 33 municipios, ubicados entre 253 y 2420 msnm. Más del 68.8% se destina a actividades agropecuarias para pastizal y agricultura. Solo 0.1% es área selvática (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipios que más contribuyen a la producción ganadera son: Acajete, Alto Lucero, Actopan, Emiliano Zapata y Naolinco (INEGI, 2015).



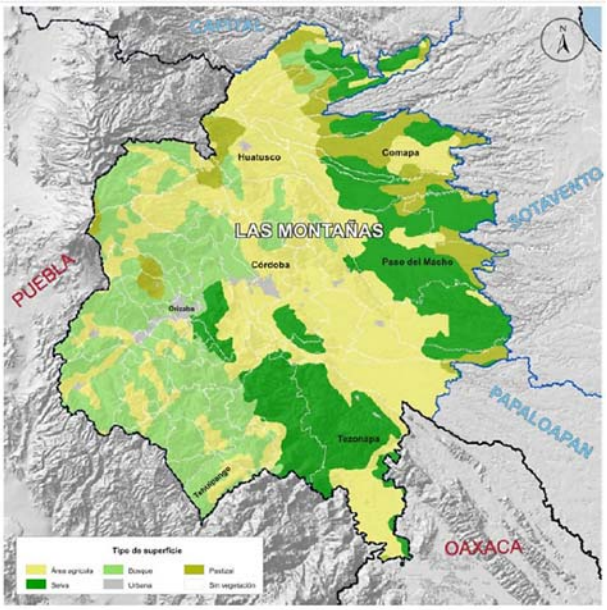
Uso de suelo y vegetación

La región Sotavento cuenta con una superficie de 3,961 km^2, de los cuales 1,628.4 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 5.5% del territorio estatal. Cuenta con 12 municipios, ubicados entre 10 y 103 msnm. 42.6% de la superficie se destina al cultivo de pastizal, 48.9% es de uso agrícola y solo 5.1% es vegetación secundaria con actividades agropecuarias (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipio que más contribuyen a la producción ganadera son: Cotaxtla, Tlalixcoyan, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo y Soledad de Doblado (INEGI, 2015).



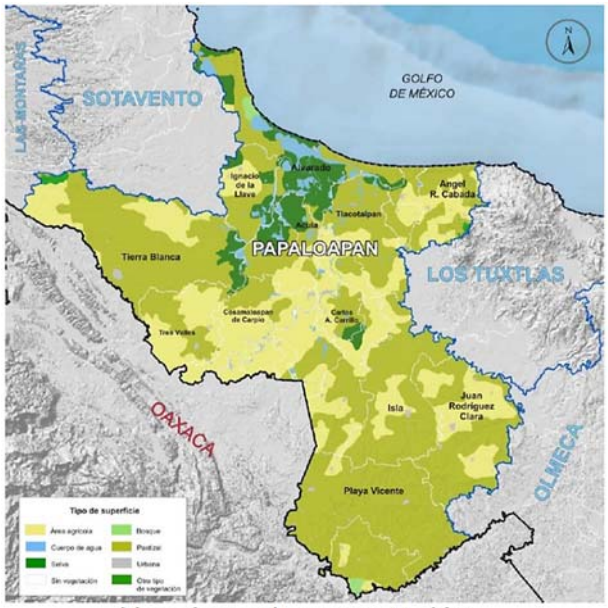
Uso de suelo y vegetación

La región de las Montañas cuenta con una superficie de 6,350 km^2, de los cuales 1,112.05 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 8.8% de la superficie estatal. Agrupa 57 municipios, ubicados entre 189 y 2368 msnm. En cuanto al uso del suelo el 56% es para uso agrícola de temporal, 12% es pastizal cultivado, 21.3% es vegetación secundaria de selva con agricultura, el bosque solo ocupa el 8% (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipio que más contribuyen a la producción ganadera son: Comapa, Camarón de Tejeda, Coscomatepec, Zentla y Cuitlahuac (INEGI, 2015).



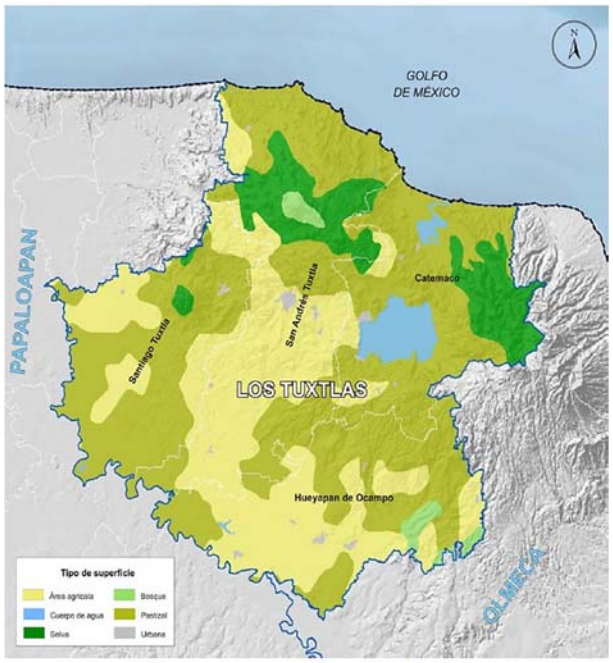
Uso de suelo y vegetación

La región Papaloapan cuenta con una superficie de 10,461 km^2 de los cuales 4,799.76 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 14.6% del territorio estatal. Agrupa a 22 municipios, ubicados entre el nivel de mar y 139 m de altitud. El uso del suelo corresponde 50.5% a cultivo de pastizal, 38.3% a agricultura de temporal, 3.9% a vegetación principalmente hidrófila, como los manglares y solo 0.1% a bosque y selva (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipio que más contribuyen a la producción ganadera son: Playa Vicente, Tierra Blanca, Alvarado, Ignacio de la Llave y Juan Rodríguez Clara (INEGI, 2015).



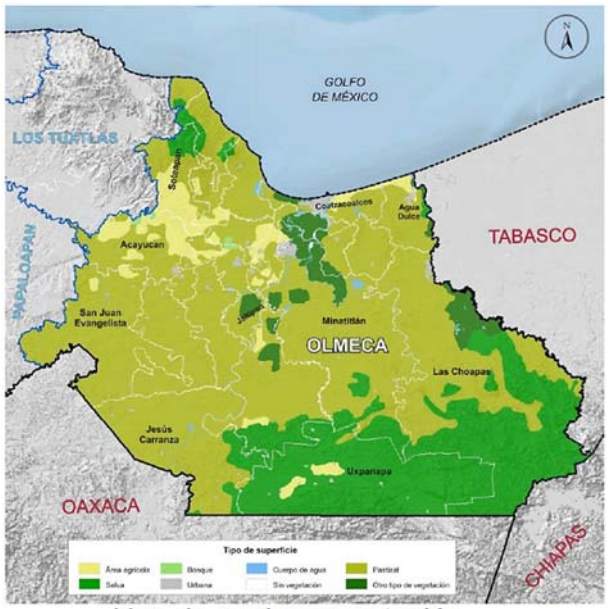
Uso de suelo y vegetación

La región de Los Tuxtlas cuenta con una superficie de 2,947 km^2, de la cual 1,649.44 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 4.1% del territorio estatal. Reune solo a cuatro municipios, ubicados entre 40 y 379 msnm. El uso del suelo corresponde 44.8% a pastizales cultivados para ganadería, 39.2% a agricultura de temporal, 6.1% a selva, 2.8% por cuerpos de agua (SEFIPLAN, 2020). Los cuatro municipio de la región contribuyen a la producción ganadera en el siguiente orden, Hueyapan de Ocampo, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla y Catemaco (INEGI, 2015).



Uso de suelo y vegetación

La región Olmeca cuenta con 16,506 km^2 de los cuales 9,874.67 km^2 se destinan a ganadería. Ocupa el 23% del territorio y tiene 25 municipios, ubicados entre 10 y 469 msnm. El uso del suelo: 63.4% es de pastizal cultivado, 8.2% agrícola de temporal, 6.6% selva, 16.3% vegetación secundaria con pastizal y selva, 3.3% otro tipo de vegetación como manglar, tular, vegetación de dunas costeras y sabana (SEFIPLAN, 2020). Los cinco municipio que más contribuyen a la producción ganadera son: Las Choapas, Minatitlán, Jesús Carranza, Hidalgotitlán y San Juan Evangelista (INEGI, 2015).



Uso de suelo y vegetación

Sistemas de producción

En Veracruz la ganadería predominante es la de pastoreo extensivo o semi-extensivo, basado en monocultivo de pasturas. Entre los pastos se utilizan gramas nativas (*Paspalum* sp., y *Axonopus* sp.) y pastos introducidos como el Privilegio (*Panium máximum*) y Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) entre otros. Es una ganadería de doble propósito para carne y leche, utilizando reces a partir de cruzas cebuinas y *Bos taurus* como el Suizo, Holstein o Simmental. Se mencionan como las razas cebuinas más comunes Brahman, Guzerat y Gyr (Pérez y Lamothe, 2019).

Para la caracterización de los sistemas agropecuarios existen diversos métodos para definir tipologías (Ruiz *et al*. 2020), en particular para la producción ganadera se han tomado en cuenta diversos aspectos entre ellos los tecnológicos, socio-económicos y productivos, con los que se han definido tres principales grupos, los más tradicionales o convencionales, los que están en proceso de tecnificación y los más tecnificados o empresariales (Vilaboa-Arroniz, 2009). A continuación se presentan algunos ejemplos de los tipos de productores definidos mediante estudios en varias regiones de Veracruz.

En 16 municipios de la **Región Huasteca Alta y Baja**, se pueden identificar tres tipos de productores ganaderos (Cuadro 6): los convencionales para pastoreo extensivo (90%), son productores pequeños, con una superficie promedio de 55 ha, 55 unidades animales (UA) por hato, con 20 UA/año vendidos, bajo nivel de ingresos y bajo nivel tecnológico 3.7, que se dedica a la venta de becerros de mediana o al destete; los productores medianos o en transición (8.4%) tienen un promedio de 177 ha de superficie dedicada al pastoreo de 174 UA, tienen mayo ingreso y la alimentación del ganado la combinan con pastores y forrajes en corral, venden 69.9 UA/año al mercado nacional o extranjero, y tienen un índice tecnológico de 5.2; y los productores empresariales (1.6%) son menos, pero cuentan las mayores superficie en promedio 382 ha y 282 UA en su hato, cuentan con mayor recursos y nivel

tecnológico 6.1, se dedican a la engorda para venta de 152 UA/año en mercado nacional o extranjero (Mendez-Cortez *et al.* 2019).

Cuadro 6. Media de las variables principales por tipo de productor en la región Norte de Veracruz (Méndez-Cortez *et al*. 2019).

Variable	TIPOLOGIAS		
	Convencional	**En transición**	**Empresarial**
Edad (años)	58	53	67
Experiencia (años)	22	23	38
Superficie (ha)	55	177	382
Hato ganadero (Nº)	55	174	283
Peso final (kg)	236	296	332
Animales vendidos/año	20	69	152
Ingreso al año (pesos)	191,377.3	878,750	1,800,000
Índice tecnológico	3.7	5.2	6.1

Al centro de Veracruz como ejemplo se tiene al municipio de Paso de Ovejas, de la **Región Sotavento**, la ganadería de doble propósito es la segunda actividad con mayor distribución entre los agroecosistemas. En este caso se tipificaron considerando el flujo energético-económico, de los cuales se presentan tres tipos: el empresarial, que muestra un mejor balance energético-económico pero menor diversidad, pues depende principalmente de la caña de azúcar y se encuentran en la zona de riego. El transicional diversificado, presenta el mayor ingreso total y diversidad agrícola, combinando maíz y ganadería bovina, que tiene en promedio 12 UA por productor. El tradicional que se ubica en zonas de lomerío, presenta bajo balance energético-económico, resultado de la baja productividad del agroecosistema maíz y ganado de pastoreo. En los tres tipos se utiliza al ganado como fuente de ahorro, sobre todo para la familia campesina (Purroy-Vásquez *et al*. 2016).

En la **Región del Papaloapan** se caracterizaron los tipos de 405 productores en 21 municipios, cuyo manejo del ganado es doble propósito (86.9%) para la producción de leche y carne, con pastoreo libre extensivo (98%), con ganado de cruza Suizo x Cebú (79.8%) principalmente. El 65.2% se dedica exclusivamente a la ganadería, el resto lo combina con actividad agrícola como caña, maíz, piña o arroz. Casi la mayoría (91%) se dedica a la producción y venta de leche fresca, el resto a la producción y venta de queso artesanal.

También se identificaron tres grupos (Cuadro 7): el tradicional (95.5%) con promedio de superficie de 42 ha, 42 UA, 1.4 UA/ha y un índice tecnológico de 5.7; el grupo de transición (3.2%) se caracteriza por tener una superficie promedio de casi 120 ha, 154 UA, 1.2 UA/ha y un índice tecnológico de 5.7; y el tercer grupo o empresarial (1.2%), cuenta con un promedio de 121.4 ha, 123 UA, 1.2 UA/ha y un índice tecnológico de 6.8 (Vilaboa-Arroniz *et al.* 2009).

Cuadro 7. Media de las variables principales por tipo de productor en 21 municipios de la Región Papaloapan (Vilaboa-Arroniz *et al*. 2009).

Variable	TIPOLOGIAS		
	Tradicional	**En transición**	**Empresarial**
Edad (años)	53	54	56
Escolaridad (años)	6	9	10
Experiencia (años)	25	26	28
Superficie (ha)	42.7	119.8	121
Hato ganadero (Nº)	42.8	154.1	123.8
Unidad animal /ha	1.4	1.2	1.2
Producción leche/ vaca/ ordeño	3.1	5.3	5.8
Venta bovino /año	17	93	174
Ingreso por hectárea (pesos)	3,894	5,584	21,426
Índice tecnológico	5.7	5.7	6.8

También de la **Región Papaloapan,** pero ahora 124 productores de leche del Distrito de Desarrollo Rural 08, Cd. Alemán, que incluye a los municipios de Cosamaloapan, Chacaltianguis, Otatitlan, Tlacojalpan, Tuxtlilla, Tres Valles, Carlos A. Carrillo, Amatitlán, Ixtamatlahuacan, Tlacotalpan, Tierra Blanca y Acula. Presentan cuatro tipos de productores para el manejo de doble propósito con razas Holstein, Jersey y Pardo suizo (Cuadro 8). Los productores tradicionales de subsistencia, los tradicionales comerciales, los semi-tecnificados y los tecnificados. Los dos productores tradicionales agrupan al 86% de total analizado, que cuentan con unidades productivas pequeñas (27 y 42 ha), con hatos de 9 y 22 vacas de ordeño, con bajo índice tecnológico (9.1 y 10.88). Los productores semi-tecnológicos y tecnificados representan el 14% del total, poseen unidades con mayor superficie (85.8 y 104.6 ha), hatos más grandes con 48 y 77 vacas de ordeño con índice tecnológico alto (12.2 y 16), lo que implica mayores ingresos por venta de leche (Juárez-Barrientos *et al*. 2015).

Cuadro 8. Media de las variables principales por tipo de productor de leche en el Distrito de Desarrollo Rural 08 de Veracruz, Región Papaloapan (Juárez-Barrientos *et al*. 2015).

Variable	TIPOLOGIAS			
	Tradicional de subsistencia	Tradicional comercial	Semi-tecnificado	Tecnificado
Edad (años)	56	56	50	75
Escolaridad (años)	4.97	5.58	8.42	2.0
Experiencia (años)	34	42	38	57
Superficie (ha)	27	42	85	104
Vacas de ordeño (Nº)	9	22	48	76
Litros /ha	2.12	3.98	3.86	4.04
Ingreso (pesos)	183.59	481.26	1073.92	2075
Índice tecnológico	9.08	10.88	12.21	16

Al Sur de Veracruz, en la **Región Olmeca** se encuentra el municipio de Las Choapas, que uno de los productores más importante en Veracruz, en carne y leche. En este municipio también se identificaron tres grupos productivos (Cuadro 9), el tradicional (80%) que tienen superficie promedio de 38.3 ha, 1.2 UA/ha, 819 litros de leche por lactancia, 7,643 kg/año de carne, e índice tecnológico de 2.4; el grupo en transición (17%) que cuentan con 85.1 he, y 1 UA/ha y un índice tecnológico de 4.6; y el tercer grupo o empresarial (3%) cuanta con la mayor superficie 156.3 ha, y 2.3 UA /ha y un índice tecnológico de 8.5 (Díaz-Rivera *et al.* 2011).

Cuadro 9. Media de las variables principales por tipo de productor en el municipio de Las Choapas, Región Olmeca (Díaz-Rivera *et al*. 2011).

Variable	TIPOLOGIAS		
	Tradicional	En transición	Empresarial
Edad (años)	49.2	42.9	47.7
Escolaridad (años)	4.5	5	5.2
Experiencia (años)	27.1	21	24.5
Superficie (ha)	38.3	33.7	89.6
Unidad animal / ha	1.2	1.3	2.3
Leche / ha /año (litros)	652	613.1	767.7
Carne/ ha / año (kg)	226	234	236
Ingreso por hectárea (pesos)	5,302	5,413	6,335
Índice tecnológico	2.4	3.7	7.9

Como se ha observado, en general el mayor porcentaje de productores se ubican en el rango de los tradicionales o convencionales, lo que implica que tienen bajos rendimientos y recursos tecnológicos, por lo cual, son los que más apoyos requieren para mejorar sus condiciones de producción, mediante asesorías sobre diversos aspectos técnicos, sanitarios, genéticos para el manejo de sus hatos y potreros, por ejemplo con alternativas agrosilvopastoriles, que como se verá adelante, pueden aportar mayores rendimientos productivos y beneficios ambientales, sobre todo en zonas con alto grado de degradación ambiental.

Referencias

CONABIO. 2013. *Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Veracruz.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 141 p.

Díaz-Rivera, P., Oros-Noyola, V., Vilaboa-Arroniz, J., Martínez-Dávila, J.P., Torres-Hernández, G. 2011. Dinámica del desarrollo de la ganadería doble propósito en Las Choapas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14:191-199.

INEGI, 2015. Superficie dedicada a la ganadería por municipio al 31 de diciembre 2014. Cuadro 13.9. Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave 2015. Gobierno del estado de Veracruz, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/anuarios-estadisticos-del-estado-de-veracruz/)

INEGI, 2017. Ganadería. Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave 2017. Gobierno del estado de Veracruz, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/anuarios-estadisticos-del-estado-de-veracruz/)

INEGI, 2019. Encuesta Nacional Agropecuaria, 2019. Cuadros ene19_nac_cria02, 03, 07. https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/

Juárez-Barrientos, J.M., Herman-Lara, E., Soto-Estrada, A., Ávalos-de la Cruz, D.A., Vilaboa-Arroniz, J., Díaz-Rivera, P. 2015. Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el Distrito de Desarrollo Rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica*, FCV-Luz, 25(4):317-323.

Méndez-Cortez, V., Mora-Flores, J.S., Garcia-Salazar, J.A., Hernández-Mendo, O., García-Mata, R., Garcia-Sánchez, R.C. 2019. Tipología de productores de ganado bovino en la Zona Norte de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems,* 22:305-314.

Pérez, C. M.L., Lamothe Z. C. 2019. La ganadería tradicional del norte del estado de Veracruz. *Nacameh*, 13(2): 25-36.

Purroy-Vásquez, R., Gallardo-López, F., Díaz-Rivera, P., Ortega-Jiménez, E., López-Ortíz, S., Torres-Hernández, G. 2016. Flujo energético-económico como herramienta para tipificar agroecosistemas en el centro del estado de Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7):91-101.

Ruíz-Ramírez, J., Gallardo-López, F., Hernández-Rodríguez, G.E., Hernández-Suárez, C.M., Cisneros-Saguilán, P., Chalate-Molina, H. 2020. Comparación de la eficiencia relativa para la estratificación óptima en la tipología de productores agropecuarios. *Agrociencia*, 54: 445-457.

SEFIPLAN, 2020. Estudios Regionales para la planeación. Edición 2020. Gobierno de Estado de Veracruz. (http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/estudios-regionales-para-la-planeacion/)

SIAP. 2021. Avance mensual de la producción pecuaria Veracruz Año 2020. (http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp) (Consulta 9/03/2021).

Vilaboa-Arroniz, J., Díaz-Rivera, P., Ruíz-Rosado, O., Platas-Rosado, D.E., González-Muñóz, S., Juárez-Lagunes.F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la Región del Papalopana, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10:53-62.

III. Chiapas y su ganadería

Contenido

Características fisiográficas 44

Datos generales de la ganadería actual en Chiapas 48

Regionalización 51

Sistemas de producción 52

Referencias 58

III. Chiapas y su ganadería

LUCRECIA ARELLANO

JORGE LEÓN CORTÉS

Características fisiográficas

Chiapas está ubicado en la región sur-sureste de México (14°32´- 17° 59´ Lat N, 90°22´-94°14´ Long O), colinda con Guatemala y Belice, y forma parte de la Zona Maya de Mesoamérica (Fig. 1). Su territorio tiene una extensión territorial de aproximadamente 7.4 millones de ha (3.8 % de nuestro país) e incluye 124 municipios. Posee 260 km de litorales, una plataforma continental de 67,000 km^2 y un vasto sistema hidrológico que incluye dos regiones (Fig. 2). Incluye siete provincias fisiográficas (Fig. 3), una topografía compleja con un amplio rango altitudinal (desde el nivel del mar hasta los 4,100 msnm en el volcán Tacaná) (Fig. 4), la presencia de al menos 35 subtipos de clima (Fig. 5), así como una gran variedad de tipos de suelo (Fig. 6).

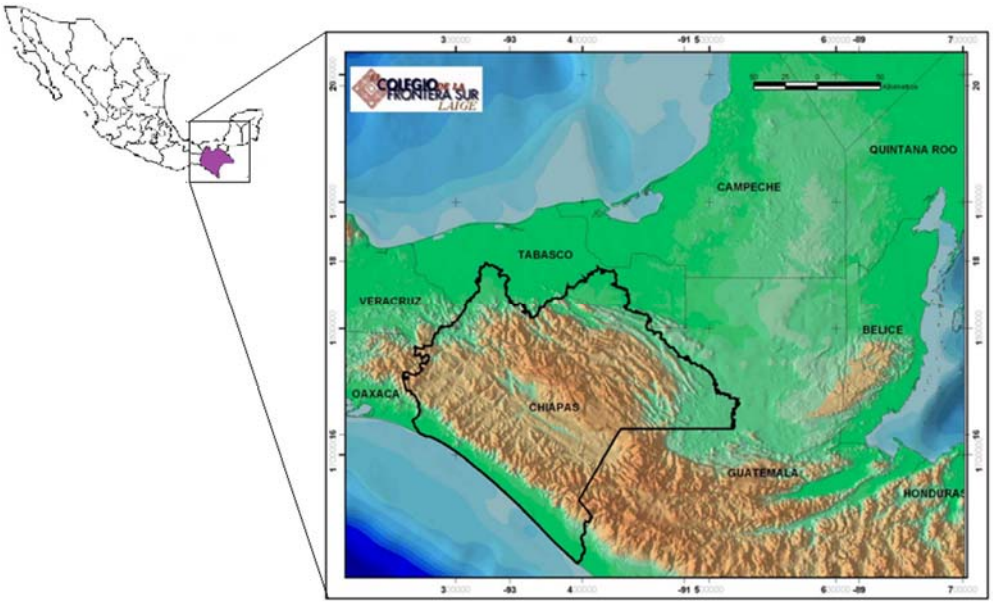


Figura 1. Localización del estado de Chiapas. Fuente: PEOT Chiapas, 2005.

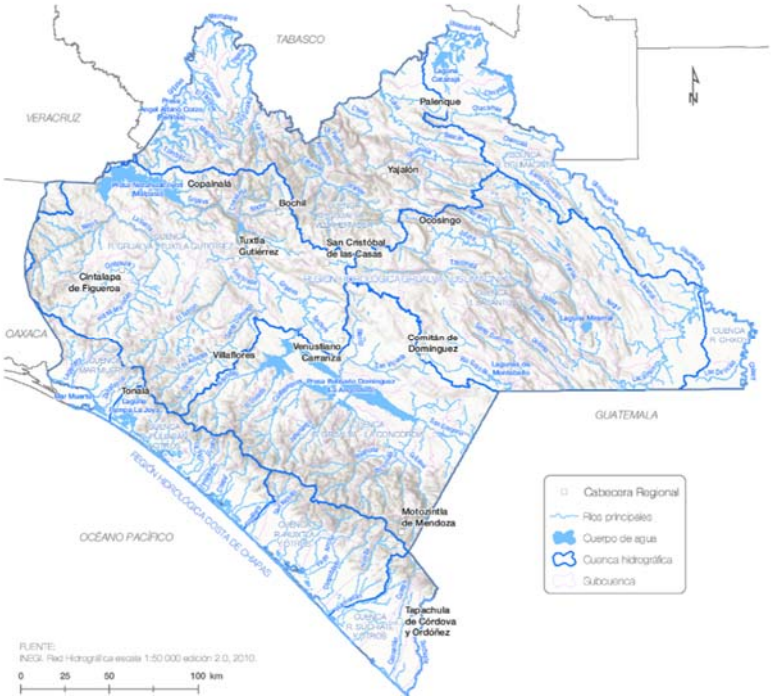


Figura 2. Regiones hidrográficas de Chiapas. http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/

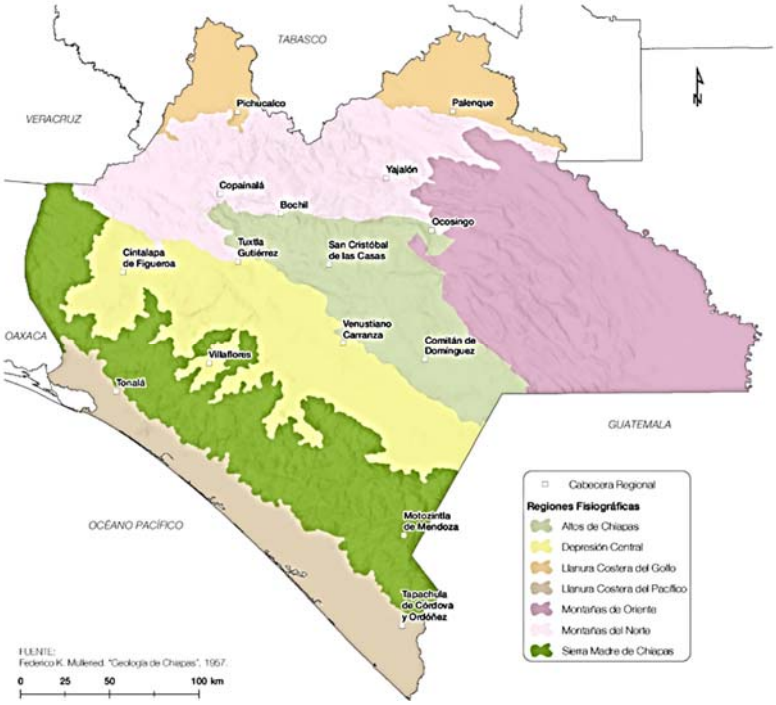


Figura 3. Fisiografía del Estado de Chiapas. http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/

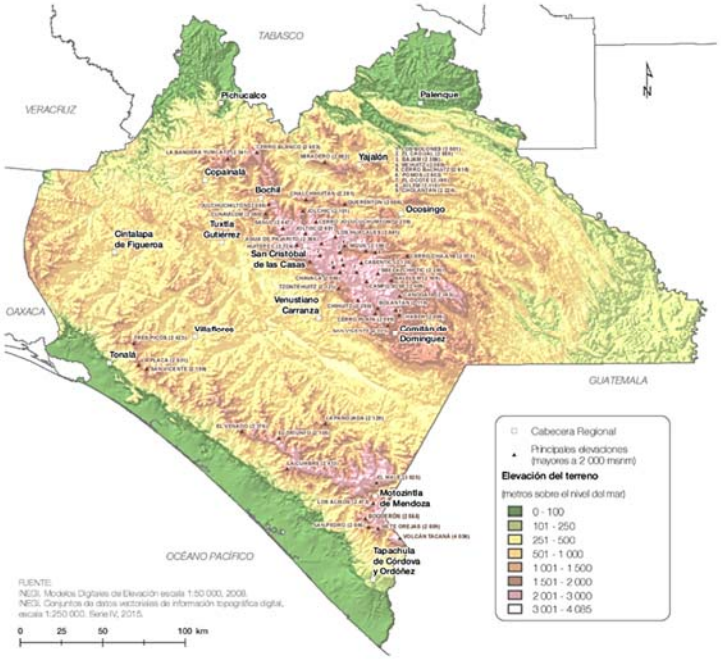


Figura 4. Modelo digital de Elevación de Chiapas. http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/

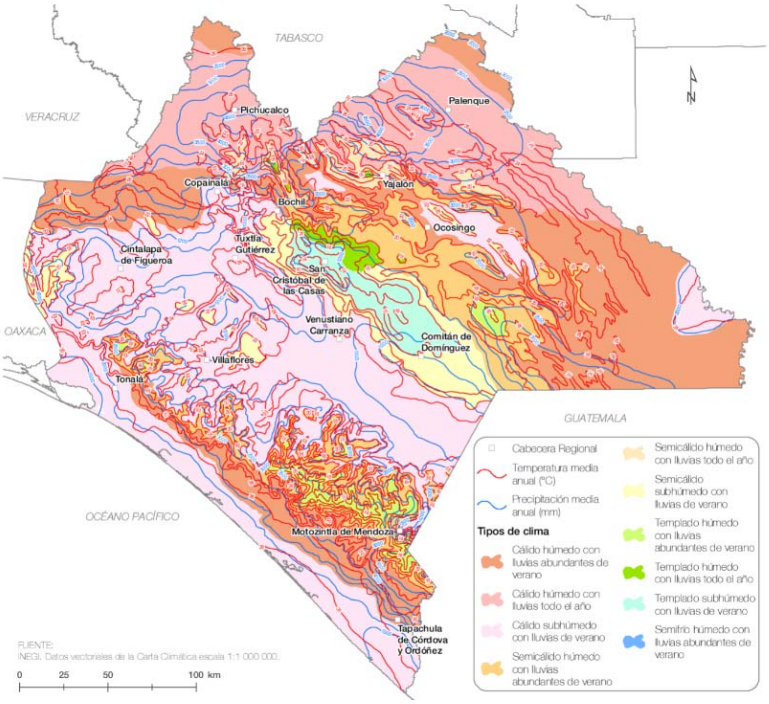


Figura 5. Climas de Chiapas. http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/

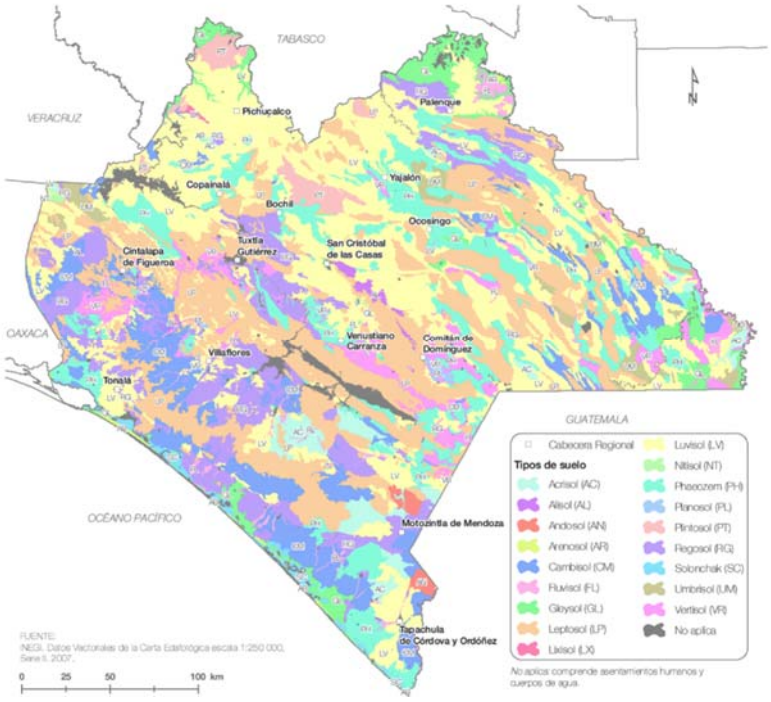


Figura 6. Suelos del estado de Chiapas. http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/

Esta gran heterogeneidad es un claro indicador de la amplia diversidad de ecosistemas de esta entidad (desde humedales con estructura de manglares, tulares, popales y pastizales, en la costa del pacífico, hasta bosques de coníferas, selvas alta, mediana y baja perennifolia, subperennifolia y caducifolia); y de su capacidad para el desarrollo de actividades productivas (poco más del 33% de la superficie del estado se encuentra bajo un uso agropecuario y 26.43% del estado está cubierto por pastizales) (Fig. 7).

Debido a su complejidad fisiográfica y numerosas pendientes abruptas, el estado se caracteriza por contener en la mayor parte de su territorio condiciones de alta y muy alta fragilidad. La fragilidad territorial está determinada por la correlación de los componentes naturales, principalmente la relación entre unidades del suelo y la conjugación relieve-pendiente-vegetación. Las zonas de mayor fragilidad corresponden a la presencia de los bosques mesófilos de montaña y los manglares. En las unidades territoriales de alta fragilidad cualquier

cambio de origen natural o antropogénico repercute fuertemente y lo puede modificar irreversiblemente (PEOT Chiapas, 2005).

Finalmente, Chiapas es el segundo estado mexicano con la mayor riqueza de especies de flora y de fauna después de Oaxaca (Compendio de Información Geográfica y Estadística de Chiapas, Geografía y Medio Ambiente http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/).

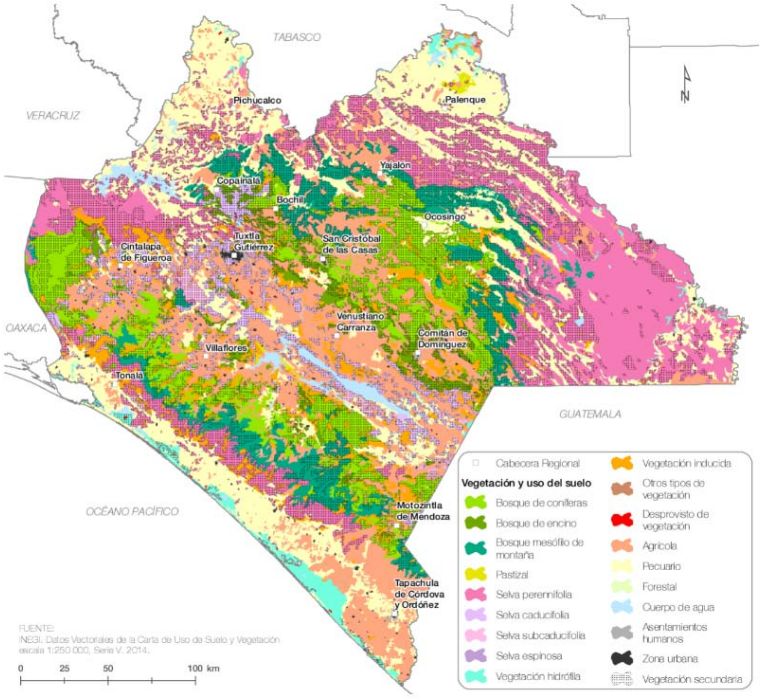


Figura 7. Vegetación y usos del suelo en Chiapas http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/

Datos generales de la ganadería actual en Chiapas

La ganadería bovina en Chiapas ocupa una superficie aproximada de 2.9 millones de hectáreas que representan el 33% del territorio Estatal con 75,096 unidades de producción pecuaria registradas (UPP) y una población de aproximadamente 2,562,560 cabezas bovinas. Con estas existencias de ganado bovino la producción de leche en 2019 alcanzó la cantidad de 443,024 litros (3.61% de la

producción Nacional), la producción de carne en pie fue de 198,792 toneladas y la carne que se produjo en canal fue de 106,051 toneladas (SIAP, 2019a,b).

Los valores de producción de ganado bovino en pie en Chiapas, son similares a los que actualmente tiene el estado de Chihuahua (7.11% de la producción nacional). Sin embargo, en cuanto a la producción de cabezas de bovinos para leche, su aporte es mucho menor (1.23% de la producción nacional [SIAP, 2019c]). Los distritos de Pichucalco (22.79%), Palenque (19.91) y Villaflores (12.53%) son los que tienen la mayor producción bovina en el estado.

En la producción de leche el Estado ocupó el noveno lugar nacional en el 2019. Los principales municipios productores de leche en la entidad Pijijiapan, Villaflores y Tecpatán entre ellos producen alrededor del 35% de la leche en la entidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Los 10 municipios más importantes en la producción de leche en Chiapas (Fuente: Alonso 2021).

Municipio	Producción (miles de litros)	Participación (%)
Pijijiapan	72,647.16	16.40%
Villaflores	46,003.30	10.38%
Tecpatán	42,888.25	9.68%
Tonalá	27,511.25	6.21%
La Concordia	27,056.78	6.11%
Villa Corzo	25,478.93	5.75%
Ocozocoautla de Espinosa	18,725.99	4.23%
Angel Albino Corzo	17,523.49	3.96%
Ostuacán	16,917.36	3.82%
Pichucalco	14,543.69	3.28%

El estado de Chiapas ocupó el sexto lugar en el 2019. Los principales municipios en producción de ganado en pie en el estado (21.42%) son Palenque, Pijijiapan y Pichucalco (Cuadro 2).

Cuadro 2. Los 10 municipios más importantes en la producción de ganado en pie en Chiapas (Fuente: Alonso 2021).

Municipio	Producción (toneladas)	Participación (%)
Palenque	15,497.58	7.80%
Pijijiapan	15,475.50	7.78%
Pichucalco	11,615.63	5.84%
Ostuacán	11,352.14	5.71%
Villa Corzo	8,951.97	4.50%
Tonalá	8,742.47	4.40%
Villaflores	8,467.75	4.26%
Reforma	6,723.13	3.38%
La Concordia	6,722.47	3.38%
Chilón	5,737.05	2.89%

En carne en canal, el Estado ocupa el cuarto lugar nacional. Los municipios que sobresalen en la producción de carne en canal son Pijijiapan, palenque y Pichucalco (Cuadro 3)

Cuadro 3. Los 10 municipios más importantes en la producción de carne en canal en Chiapas (Fuente: Alonso 2021).

Municipio	Producción (toneladas)	Participación (%)
Pijijiapan	8,547.11	8.06%
Palenque	8,521.36	8.04%
Pichucalco	6,251.98	5.90%
Ostuacán	6,115.22	5.77%
Tonalá	4,818.45	4.54%
Villa Corzo	4,762.97	4.49%
Villaflores	4,484.22	4.23%
La Concordia	3,579.00	3.37%
Reforma	3,562.55	3.36%
Chilón	3,147.32	2.97%

Podemos decir entonces que la producción ganadera es la fuente primaria de una industria de derivados lácteos y cárnicos muy fuerte en la entidad, ya que representa una actividad que genera ingresos, trabajo y sostén para muchas familias durante el recorrido de los productos desde el rancho hasta el consumidor.

Regionalización

El mosaico biodiverso que tiene Chiapas hace que la ganadería tenga diferentes expresiones de acuerdo con sus condiciones ambientales y a la región geográfica en que está ubicada. La entidad se encuentra dividida en 15 regiones: Metropolitana, Valles Zoque, Mezcalapa, De los Llanos, Altos Tsotsil-Tseltal, Frailesca, De Los Bosques, Norte, Istmo-Costa, Soconusco, Sierra Mariscal, Selva Lacandona, Maya, Tulijá Tseltal Chol, Meseta Comiteca Tropical (https://www.chiapas.gob.mx/ubicacion/) (Fig. 8). Sin embargo, las regiones que se destacan desde el punto de vista ganadero son las regiones Norte, la Istmo Costa, Valles centrales, Malpaso, Frailesca, Selva y Montaña.

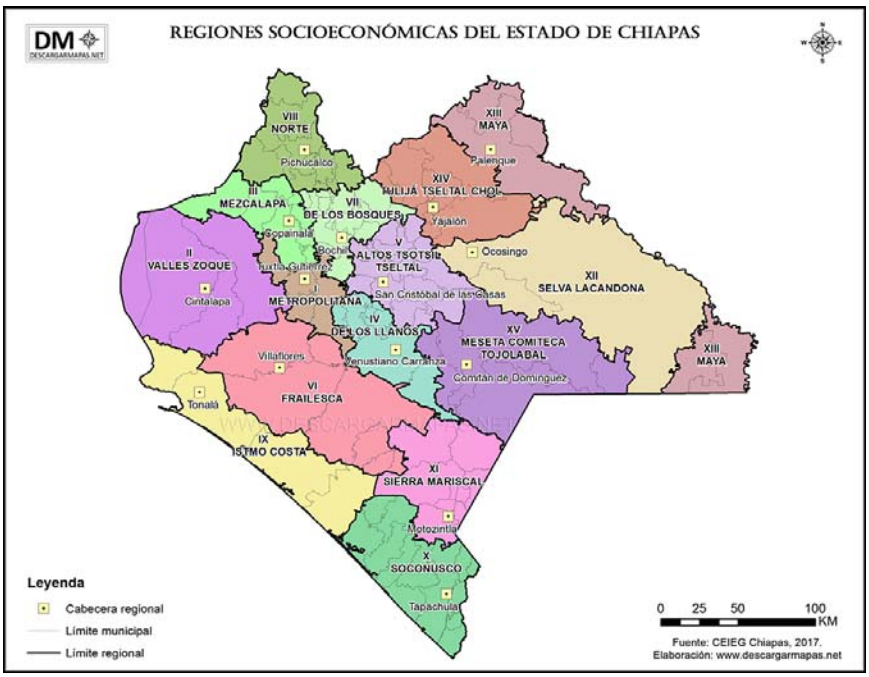


Figura 8. Regiones socioeconómicas de Chiapas. Fuente: CEIEG, Chiapas 2017.

Sistemas de producción

Como sucede a nivel nacional, en Chiapas los sistemas de producción que se desarrollan dependen de la función zootécnica de los animales (leche, carne y doble propósito) y el tipo de alimentación y su manejo (intensivo, semi-intensivo y extensivo). También se encuentran los sistemas especializados, semi especializados, el de doble propósito y el familiar, por lo mismo se pueden encontrar en el mosaico ganadero del estado sistemas altamente tecnificados e integrados hasta los sistemas de traspatio y familiar.

El sistema de manejo preponderante para la alimentación y producción de ganado bovino en Chiapas es el sistema extensivo (62.45%), que se sustenta principalmente de las praderas y agostaderos naturales e inducidos que se dedican a la producción de diferentes tipos de pastos donde el ganado pastorea según el manejo que cada ganadero decida.

En los sistemas extensivos, aunque se utilizan grandes extensiones de pastos, las ganancias de peso y la calidad de la carne son menores, habitualmente, a las obtenidas por otros sistemas. Los animales permanecen tiempos más largos antes de ser vendidos, pero su costo de producción es inferior, porque no se necesita de mucha mano de obra, concentrados y costosas instalaciones (Biopasos, 2020). Los parámetros reproductivos son bajos, con una carga media de 1 UA/ha/año, y 55-60 becerros destetados con un peso de 180-200 kg por cada 100 vacas en el hato, y 380-400 kg como peso al sacrificio (Suárez-Domínguez y López-Tirado, 2010).

La degradación de las pasturas es la principal amenaza para su sostenibilidad. Esto se debe principalmente a factores de manejo entre los que se mencionan: las quemas para estimular el crecimiento de los pastos, el uso de agroquímicos, el manejo inadecuado del pastoreo (intensidad e intervalo de pastoreo y capacidad de carga animal de los potreros), que, en consecuencia, reducen la productividad y rentabilidad de estos sistemas (Zepeda *et al.* 2016).

En menor proporción se presentan los sistemas semi-intensivos e intensivos (CEIEG, 2016), entre otros. Aunque los sistemas semi-intensivos

tienen como base el pastoreo, combinan el engorde extensivo y el engorde intensivo, y tienen dos modalidades: 1. Suplementación: donde a los animales se les proporciona diariamente una cantidad de alimentos determinada en comederos fijos en los mismos pastizales. 2. Encierro: donde los animales pastan medio día, y el otro medio día, y toda la noche, son encerrados en corrales, en donde se les alimenta con mezclas alimenticias.

En los sistemas intensivos el ganado se queda encerrado por un periodo de tiempo corto (90 días), con una alimentación a base de raciones balanceadas especialmente preparadas. Este sistema requiere de una superficie pequeña de terreno para engordar un gran número de animales y los animales obtienen más peso debido a la tranquilidad, al menor ejercicio, y por lo tanto al menor desgaste de energía (Biopasos, 2020).

Para el caso de la producción de leche, los sistemas se clasifican en: a) Especializado: donde se usa ganado Holstein (y en menor medida Pardo Suizo y Jersey) y tecnología especializada para la producción de leche. Lo utilizan principalmente las pasteurizadoras y transformadoras. b) Semi-especializado: cuenta con un nivel medio de tecnología, predominan las razas Holstein y Pardo Suizo, pero no se llegan a los niveles de producción del sistema especializado. c) Doble propósito (DP): Es el sistema más común (65% del total). El ganado se destina a producción de leche y carne, predominan las razas cebuinas y sus cruzas, la alimentación se basa en el pastoreo extensivo, con una carga y densidad animal por hectárea baja. Además, la mayor parte de las UPP manejan prácticas ganaderas poco amigables al suelo, al agua, vegetación y praderas degradando los recursos o contaminándolos. d) Familiar o de traspatio: Se desarrolla en extensiones pequeñas de terreno y puede darse cerca de las viviendas (traspatio) (Biopasos, 2020).

El sistema DP es una variación del sistema mixto agricultura-ganadería, con una parte de pastoreo en praderas nativas y residuos de cultivos en tierras de uso comunal. Es una de las principales actividades productivas del sector agropecuario para la producción de leche y carne en México y sus productos se venden principalmente en el mercado local y regional. En el sistema de DP

chiapaneco se reportan producciones promedio de leche por vaca por día de 4.48 a 6.0 litros (Bautista-Martínez *et al.* 2019) en unidades productivas pecuarias con una superficie promedio de 8.6 hectáreas por productor.

En los sistemas DP chiapanecos, una parte importante de la materia seca con la que se alimenta a los animales se produce en las UPP (Espinosa *et al.* 2015). Las gramíneas forrajeras más utilizadas bajo pastoreo en las unidades de producción bovina son las siguientes: pasto estrella (*C. nlemfuensis*), llanero (*Brachiaria dictyoneura*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), taiwán (Pennisetum sp), Tanzania (*Megathyrsus maximus*), bermuda (*Cynodon dactylon*), e insurgente (*Brachiaria Brizantha*), entre otras, las cuales tienen un promedio de proteína cruda de 8% (Pinto *et al.* 2010). Frecuentemente, por diversas razones, se tiene la necesidad de ofrecer suplemento a los bovinos para balancear la dieta y compensar la poca producción de biomasa, principalmente en la época seca o de escasez de forraje. Dentro de los cuales destacan el ensilado de maíz, los concentrados basados en soya, avena, sorgo y el uso de leguminosas como alfalfa entre otros (Jiménez-Trujillo *et al.* 2018).

El hato ganadero en Chiapas fue inicialmente criollo, y se ha ido matizando con animales provenientes de Asia y Europa, entre las que destacan razas como la Charolais, Pardo, Simmenthal y diversas variedades cebuinas como la Indobrasil, Guzerat y Gyr. La fuente genética en los sistemas DP es la cruza entre las razas *Bos indicus* × *Bos taurus* (F1) (Cebú × suizo; Cebú × Holandés y Cebú × Simmental, entre otras). Más de la mitad de los productores adquiere a sus reproductores de UPP vecinas, de la región o en el programa de ganado mejor y el resto lo adquiere de la misma UPP.

Con respecto a los productos, existen tres subsistemas de producción de carne bovina en Chiapas: 1) UPPs con producción y venta de becerros al destete; 2) UPPs de engorda de becerros destetados para pre-finalización y venta; 3) UPPs orientadas a la engorda de becerros destetados para finalización y venta (Calderón *et al.* 2012). La comercialización de bovinos se realiza mediante productores, comercializadores o intermediarios, acopiadores, recría (repasto),

engordadores y finalizadores que aportan bovinos en pie y carne en canal para abastecer el mercado interno del estado y del país.

Generalmente, la comercialización de bovinos se realiza en los centros de acopio. Los comercializadores consideran muy apreciado al bovino producido en Chiapas, principalmente el becerro, debido a que, según ellos, garantiza una rápida engorda y buen precio de mercado por tratarse de un ganado de calidad, sano y resistente, de fácil distribución en otros estados del país (Zebadúa *et al.* 2010)

Los ganaderos de Chiapas están organizados en las siguientes agrupaciones ganaderas: A) Asociaciones Ganaderas Ejidales, donde solo pueden formar parte aquellos que tengan reconocimiento como ejidatarios. B) Asociaciones Ganaderas Locales, por lo general una por cada municipio. C) Uniones Ganaderas Regionales:1) Costa de Chiapas con sede en el municipio de Tonalá y 2) En la zona Norte con sede en Palenque. Estas asociaciones integran al conjunto de asociaciones locales de las diferentes regiones. D) Unión Ganadera de Chiapas, la cual reúne a las dos uniones regionales. Su junta de gobierno tiene su sede en Tuxtla Gutiérrez. Finalmente, los principales programas de apoyo que han recibido los productores son: PROGAN y PROCAMPO (INEGI, 2018).

A continuación, en el Cuadro 4 se resumen las características de la ganadería en Chiapas, según el tipo de productor y en el Cuadro 5, de manera muy general y con base a los trabajos de Ovalle Muñoz (1995), Alemán Santillán (2007), Jiménez Ferrer *et al.,* (2008), se presenta una caracterización regional de la ganadería en Chiapas. Chiapas es un estado muy heterogéneo, por lo que las características de su ganadería son variables entre regiones y deben tomarse en cuenta al realizar trabajos en el estado.

Cuadro 4. Principales características en ganaderos del estado de Chiapas (Fuente: Alonso, 2021).

Características	Chico	Mediano	Grande
Tamaño predio Promedio/rango (has)	14 / de 2 a 50	48 / 42 a 102	155 / 12 a 777
Tamaño hato (número promedio de cabezas)	18	48	62
Tipo de ganadería	Leche. Carne de becerros al destete. Desecho abasto	Leche y carne, venta de becerros al destete, desecho abasto	Leche y carne, venta de becerros al destete. Desarrollo y engorda.
Sistema producción	Doble propósito. Familiar	Doble propósito. Familiar. Semi especializado	Doble propósito. Familiar. Semi especializado
Manejo de ganado	Extensivo, Semi estabulado.	Extensivo. Semi intensivo. Pastoreo controlado.	Extensivo. Pastoreo Controlado. Semi intensivo. Intensivo.
Tipo de ganado	Criollos y cruzas cebuinas	Criollos y cruzas cebuinas, razas registro	Razas de registro y especializadas.
Manejo de tecnología	Bajo	Bajo y medio	Alto
Acceso a mercado	Bajo y de manera individual. Mercado local	Bajo y de manera individual, algunos organizados. Mercado local	Bajo y de manera individual, algunos organizados. Mercado local y exportadores
Principal cliente	Intermediarios	Intermediarios y transformadores	Transformadores (convenios o contratos)

Cuadro 5. Regionalización de la ganadería en Chiapas (Fuente: Alonso, 2021).

Características	I y II. Valles centrales	III. Malpaso/ Mezcalapa	V. Montaña	VI. Frailesca	VIII. Norte	IX. Istmo-Costa	XII. Selva
Tipo de ganadería	Domina la semi-extensiva y semi-intensiva Grandes productores empresariales: extensiva	Extensiva	Extensiva y reducida (en terrenos con bosques, ubicados en la zona de clima templado-frío)	Extensiva	Extensiva	Extensiva	Extensiva, convencional
Objetivo	Doble propósito. .	Producción de becerros y carne	Producción de ovejas, aves de corral y porcino	Doble propósito	Grandes empresarios: engorda y cría de sementales Productores pequeños y medianos: doble propósito	Ganadería especializada y desarrollada, de DP. Mangas de ordeña	Productores grandes y medianos: engorda de novillos. Productores pequeños: producción de becerros al destete
Destino de la producción	Producción de carne para abasto de Tabasco, Oaxaca y Cd. de México La leche se vende a intermediarios a pie de rancho que después la llevan para producción de queso locales	Producción de becerros al destete para venta en Tabasco y Veracruz Producción de carne para venta en Villahermosa y Cd. de México Venta de leche orgánica certificada	Venta de becerros al destete a intermediarios, quienes los venden a rastros y a engordadores del norte de Chiapas y del sur de Tabasco. Producción para autoconsumo. y abasto local	Producción de becerros, novillos, vacas de deshecho, leche	Procesamiento de queso. Restante se comercializa como leche líquida	La leche se comercializa en la región. Las queserías han llegado a controlar el mercado de la leche	Consumo local y mercado regional. Producción de becerros, novillos. Entrada y venta de animales ilegales desde Centroamérica
Superficie (ha)/animales totales	Mediana extensión (20-69 ha)/100 cabezas	9-a 197.5 ha/4-107 cabezas	5-16/1-12 cabezas		5>100 ha/1-100 cabezas		15-45 ha/familia y 5-15 ha de potrero. <30 cabezas
Forrajes adicionales	Maíz y sorgo tanto plantas como grano.		Escasa suplementación	Rastrojo de maíz	Plantas del bosque y rastrojo de maíz, frijol y calabaza		Uso de pastos mejorados (*Brachiaria decumbens, B. humidicola, Andropogon gayanus*).
Condiciones de vida	Media-Alta	Alta marginación	Muy alta marginación	Alta marginación	Marginación media	Pobreza moderada	Alta dispersión poblacional, vías de comunicación precarias, bajo desarrollo urbano, escasos servicios públicos
Presencia indígena	Baja	Baja		Baja	Alta	baja	Alta

Ver ubicación de las principales zonas ganaderas en la Fig. 8.

Referencias

Alemán-Santillán, T., Ferguson, B. G., & Jonapá, F. J. M. 2007. *Ganadería, desarrollo y ambiente: una visión para Chiapas*. ECOSUR-Fundación Produce Chiapas. 122 p.

Alonso, J. G. 2021. Caracterización y análisis de la cadena de valor y de los mercados de la ganadería regenerativa de bovinos en Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Veracruz, México. Contexto Nacional y Estados. Consultoría FMCN. 216 pp.

Bautista-Martínez, Y., Herrera-Haro, J., Espinosa-García, J., Martínez-Castañeda, F., Vaquera-Huerta, H., et al. 2019. Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *Información Técnica Económica Agraria*, *115*, 134-148.

BioPasos.2017. Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles. Características de la ganadería bovina del Estado de Chiapas CATIE, SADER, IICA, CONABIO. Disponible: https://www.biopasos.com/situacion/carac_chiapas2019.pdf

Calderón, J., Nahed, J., Sánchez, B., Herrera, O., Aguilar, R., & Parra, M. 2012. Estructura y función de la cadena productiva de carne de bovino en la ganadería ejidal de Tecpatán, Chiapas, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(2), 45-62.

CEIEG (Comité Estatal de información Estadística y Geográfica de Chiapas), 2016, 2017. Mapas regionales. Disponible en http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/informacion-geografica/?maccion=15.

Espinosa, J.A.G., Góngora, S.F.G., García, A.M., Cervantes, F.E., Moctezuma, G.L., Mancilla, M.E.R., Rangel, J.Q., *et al.* 2015. Aspectos socioeconómicos de la ganadería bovina tropical. *In:* Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. Red de Investigación e Innovación tecnológica para la ganadería bovina tropical (REDGATRO). México.

INEGI. 2018. Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. INEGI. México.

Jiménez-Ferrer, G.; Velasco-Pérez, R. M.; Uribe Gómez, M. y Soto-Pinto, L. 2008. Ganadería y conocimiento local de árboles y arbustos forrajeros de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Zootecnia*, 23 (1): 14- 25

Jiménez-Trujillo, J. A., Ramírez Díaz, R., & Hernández Niño, J. G. 2018. *Caracterización de la ganadería bovina del Estado de Chiapas.* Biopasos, CATIE, CONABIO, IICA.

Ovalle-Muñoz, P.J. 1995. *Ganadería intensiva en la Costa de Chiapas*. Universidad Autónoma de Chiapas. 115 pp.

PEOT Chiapas. 2005. *Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Chiapas*. Gobierno del estado de Chiapas. Secretaría de Planeación y Finanzas. 406 pp.

Pinto, R. R., Hernández, D., Gómez, H., Cobos, M. A., Quiroga, R., & Pezo, D. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia,* 26(1):19 – 31.

SIAP (2019 a). Inventario de ganado bovino en México. Disponible: https://www.gob.mx/siap/documentos/población-ganadera-136762.

SIAP (2019 b). Producción ganadera en México. Disponible: https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/producción-pecuaria

SIAP (2019 c). Boletín lechero (octubre-diciembre 2019). Disponible: https://www.gob.mx/siap/prensa/boletin-de-leche-155932.

Suárez-Domínguez H. & López-Tirado Q. 2010. La ganadería bovina productora de carne en México. Situación actual. En http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf. (Consulta: 24/08/2020). Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Zootecnia, México.

Zebadúa, M.A.O., Vilaboa, J.A., Ortega, E.J., & Córdova, V.A. 2010. Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región Centro del estado de Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*. 1(9): 51-56.

Zepeda Cancino, R. M., Velasco Zebadúa, M. E., Nahed Toral, J., Hernández Garay, A., & Martínez Tinajero, J. J. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(4): 471-488.

IV. Sistemas silvopastoriles, una alternativa ambientalmente amigable

Contenido

Introducción 61
Sistemas silvopastoriles características generales, beneficios y limitantes 63
Implementación de sistemas silvopastoriles 65
Factores que favorecen o limitan la adopción de SSP 67
Sistemas silvopastoriles en Veracruz 69
Sistemas silvopastoril 69
Cercas vivas 71
Bancos forrajeros 72
Sistemas silvopastoriles en Chiapas 74
Árboles dispersos en potreros 74
Cercos vivos 75
Agrosilvopastoreo y manejo del Acahual 76
Pastoreo en plantaciones o huertos 80
Producción de frutales y ovinos 81
Bancos de proteína 82
Cortinas y barreras contra el viento 82
Experiencias de adopción de sistemas silvopastoriles en Chiapas 83
Referencias 87

IV. Sistemas silvopastoriles, una alternativa ambientalmente amigable

Lucrecia Arellano

Magdalena Cruz

Introducción

Actualmente se necesita que los sistemas de producción agropecuarios produzcan mayor cantidad de alimentos, en el menor tiempo posible, y a la vez conserven los recursos naturales. Esto incluye una problemática tecnológica, ambiental, económica y política compleja, así como el incremento en la demanda de alimentos de alta calidad y que hayan sido producidos con sistemas de producción amigables con el ambiente. Ante ello, las alternativas de producción sustentable, basadas en los principios de la agroecología y de producción limpia, adquieren cada vez mayor importancia. El país necesita desarrollar nuevos paradigmas y herramientas para enfrentar las altas tasas de degradación ambiental y deforestación.

La ganadería regenerativa es un sistema de producción que intenta restaurar los ciclos del carbono y del agua, aumentar la biodiversidad y a la vez producir alimentos saludables. En este contexto, la ganadería regenerativa, los sistemas agrosilvopastoriles y la ganadería orgánica, entre otros (Aguilar *et al*. 2012), representan una alternativa para mantener y recuperar la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas. Los sistemas sustentables y amigables con la biodiversidad, contribuyen a aumentar la producción, la rentabilidad y resiliencia de los sistemas ganaderos (FAO, 2017; Halffter *et al.* 2018). Si bien, el número de ganaderos que está adoptando estas prácticas está creciendo, la degradación de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad y aumento en el efecto del cambio climático, requieren urgentemente acelerar la conversión de la ganadería tradicional a una práctica regenerativa.

En respuesta a los efectos negativos asociados con las actividades de la ganadería bovina en pastoreo, se ha considerado prioritario fomentar una "reconversión" ambientalmente sostenible de la ganadería, como una estrategia de formas de producción diferente, que limite la transformación de ecosistemas y mantenga servicios ambientales. Incorporando a las actividades de manejo zootécnico, principios como: diversificación de los animales domésticos en producción; combinación de alimentos usando especies vegetales nativas y cultivadas exóticas; manejo del pastoreo controlando carga animal según el potencial de los ecosistemas; mitigación de impactos negativos sobre los suelos; integración con otros sistemas de producción a nivel local y regional, entre otros.

Se ha observado que, en sistemas con mayor cubierta arbórea, el ganado incrementa el tiempo de pastoreo y rumia (Fig. 1), fomentando así una alimentación más eficiente, en comparación con los sistemas con menor cobertura. Por otro lado, la sombra generada reduce el riesgo de sobre-calentamiento y la sola presencia de árboles y arbustos ayuda a reducir la ansiedad y el estrés del ganado, probablemente debido a la mayor cobertura (Jiménez-Trujillo *et al*. 2018) todo lo cual aumenta el bienestar animal.

Figura 1. Cerca viva donde el ganado pasa parte del día buscando la sombra en un potrero ganadero de Chiapas (Foto, L. Arellano).

Sistemas silvopastoriles características generales, beneficios y limitantes

La agroforestería es una ciencia que permite el uso sustentable de la tierra y considera la asociación de leñosas perennes (árboles, arbustos, palmeras y hierbas gigantes) con cultivos (agrícolas o forrajeros) y/o cría de animales en la misma unidad de tierra, se expresa como múltiples combinaciones interactivas que permiten una interpretación holística. Su éxito está determinado por las personas o sociedad que los apliquen.

Las prácticas agroforestales no solo se utilizan como elementos productivos, también son sistemas que le dan identidad a las personas que laboran en su mantenimiento, pues sus componentes están dispuestos según las necesidades y gustos del productor, por lo que se genera una cultura de manejo de las unidades productivas basada en la agroforestería.

Con base en la interacción de sus componentes agrícolas, pecuarios y forestales, los sistemas agroforestales se clasifican en: agrisilvícolas (SAS), agrosilvopastoriles (SASP) y silvopastoriles (SSP). Los últimos dos son de interés particular en la ganadería tropical, pues plantean alternativas sustentables que rompen el paradigma del daño ambiental, baja productividad y falta de rentabilidad financiera. En el mundo se conocen entre 20 y 30 diferentes tipos de sistemas, la mayoría de ellos con aplicación pecuaria (SSP y SASP) existentes en el trópico y subtrópico de México (Palma y Torres-Rivera, 2021).

El objetivo de los SSP es optimizar las interacciones positivas entre agricultura, silvicultura, ganadería y el ambiente físico, para maximizar la productividad de la tierra, mediante arreglos espaciales o en secuencias temporales (Rodríguez-Moreno *et al*. 2020).

Los SSP combinan policultivos agrícolas, aprovechamiento forestal y manejo del ganado bajo enfoques que promueven mayor complejidad estructural en potreros, a través de cercas vivas, callejones de pastizales, mantenimiento de

árboles en potreros, bancos de proteína y energía (parcelas de árboles, arbustivos y leguminosas forrajeras), pastoreo de vegetación secundaria y huertos, combinación de especies herbívoras domésticas en pastoreo, entre muchas otras técnicas de manejo.

Los SSP favorecen una mayor provisión de servicios ambientales en contraste con los modelos de monocultivo. La presencia de arbóreas y arbustivas y sus raíces profundas, favorecen la infiltración de agua y mantienen una mejor estructura del suelo, consecuentemente una mayor diversidad de invertebrados y microorganismos del suelo, que en pasturas de monocultivo. Asimismo, se reduce el lixiviado de nutrientes hacia el manto freático. Este sistema proporciona una mejor cubierta arbolada para una mayor diversidad de reptiles, aves y mamíferos, así como de invertebrados del suelo, en contraste con los sistemas de monocultivo.

En los SSP, la vegetación secundaria (herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas; incluyendo árboles con interés económico), interactúan con las especies forrajeras y los animales de manera integral. De esta forma, incrementan la biodiversidad y fomentan una conectividad entre fragmentos de vegetación primaria. Por las mismas razones, se incrementa su potencial para fijar cantidades significativas de carbono al suelo y en la biomasa vegetal. Todo esto permite optimizar procesos biológicos como la fotosíntesis, fijación de nitrógeno, solubilidad del fósforo y mejora de la actividad biológica del suelo, reduciendo así el uso de insumos externos (González-Rebeles *et al*. 2015).

Como se ha observado, existen varios beneficios ambientales que proporcionan los SSP, pero también existen otros a nivel de la productividad, pues hay un incremento de las ganancias y reducción de gastos, todo lo cual beneficia a las personas que dependen de esa actividad agropecuaria, como se ve puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resumen de los Beneficios económicos, sociales y ambientales de los Sistemas Silvopastoriles: flecha hacia arriba indica aumento, flecha hacia abajo decremento (Fuente: Palma y Torre-Rivera, 2021).

Económicos	Sociales	Ambientales
↑ Producción de bienes materiales (alimento animal y vegetal, fertilizantes, madera, leña, medicina, fibra, entre otras) ↑ Rentabilidad financiera ↑ Estabilidad en la producción ↑ Autonomía ↑ Diversifican ingresos ↓ Dependencia ↓ Gastos de insumos externos ↓ Riesgos económicos ↓ Vulnerabilidad	↑ Calidad de vida ↑ Pertenencia ↑ Empleo ↑ Respeto cultural ↑ Participación de jóvenes ▪ Garantiza seguridad alimentaria ▪ Agroturismo ↓ Migración ↓ Venta de ranchos	↑ Protección del suelo ↓ Reciclaje de nutrimentos ↑ Bienestar animal ↑ Fertilidad del ganado ↑ Restauración pasturas degradadas ↑ Fijación nitrógeno atmosférico ↑ Secuestro de carbono ↑ Belleza escénica ↑ Retención de humedad ▪ Conservación o ↑ de biodiversidad ▪ Conservación de especies ▪ Resiliencia al cambio climático ▪ Garantizan servicios ecosistémicos ▪ Riesgo de incendios ▪ Captación y provisión de agua ▪ Generación de microclima ↓ Reducción de tala de bosques

Los sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles, dada su estructura, forma de manejo y funciones ecosistémicas y sociales, pueden ser compatibles con los principios de la producción orgánica (IFOAM, 2009), pues la ganadería orgánica se refiere a la producción o manejo de animales, en la que se retoman principalmente los principios de "The International Federation of Organic Agriculture Movements" (IFOAM) para una producción limpia de carne y leche, cuya finalidad es establecer y mantener una interdependencia entre sus componentes, a través de la creación de un sistema agroecológico sostenible, fomentando interacciones positivas entre sus componentes, tal como sucede en los SASP y SSP (Rodríguez-Moreno *et al*. 2020).

Implementación de sistemas silvopastoriles

Antes de realizar cualquier acción, es fundamental considerar que los sistemas silvopastoriles no se tratan simplemente de un paquete tecnológico (árboles y arbustos), que satisfacen una necesidad y son una opción más para el ganadero en la búsqueda de garantizar alimento o mejores condiciones para el ganado.

Más bien, deben entenderse como un sistema de producción basado en el establecimiento de tres o más cultivos o estratos en una misma superficie, dependiendo del objetivo de la producción, la región, cultura y biodiversidad local (Soto-Pinto *et al.* 2008).

Para la implementación de sistemas silvopastoriles, se deben seguir una serie de pasos para, a partir de estos, realizar planes para una intervención agroforestal efectiva. Según Apan-Salcedo (2019), el proceso se inicia a nivel del predio identificando necesidades particulares en una construcción conjunta con el usuario final:

a) Recursos naturales, financieros y tecnológicos disponibles, diferenciando y comparando usos de suelo, condiciones fisicoquímicas del mismo, herramientas e historia del sistema desde la perspectiva cultural del sitio.

b) Objetivos de la unidad de producción: determinar si el sistema es para autoconsumo o comercial a pequeña, mediana o gran escala. Para el segundo caso identificar si ésta, es especializada en producción lechera, engorda o doble propósito, crianza de bovinos, caprinos, equinos, etc.

c) Eficiencia del sistema de producción actual: productividad de forraje por hectárea, rentabilidad por hectárea, situación del suelo y cuerpos de agua, conectividad del paisaje y biodiversidad local.

d) Planificar para innovar: Investigar y buscar información sobre otras experiencias y finalmente experimentar con arreglos forestales funcionales.

Según Apan-Salcedo (2019), una vez tomados en cuenta los pasos anteriores, tras haber identificado los recursos disponibles locales, es necesario identificar el componente vegetal a implementar en algún arreglo silvopastoril, con un enfoque principal hacia las leñosas arbóreas o arbustivas:

- Las leñosas deben tener amplia adaptación a las condiciones locales del productor y del sitio, considerando características químicas y físicas del suelo para el manejo y fertilización de las especies utilizadas.

- Alta Producción de forraje, principalmente en hojas y tallos comestibles (para bancos de proteína), la intención es que el ganado ramonee.

Un criterio clave para el éxito del sistema, se centra en los circuitos comerciales existentes en la región de trabajo y sus vínculos con el mercado de cada uno de los componentes (vegetal y animal) del arreglo en cuestión. Desde la perspectiva de los ingresos al predio, el arreglo silvopastoril debe aportar y mantener la compatibilidad del sistema de producción, implementado en el contexto con la demanda comercial local, regional y nacional, algunos arreglos silvopastoriles que incorporen leñosas que puedan tener beneficios comerciales forestales, como madera, que por ejemplo, no tengan interés a nivel local por no existir demanda, pero sí a nivel regional o nacional (Apan-Salcedo, 2019).

El desarrollo de la ganadería en el contexto de los sistemas silvopastoriles intensivos e integrados, constituye un instrumento clave de la política ambiental para la producción limpia, debido a que previene la contaminación, mejora la productividad y competitividad de la ganadería, incrementa el ingreso económico de los productores, promueve el uso eficiente del agua, energía, materiales, y la conservación de los recursos naturales. Lo anterior se traduce en menor impacto ambiental y menor riesgo para la salud, tanto de los animales como de los consumidores de los productos.

Factores que favorecen o limitan la adopción de SSP

A pesar de todas las bondades de los SSP, existen factores que favorecen o limitan su adopción en el trópico de México. De los factores que impulsan estos sistemas, sobresalen la disponibilidad de recursos económicos y técnicos, junto con la disponibilidad de parcelas demostrativas, sin embargo, el factor determinante es la convicción y deseo de cambio del productor.

El establecimiento de un sistema agroforestal significa una inversión alta en tiempo y dinero por parte del productor, por la cantidad de plantas por hectárea implementadas, por la infraestructura para optimizar las condiciones de

pastoreo y por la capacitación. En el trópico, desafortunadamente no existen soportes o ayudas financieras concretas que pudieran obtenerse a través de créditos agrícolas con bajas tasas de interés, ya que no existen paquetes tecnológicos de sistema silvopastoril (Apan-Salcedo, 2019). En contraste, cuando se supera la disponibilidad de capital económico, un factor determinante es la disponibilidad de la semilla o planta. Aunque es necesario enfatizar que la parte legal es imprecisa y altamente inhibitoria en la incorporación de los árboles en los ranchos ganaderos.

Según Palma y Torres-Rivera (2021), coincidiendo parcialmente con Apan-Salcedo (2019), los factores que favorecen (+) o limitan (-) la adopción de SSP en el trópico de México se pueden resumir en los siguientes aspectos:

(+)	**(-)**
Diagnóstico participativo	Disponibilidad de capital económico
Caracterización regional	Acceso a nichos de mercado
Línea base predio/comunidad	Mano de obra
Demostración de tecnologías	Situación dinámica
Análisis económico	Sistemas complejos y lentos
Cooperación interinstitucional	Conflictos legales
Material adecuado para la zona	Política pública imprecisa
Conocimiento	Conocimiento de plagas y enfermedades
Deseo de cambio	Falta de personal capacitado
Convicción de productor	Disponibilidad de semilla o planta
Parcelas demostrativas con SSP	Falta de modelos SSP de interés /productores
Asistencia técnica apropiada	

Sistemas silvopastoriles en Veracruz

A continuación, se mencionan algunos ejemplos de sistemas regenerativos aplicados en Veracruz, destacando los beneficios productivos obtenidos según las especies utilizadas en cada modelo.

Sistemas silvopastoril

En la comunidad de El Limón, municipio de Paso de Ovejas, se identifica el sistema silvopastoril (SSP) de bovinos con pastos nativos (*Bouteloua* spp., *Paspalum* spp. y *Axonopus* spp.) o introducidos (*Panicum maximum, Hypharrenia rufa*) y árboles dispersos de distintas especies (Bautista-Tolentino *et al.* 2011). El ecosistema es de selva baja caducifolia, donde predomina el paisaje agropecuario con vegetación secundaria, con especies como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cocuite (*Gliricidia sepium*), espino blanco (*Acacia cochliacantha*), flor de día (*Tabebuia crhysantha*), frijolillo (*Senna atomaria*), huizache (*Acacia pennatula*), quebracha (*Diphysa carthagenensis*) y tehuixtle (*Caesalpinia cacalaco*). Los usos a los que se destinan los árboles son para leña (60%), sombra (14%), forraje (14%), madera (6.4%) y cercos vivos (5%). La distribución de los árboles varía desde dispersos entre el potrero (79%), entre cercas y potrero (8.3%), o agregados en manchones en el potrero (12%). Y la densidad de los árboles en promedio fue de 178 individuos por hectárea. Este ha sido un sistema que se ha manejado selectivamente por los beneficios que se obtienen, además de que son las especies que mejor resisten las condiciones climáticas de la región.

Figura 2. Sistema silvopastoril con *Acacia pennatula* en la comunidad El Limón (Foto tomada de Bautista-Tolentino *et al.* 2011).

En el caso del sistema agro-silvopastoril en la misma comunidad de El Limón, el maíz es el principal cultivo de temporal de junio a enero, dejando que el ganado consuma el rastrojo en la época seca. La distribución de los árboles es principalmente en cercas vivas (66%), dispersos en las milpas (12%) o en agregados (4%). La mayoría de los árboles tienen como propósito producir leña (57%). Predominan especies como *Caesalpinia cacalaco, Guazuma ulmifolia, Chloroleucon mangense, Chlorophora tinctoria, Acacia cochliacantha, Senna atomaria, Diphysa carthagenensis, N. dejecta, Spondias purpurea, Acanthocereus pentagonus, Stenocereus griseus* y *Tamarindus indica.* La densidad promedio de árboles es de 57.3 individuos por hectárea, menor que en el sistema silvolpastoril, porque se favorece el espacio para el cultivo del maíz y los árboles se distribuyen en las cercas vivas. Desafortunadamente en este sistema los productores manejan su cultivo de manera intensiva, por lo que aplican herbicidas y quemas, lo que afecta y degrada el suelo en la época seca (Bautista-Tolentino *et al.* 2011).

Otro ejemplo, pero ahora del rendimiento de un sistema silvopastoril intensivo en Úrsulo Galván, Veracruz, con *Leucaena leucocephala* variedad Cunninghan, pasto *Panicum máximum* cv. Tazania, en becerras destetadas de 7 meses de edad de raza Simmental. El rendimiento de materia verde y seca el SSP se incrementó 22.6% más que en la pradera sin árboles. La carga animal se incrementó 1.65 UA/ha en SSP, el follaje era de buena palatabilidad. La condición animal se incrementó de 2.2 a 3.5 en SSP en comparación con 22.2 a 2.5 en pastizal (Gómez *et al.* 2019).

En cuanto a producción, se tiene este ejemplo de sistema silvopastoril intensivo en Veracruz costa centro, integrado por *Guazuma ulmifolia* y las gramíneas *Digitaria eriantha, Brachiaria brizantha* y *Megathyrsus maximus*, para evaluar la calidad y cantidad del forraje ofertado, sobre la producción y ganancia de peso de becerras y ovejas bajo pastoreo-ramoneo. El incremento de peso del ganado fue superior en el pastoreo mixto (444.4 kg/ha/año) que en el pastoreo simple (321.7 kg/ha/año). La disponibilidad de forraje fue mayor en la asociación

G. ulmifolia-D. eriantha (21.6 ton MS/ha/año) que en las otras asociaciones. *G. ulmifolia, D. eriantha* y su asociación presentaron mayor contenido de proteína cruda en época de nortes. La asociación *G. ulmifolia- D. eriantha* es la mejor asociación árbol-gramínea de las evaluadas, y el pastoreo mixto produce mayor cantidad de carne por unidad de superficie por año (Manríquez-Mendoza *et al.* 2011).

Para la implementación de un sistema silvopastoril se debe considerar el costo de la inversión inicial del sistema, pero que según estudios en diferentes lugares, después de cierto tiempo esa inversión se recupera, teniendo ganancias por los beneficios productivos y ambientales que se reciben. Para ejemplo, de un sistema silvopastoril establecido en la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas, Veracruz, resultó más rentable a partir de los cuatro años en la producción de leche, que el sistema tradicional de solo pastoreo. Pero antes, entre los dos y tres años de iniciado el sistema ya se recuperó la inversión inicial. Por lo que los productores convencidos de las ventajas productivas en la venta de leche y beneficios ambientales observados en sus terrenos, con una mayor diversidad vegetal, decidieron seguir con este sistema (Ávila-Foucat *et al*. 2014).

Cercas vivas

Por otra parte, en relación a las especies de árboles y arbustos más recomendables para múltiples usos, se han identificado 218 especies de plantas vasculares útiles para cercas vivas en Veracruz, entre las que se pueden agrupar por sus usos, 62 comestibles, 55 medicinales, 45 ornamentales, 36 como combustibles, 27 en construcciones rurales, 22 maderables, 13 como forrajes, 6 melíferas y 42 de diversos usos. Destacando la importancia del uso de especies nativas para su conservación (Avendaño y Acosta, 2000).

Las 13 especies forrajeras observadas en Veracruz son: *Parmentiera aculeate, Nopalea dejecta*, *Acacia angustissima*, *Acacia farnesiana*, aroma, *Acacia pennatula*, *Caesalpinia cacalaco*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lennea melanocarpa*, *Leucaena leucocephala* subsp. *leucocephala*; *Pithecellobium*

mangense, *Tamarindus indica*, *Buddleia cordata* subsp. *Cordata, Guazuma ulmifolia* (Avendaño y Acosta, 2000). Para conocer sus cualidades, ver el Anexo F, Catálogo de especies forrajeras.

Considerando ahora las ventajas del uso de cercas vivas en comparación con postes de madera o concreto (Fig. 3), se tiene además de las ventajas ambientales y multiusos conocidas, una muy importante, la del menor valor para su instalación, pues según Torres-Rivera y col. (2008), el costo de una cerca viva de especies nativas, puede ser solo el 20.57% del costo de una de concreto, o 66.21% del costo de una cerca de madera, considerando materiales y mano de obra, por lo que esto puede ser un estímulo para cualquier productor.

Figura 3. Cerca viva y cerco de concreto separando potreros en Xico, Veracruz (Foto: M. Cruz).

Bancos forrajeros

Otro ejemplo, pero ahora de la aplicación de un banco forrajero o de biomasa con el pasto *Cenchrus purpureus* vc. CUBA CT115 en una ganadería de doble propósito en Jamapa Veracruz. Se evaluó la producción tradicional de tres años antes y tres después del uso del banco forrajero. La producción de forraje fue mayor, por lo que cada trimestre se incrementó la carga animal 0.057 UA/ha, la producción de leche 298.37 kg, el peso vivo destetado en 44.8 kg, el número de

vacas del hato en 1.84 y se redujo 58.6% la suplementación por vaca. Logrando superar el déficit de alimento en la época seca, que es la más crítica de la zona tropical del centro de Veracruz (Gudiño *et al*. 2020).

Finalmente, se considera el valor forrajero de algunas especies arbóreas para consumo de bovinos, considerando algunos datos de sus cualidades. Por ejemplo, en el municipio de Tamalín, al norte de Veracruz, mediante encuesta y trabajo de campo se identificaron ocho especies con potencial forrajero: *Bursera simaruba, Gliricidia sepium, Paramentiera aculeata, Brosimun alicastrum, Tabebuia rosea, Leucaena leucocephala, Guasuma ulmifolia* y *Morus alba*. Destacando tres casos la Morera, Leucaena y Guácima, por sus cualidades de valor nutricional (7.9 a 20.22% de Proteína Cruda) que resultaron superior al de los pastos y concentrados comerciales, además de ser árboles o arbustos forrajeros resistentes a la sequía, lo que resulta mucho más ventajoso en zona con sequias prolongadas (Cuadro 2) (Cabrera-Núñez *et al.* 2019).

Cuadro 2. Lista de criterios de valor como especies forrajeras para Morera (*Morus alba*), Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en el norte de Veracruz (Cabrera-Núñez *et al.* 2019).

Criterio de valor para el ganado	**Morera**	**Leucaena**	**Guácima**
Es muy consumida	75%	70%	70%
Incremento en la producción de leche	82%	80%	81%
Mejora la producción de leche	75%	75%	75%
Mantiene la condición corporal	85%	88%	85%
Criterio de valor como árbol o arbusto forrajero			
Resiste la sequía	75%	95%	80%
Es de fácil propagación	93%	88%	81%
Alto valor nutritivo	92%	90%	85%
Rebrota fácilmente	90%	92%	90%

Sistemas silvopastoriles en Chiapas

La incorporación de árboles en sistemas ganaderos permite aumentar la diversidad estructural, los recursos y mejorar la biodiversidad en las áreas de pastoreo. En Chiapas, la población tzeltal, tzotzil, chol y mestiza tienen un conocimiento local en torno al uso y manejo del recurso arbóreo forrajero (Jiménez-Ferrer *et al.* 2007). Más de 100 especies de árboles son manejados en sistemas ganaderos. Es importante resaltar que la mayoría de las especies usadas en los sistemas silvopastoriles chiapanecos pertenecen a la familia Fabaceae, sin embargo, también se encuentran; Bignoniaceae, Esterculiaceae, Moraceae, Fagaceae, Boraginaceae, Anacardiaeae, Myrtaceae y Cesalpinaceae (Soto-Pinto *et al.* 2010).

En seguida se mencionan algunos sistemas silvopastoriles que se encuentran en paisajes ganaderos del Municipio de San Fernando, en la Depresión Central de Chiapas:

Árboles dispersos en potreros

Esta práctica es muy común entre los productores de ganado. En las zonas abiertas es común la presencia de árboles aislados, que dan al paisaje una fisonomía peculiar. Está práctica consiste en dejar de forma dispersa árboles o arbustos en áreas de pastoreo (Fig. 4). La densidad de árboles entre los potreros en estos sistemas varía ampliamente, aunque los productores en general, calculan la cantidad de árboles que les permitan mantener su producción de pastos y los controlan mediante desrame.

En la Depresión Central de Chiapas se encuentran potreros de *Andropogon gayanus* (altura mayor de 2 m) con árboles aislados (0.3 árboles/ha) o adyacentes a fragmentos de bosque, con una superficie menor a 1.2 ha y con 1 cabeza de bovinos/ha. Con una antigüedad de 150 años en las familias propietarias, pastoreo rotacional, que realizan chapeos y deshierbes manuales, no queman, no usan fertilizantes, pero si insecticidas (control de garrapata y

mosca) y desparasitan al ganado. Ahí pasta ganado cebú y criollo para engorda. Estos sistemas coinciden en el espacio con potreros de *Cynodon plestostachyus*, sin árboles y con potreros de *Hyparrenia rufa* (altura entre 1 y 2 m) adyacentes a cercos vivos, con árboles aislados (0.1 árboles/ha), superficie de 1.4 ha, 2.5 cabezas/ha. Las prácticas de manejo son similares en los tres tipos de potreros (Arellano, 2007).

Figura 4. Potrero con árboles dispersos (Foto J. León A. Murillo)

Cercos vivos

Los cercos vivos en Chiapas son una antigua práctica agroforestal tradicional que provee un amplio rango de servicios ambientales y productos (madera, leña, forraje, frutos, etc.). Se tiene conocimiento de que ya a finales del S. XIX, criadores de ganado bovino en el Norte y Valles centrales de Chiapas, sugerían el manejo intensivo de los cercos vivos en áreas de potreros con la especie *Cordia dentata* (Ñanguipo) (Fig. 5).

Los cercos vivos son un elemento que mejora la conectividad estructural y funcional de los paisajes. Se utilizan principalmente especies de crecimiento rápido y que toleran la poda periódica de sus ramas, como *Bursera simaruba, B. bipinnata, Jatropha curcas, Cordia alliodora, C. dentata* y *Tecota stans, Gliricidia*

sepium, Leucaena leucocephala, Brosinum alicastrum, Spondias sp, Cedrela odorata, Tabebuia rosea, Guazuma ulmifolia, etc. (Jiménez-Ferrer *et al.* 2007).

En San Fernando, Chiapas, observamos cercos vivos con árboles multiusos como *Vachellia* spp (forrajeros) (Fig. 5), *Bursera simaruba* (incienso), *Guazuma ulmifolia* (forrajero, medicinal), *Gyrocarpus americanus* (maderable) y *Cordia alliodora* (maderable). Los animales los usan para obtener alimento y por su sombra. Los CV se chapean y se desraman y no se les hace ninguna otra práctica. No requieren por tanto mucho tiempo de labores, ni mucha inversión, si se usan especies locales.

Figura 5. Cerca viva en San Fernando, Chiapas (Foto L. Arellano)

En lo que respecta al almacenamiento y fijación de carbono en biomasa aérea en suelos ganaderos, las pasturas arborizadas y las cercas vivas simples son una alternativa para almacenar carbono (29.86 y 36.06 t C/ha, respectivamente). Esto indica que la implementación de leñosas perennes dentro de los sistemas ganaderos, pueden ser una alternativa para mejorar el balance de carbono en paisajes ganaderos (Biopasos, 2017).

Agrosilvopastoreo y manejo del Acahual

En muchas regiones de Chiapas los campesinos hacen uso de las áreas de acahual, aprovechando la regeneración natural de los árboles y arbustos,

pastoreando sus animales en agostaderos forestales en épocas críticas. Como resultado de las prácticas tradicionales de manejo relacionadas con la ganadería, los propietarios de los ranchos han generado sistemas silvopastoriles (Jiménez-Ferrer *et al.* 2007).

La mayoría de los productores mantienen estas especies en sus áreas de acahual y son fomentadas y/o toleradas a partir de la regeneración natural (por ej., *Vachellia pennatula, Byrsonima crassifolia, Diphysa robinioides, Myrsine coriacea, Nectandra coriacea*, *Ternstroemia tepezapote* y *Trichospermum mexicanum*). En cambio, especies presentes en los potreros, como *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora*, son plantadas para madera. Los productores usan los acahuales o el bosque, como fuente de abono para fertilización de cultivos o cafetales, siendo el humus de *A. pennatula*, *Leucaena* spp. y *D. robinioides* de los más apreciados (Ramírez-Marcial *et al.* 2012).

En la Depresión Central, Ramírez-Marcial y col. (2012), describen un sistema muy interesante, utilizado principalmente por un grupo de productores con raíces indígenas (zoques), basado principalmente en el uso y aprovechamiento de *Vachellia pennatula (*"quebracho") (Fig. 6) y otras especies de *Vachellia*: *V. cornígera, V. farnesiana*, así como *Guazuma ulmifolia*. No se conoce con claridad, si la presencia de estos árboles en los potreros, ha sido producto de la deliberada introducción de esta especie, o si es el resultado ante una baja intensidad de pastoreo. Un factor importante que ayuda a entender esta asociación entre árboles y el ganado, es el papel favorable de los animales sobre la dispersión de las semillas de estas especies (presentes o germinando sobre el estiércol).

Los campesinos de origen zoque se benefician de la presencia de *V. pennatula*, *V. farnesiana* y *V. cornígera*, que son especies pioneras de rápido crecimiento y realizan un manejo integral, del que obtienen diversos recursos forestales (leña y madera), y forraje para el ganado en épocas críticas. Según los usuarios, en estos paisajes estacionales, el forraje escasea en temporada seca y tienen varias maneras de solventarlo, llevando agua y forraje al ganado, o

dejando que éste entre al monte y se alimente de plantas variadas y vainas, lo que permite que mantengan su peso y no mueran, ocasionando pérdidas.

Figura 6. Quebracho (Foto. J. León A. Murillo)

Este manejo consiste en mantener 11 a 37% de cobertura de árboles multipropósito dentro de los potreros, para no reducir el crecimiento de los diferentes zacates. En este sistema es posible mantener representada hasta el 42% de la riqueza de especies leñosas, presentes en el bosque tropical caducifolio. Así, la densidad de árboles en los potreros representa hasta el 28% de las densidades registradas en el bosque.

Los potreros están cubiertos predominantemente (92%) por el pasto brizantha (*Brachiaria brizantha*), aunque se usan otras especies menos frecuentes: pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*, 53%), jaragua (*Hyparrhenia rufa*, 31%), zacate cubano (*Penisetum* spp., 23%), zacate Guinea (*Panicum maximum*, 15%), pata de gallo (*Cynodon dactylon*, 15%), llanero (*Andropogon gayanus*, 7%) y remolina (*Paspalum virgatum*, 7%). La raza de ganado suizo americano es la más común (72%), el 7% posee cruza de suizo cebú y el 21% maneja ambos tipos. Los ganaderos cuentan en promedio con 0.81 ±0.5 animales/ha; estas densidades de ganado pueden beneficiar el establecimiento de árboles. La disponibilidad de agua es uno de los factores que propicia el

movimiento estacional del hato de tres a seis meses, dependiendo de la duración de la temporada de sequía. Otros dividen el potrero y rotan el ganado en periodos de 15 a 30 días, de acuerdo con la disponibilidad de forraje y agua en cada sección.

El proceso de generación de estos sistemas es muy dinámico y cambiante: los quebrachales son elementos comunes del paisaje, cuando las vaquelias maduran depositan numerosas semillas bajo su sombra. Los propietarios de los ranchos llevan al ganado a pastorear durante el periodo de fructificación de las plantas (enero a abril) y les dan a las vacas las vainas como alimento durante las secas (Arellano, 2007). Las semillas son removidas y eventualmente dispersadas por el ganado (León-Cortés *et al.* 2004), aumentando la población de quebrachales (*Vachellia pennatula, V. Farnesiana y V. cornígera*) en potreros y estableciendo quebrachales en áreas de cultivo, sujetos al pastoreo en rastrojo (de maíz o caña de azúcar). Las vacas evitan comer las plantas jóvenes de *Vachellia cornigerapp,* debido a que presentan espinas rojas muy conspicuas (habitadas por hormigas), que les pueden causar heridas y se concentran en otras plantas menos nocivas.

Las plantas de *Vachellia spp* se vuelven dominantes, y a partir de estos sitios, después de unos diez años, se establecen comunidades de quebrachos altamente densas. La competencia por luz y espacio provoca la desaparición gradual de los árboles más débiles y/o enfermos (auto raleo). Después de unos 30 años, los quebrachales son colonizados por arbustos y especies secundarias de árboles. Es posible que el reemplazo de una comunidad de especies de arbustos, por una comunidad de árboles y arbustos más diversa pueda ocurrir en 15 a 20 años. En contraste, cuando los ganaderos remueven las plantas de *Vachellia* spp., (las consideran una plaga que invade sus potreros), o queman sus terrenos para promover el desarrollo de pastos, se reduce la densidad de los quebrachales, formando potreros con árboles aislados (Arellano, 2007) caracterizados por la presencia de *Vachellia pennatula, V.farnesiana, V. cornigera*

y *Guazuma ulmifolia* (Fig. 7), en casos extremos los potreros se quedan sin árboles.

Figura 7. Potrero con variedad de árboles y manchón arbolado (Foto J. León A. Murillo)

Otros sistemas

En Márquez de Comillas, en la región de la Selva, es común el manejo de diversos tipos de palmas (*Sabal yapa, Acrocomia aculeata*) para el aprovechamiento de las hojas y para la construcción de casas y palapas (Jiménez-Ferrer *et al.* 2007).

Pastoreo en plantaciones o huertos

El pastoreo de ovinos y bovinos en plantaciones forestales y huertos frutícolas, es una práctica extendida para el aprovechamiento del forraje de piso, residuos agrícolas y control de malezas. En la selva lacandona y Costa de Chiapas, es frecuente el pastoreo de ganado bovino y ovinos Pelibuey en plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis*), hule (*Hevea brasilensis*) y en huertos de frutales como el mango, naranja y plátano (Jiménez-Ferrer *et al*. 2007), lo que permite mantener limpio el paso entre líneas de la plantación.

Los ovinos Pelibuey en plantaciones de cítricos consuman las hierbas que crecen entre las hileras de árboles, lo que reduce las labores, aporta estiércol al

suelo y puede producir entre 435 y 602 kg de PV/ha/año, sin detrimento de la producción de cítricos (Izaguirre-Flores y Tinajero, 2008).

Producción de frutales y ovinos

En los últimos años varios productores han comenzado a establecer plantaciones de mango con la variedad Ataulfo en vista de que hay una demanda en el mercado local y para exportación. En el rancho Buenavilla en Villaflores, Chiapas el mango se estableció 20 años atrás, y en los últimos 8 años se ha venido manejando bajo un esquema holístico. Se han adoptado prácticas silvopastoriles, con el pastoreo de los ovinos en la huerta, además de prácticas agroecológicas, por el composteo del estiércol de ovinos, producción de lombricomposta, cosecha de agua y siembra de canavalia (*Canavalia ensiformis*).

El rancho cuenta con una extensión de 17 hectáreas, de las cuales 11 están establecidas con Mango Ataulfo. Fue establecido en 1989 bajo un arreglo de 12 x 12, quedando un callejón con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) + pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*), para el manejo de ovinos con pastoreo continuo con una carga animal de 2.02 (±0.3) UA/Ha, durante los años 2002 a 2011 y de 0.80 UA/Ha para el año 2012, pues se vendieron hembras con fin de introducir genética nueva. Los ovinos son pastoreados en el día y por la noche son estabulados, recibiendo suplementación las hembras en lactancia. El estiércol recolectado de los corrales, se utiliza para elaborar los fertilizantes orgánicos (Lombricomposta, acido húmico y Bocashi) que son utilizados en la huerta. En los cuadros 3 y 4 se presentan datos de la producción e ingreso de 2002 a 2012 de este sistema (Jiménez-Trujillo *et al.* 2013).

Cuadro 3. Datos de la producción del rancho Buenavilla mediante sistema silvopastoril con ovinos y árboles de mango Ataulfo (Jiménez-Trujillo *et al.* 2013).

Producción (kg/11 ha)	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011	2011 - 2012
Producción mango (kg)	63,875	82,225	78,350	122,500	112,500	118,900	112,500	84,100	92,575	115,000
Producción borregos (kg/11 ha)	2,900	1,900	2,150	1,780	2,950	2,900	2,500	1,540	2,800	3,560

Cuadro 4. Valor unitario y total de la producción de mango y borregos en el rancho Buenavilla, manejados mediante el sistema silvopastoril (Jiménez-Trujillo *et al.* 2013).

Producción (kg/11 ha)	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011	2011 - 2012
MANGO										
Valor unitario (US$/kg)	0.12	0.11	0.058	0.08	0.13	0.09	0.08	0.18	0.09	0.16
Valor total (US$)	7,812.5	9,765.6	7,031.2	10,156.2	14,843.7	11,718.7	10,156.2	15,625	8,703.1	19,531.2
BORREGOS										
Valor unitario borrego (US$/kg)	1.79	1.79	1.79	1.79	1.71	1.71	1.87	1.95	1.95	2.03
Valor total (US$)	5,210.9	3,414	3,863.2	3,198.4	5,070.3	4,984.3	4,792.1	3,007.8	5,468.7	7,231.2
TOTAL (MANGO + OVINOS)										
Ingreso Total (11 ha)	13,023.6	13,179.6	10,894.5	13,354.6	19,914	16,703.1	14,648.4	18,623.8	14,171.8	26,762.5

Tasa de cambio US$1 = 12.80 (sep, 2012)

La asociación de mango Ataulfo con ovinos ha contribuido a que se obtengan mayores ingresos por la venta de dos productos en una misma unidad de producción, logrando así que exista un menor riesgo económico y una mejor calidad de vida para el productor. El manejo del estiércol de los ovinos ha generado la producción de abonos orgánicos, lo que ha contribuido a una disminución total en los costos correspondientes a la compra de abonos químicos. La combinación de árboles de mango Ataulfo más ovinos, ha contribuido a mejorar el paisaje local del rancho, dando un ambiente más saludable y cordial, tanto para el recurso vegetal y animal, como para los trabajadores y propietarios del rancho.

Bancos de proteína

Es el cultivo de una o varias plantas forrajeras arbustivas a altas densidades y en áreas medianas o pequeñas. Pueden sembrarse con *Guazuma ulmifolia, Thitonia diversifolia, Leucaena leucocephala, Morus alba,* etc. (Jiménez-Ferrer *et al*. 2007).

Cortinas y barreras contra el viento

Son franjas simples o densas que permiten contrarrestar el efecto negativo de los vientos sobre los pastos. En la zona de fronteriza (Comitán y Trinitaria), por

ejemplo, se utilizan cortinas de *Vachellia angustissima, V. farnesiana, V. pennatula*, y *Arundo donax* (Jiménez-Ferrer *et al*. 2007).

Experiencias de adopción de sistemas silvopastoriles en Chiapas

En 2008, desde la perspectiva de las organizaciones conservacionistas, se implementaron módulos piloto en varios municipios de Chiapas, con la intención de transitar de una ganadería extensiva, hacia sistemas más integrados basados en silvopastoreo, para lograr la conectividad del paisaje, al menos a nivel parcela. Este planteamiento surgió y fue adoptado por estas organizaciones, debido a los impactos positivos sobre el ambiente, derivado de los sistemas silvopastoriles. Gran parte de la experiencia con esta estrategia, permitió generar una primera base de productores con experiencias nacionales y modelos experimentales, basados en leñosas locales que corroboraban o enriquecían, las experiencias de los pioneros en la agroforestería tropical como Costa Rica, Colombia y Cuba.

Por otra parte, la Fundación Produce, con apoyo de SAGARPA, mediante su Estrategia de Prioridad Nacional en el Establecimiento, Manejo y Aprovechamiento de los Sistemas Silvopastoriles Intensivos en México (2011), seleccionó 10 estados para implementar módulos piloto, entre ellos Chiapas (250 ha). De esas 250 hectáreas de impacto por la Fundación Produce, la mayoría se centró en las regiones Selva Zoque, Costa y Malpaso (ver Apan-Salcedo, 2019), donde grupos de productores en coordinación con profesores de la facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Chiapas, tuvieron intercambios de experiencias, con la intención de replicar esta tecnología. Sin embargo, el registro de esta fase es muy vago, únicamente algunos exponentes de estos trabajos actualmente proveen leche a una empresa quesera (Lácteos del Potrero S.P.R de C.V.).

Es importante mencionar que en estudios realizados comparando la rentabilidad entre sistemas extensivos y SSP intensivos de *L. leucocephala* (Cuadro 5), ha quedado clara la ventaja del uso del segundo sistema (Gómez-Medina y Rodríguez Sierra, 2020).

Cuadro 5. Información financiera de dos sistemas ganaderos uno extensivo y otro con sistema silvopastoril (SSP) con *Leucaena leucocephala*, y su diferencia en porcentajes (Gómez-Medina y Rodríguez Sierra, 2020).

Información por hectárea			
	Modelo Extensivo	**Modelo Silvopastoril**	**Diferencia (SSP / Ext)**
Ingresos	1,419,144	3,371,429	137.6%
Compras	648,450	1,428,571	120.3%
Mano de obra	227,729	200,000	-12.2%
Herbicidas	47,197	5,714	-87.9%
Medicina	41,856	242,857	180.2%
Vacunas	6,270	9,463	50.9%
Costos indirectos	29,341	0	-100%
Costos de alimentación	53,248	0	-100%
Impuestos	2,895	26,667	821.1%
Utilidad	362,158	1,458,156	302.6%
Porcentaje de los ingresos			
	Modelo Extensivo	**Modelo Silvopastoril**	**Diferencia (SSP / Ext)**
Ingresos	100%	100%	0
Compras	45.7%	42.4%	-7.3%
Mano de obra	16%	5.9%	-63%
Herbicidas	3.3%	0.2%	-94.9%
Medicina	2.9%	7.2%	144.2%
Vacunas	0.4%	0.3%	-36.5%
Costos indirectos	2.1%	0	-100%
Costos de alimentación	3.8%	0	-100%
Impuestos	0.2%	0.8%	287.7%
Utilidad	25.5%	43.3%	69.5%

Entre las ventajas de la adopción de sistemas silvopastoriles en Chiapas, López Gómez (2012) identificó el uso de especies arbóreas maderables, frutales y forrajeras (tanto especies nativas, como introducidas). Los principales usos que se les dan a éstas son: fuente de ingreso para el productor, aprovechamiento de frutas para autoconsumo y venta, fuente de proteína para el ganado y otros usos alternos como: medicinales, de ornato, combustible, postes y comestibles. Se

encontraron 52 especies arbóreas, las cuales correspondieron a 24 familias; además 12 especies como árboles forrajeros, que son aprovechados para el ganado en corte y ramoneo. Los árboles usados para forraje principalmente eran Cocoite (*Gliricidia sepium*), Macuil, (*Tabebuia pentaphylla*) y Guaje (*Leucaena leucocephala*), y dos arbustos que son Árnica (*Tithonia diversifolia*) y Obelisco o tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). Para el aprovechamiento de los componentes arbóreos (maderables, frutales y forrajeros), como estrategia dentro del sistema silvopastoril se encuentran: los cercos vivos, árboles de sombra, árboles dispersos y bancos de proteína. Todos diseñados para el confort del ganado y para su máxima explotación. Los bancos de proteína de Cocoite (*Gliricidia sepium*) están asociados con zacate cubano C-T 715 (*Pennisetum purpurean*) y Guaje (*Leucaena leucocephala*), con alto porcentaje de proteína, así como con Zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*).

De acuerdo con las entrevistas realizadas por López Gómez (2012) se destacan los siguientes beneficios: **a**) el ganado está saludable y consume directo de proteínas, así como de alimento libre de sustancias tóxicas, se encuentra en un espacio agradable, sin la necesidad de meterlos en un corral; **b**) El productor suspende totalmente la inversión en compra de productos para la alimentación, vacunas e insecticidas del ganado, interrumpiendo el uso de estas sustancias para mayor producción de leche y carne. Con el establecimiento y la producción de forrajes se ha frenado el uso de anabólicos, hormonas, antibióticos y estimulantes de crecimiento. Mayor valor económico de la leche, calidad y más compradores en este producto; **c**) Con la presencia de árboles se observa que hay menor compactación del suelo por la carga animal, es un suelo completamente cubierto por vegetación sin dar paso a la erosión, dejando crecer sin ninguna dificultad al pasto. Con el beneficio de estas tres categorías aportadas por el sistema silvopastoril se ha controlado el uso de agroquímicos que hace que se obtenga una producción de leche limpia e inocua, libre de sustancias dañinas al ser humano, lo que la hace una producción orgánica. Obteniendo así armonía y logrando la sustentabilidad económica y ambiental.

Para Chiapas, las experiencias de la Fundación Produce A.C., más los esfuerzos de organizaciones de gobierno como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), SAGARPA y CONAFOR, además de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), a través de la dirección de Corredores Biológicos han permitido el establecimiento de sistemas silvopastoriles en diferentes partes del estado. Se puede mencionar al Proyecto de Capacitación en Sistemas Agroforestales en los Corredores de Chiapas (CBM-CONABIO 2009), Proyecto Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad (CONABIO 2013-2017) y la Estrategia NatureVest-TNC Plan de Negocios para la reconversión productiva (TNC, 2016-2017).

Lo anterior se ha complementado con Proyectos como Mecanismos Innovadores para la Adaptación al Cambio Climático en la Sierra Madre y la Costa de Chiapas (The Nature Conservancy: TNC) y el trabajo por ONG´s conservacionistas Pronatura Sur y Cooperativa AMBIO, además de la Academia, como El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), quienes han registrado experiencias de módulos exitosos en los municipios de Mezcalapa, Tecpatán, Salto de Agua, Reforma, Pichucalco, Marqués de Comillas Villafores, Villa Corzo La Concordia, Arriaga, Tonalá, Pijijiapan y Jiquipilas. La mayor parte de estas experiencias se centran en arreglos silvopastoriles con cercos vivos, bancos de proteína y árboles dispersos en potreros con diferentes niveles de intensificación (Nava-Rojas, 1995; Alfaro-Argüello, 2008; Nahed *et al*. 2009; López Gómez, 2012; Vargas de la Mora *et al.* 2013; Zepeda-Cancino *et al*. 2016; Canché *et al*. 2017; García-Barrios y González-Espinosa, 2017; Braasch *et al*. 2018; Soto-Pinto y Jiménez-Ferrer, 2018; Vargas de la Mora, 2018, Flores-González *et al.* 2019).

A pesar de lo anterior, a nivel de paisaje regional, estas prácticas son insuficientes como para ver impactos positivos a gran escala, lo que abre la oportunidad a generar nuevas experiencias partiendo de las lecciones aprendidas en los territorios intervenidos. Una revisión de factores que han favorecido y

limitado la adopción de árboles en Chiapas puede revisarse en Marinidou *et al.* (2018).

Apan-Salcedo (2019) propone que la masificación del silvopastoreo necesita de la integración de varios factores, que están anidados bajo el enfoque de la emergencia de la innovación, estos son:

a) Organización entre productores y formación de redes: Es el medio por el cual es posible intercambiar y generar metodologías para acelerar el proceso de formación de cultura silvopastoril entre las masas.

b) Transparencia en torno a las prácticas agroecológicas efectivas: Exponer las ventajas y desventajas de los arreglos implementados, teniendo en cuenta que son principios y no recetas los elementos a transferir.

c) Generar procesos constructivistas de enseñanza-aprendizaje: este es un punto crítico y de controversia, pues estos procesos en su desarrollo se fundamentan en la tradición del conocimiento empírico, que entran en conflicto con la tradición racional. La clave es la integración de ambas tradiciones, lo cual depende mucho de los actores territoriales y las fuerzas de contexto.

d) Contar con aliados que coadyuven a la construcción de políticas públicas y fortalecer redes de interacción entre productores, para la difusión de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

e) Mercados favorables. La configuración de mercados y arreglos comerciales justos y alternativos en apoyo a la práctica.

Referencias

Aguilar, R., Nahed, J., Parra, M., García, L., Ferguson, B. 2012. Medios de vida y aproximación de sistemas ganaderos al estándar de producción orgánica en Villaflores Chiapas, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(3):21-51.

Alfaro Argüello, R. 2008. *Sustentabilidad del manejo ganadero holístico y convencional en el trópico seco, de Chiapas México.* Tesis Maestría en Ciencias en Recursos

Naturales y Desarrollo Rural. ECOSUR, SCLC, Chiapas. 126 pp (No. TE/636.2097275 A4).

Apan-Salcedo, G. W. A. 2019. Sistemas Silvopastoriles: Una mirada rápida a los arreglos, masificación y experiencia en Chiapas. *Diversidad*, (18): 123-134.

Arellano, G. L. 2007. Efectos del manejo y de la estructura del paisaje sobre la diversidad y movilidad de escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en selvas bajas caducifolias de Chiapas. Tesis Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo sustentable. ECOSUR Unid-SCLC, Chiapas 177p

Avendaño R. S., Acosta R. I. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 68(1): 55-71

Ávila-Foucat, V.S., Revollo-Fernández, D.A., Endesu AC. 2014. Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema silvopastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 22: 17-33.

Bautista-Tolentino, M., López-Ortíz, S., Pérez-Hernández, P., Vargas-Mendoza, M., Gallardo-López, F., Gómez-Merino, F.C. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 63-76

BioPaSOS. 2017. *Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles. Características de la ganadería bovina del Estado de Chiapas.* CATIE, SADER, IICA, CONABIO. (https://www.biopasos.com/situacion/carac_chiapas2019.pdf)

Braasch, M., García Barrios, L.E., Ramírez Marcial, N., Cortina Villar, H.S., Huber-Sannwald, E., García Marmolejo, G. 2018. *¿Resinar, pastorear y conservar pinares en una reserva de la biósfera? Exploración socioecológica participativa*. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 45 pp.

Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagomez, M., Alarcón-pulido, S., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., Velázquez-Jiménez, S. 2019. Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. *Abanico Veterinario*, 9: 1-12 http://dx.doi.org/10.21929/abavet2019.913.

Canché, A. D. R. A., Martínez, B. C., Sánchez, L. C., Vázquez, A. P., Solis, J. C. 2017. Comportamiento productivo y alimenticio de ovinos en pastoreo en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*. *Revista Bio Ciencias*, *4*(6): 11.

CBM-CONABIO, 2009. Corredor Biológico Mesoamericano. https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/cbmm.html

CONABIO, 2103-2017. Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/SPSB/index.html

FAO. 2017. *Livestock solutions for climate change.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 8 p.

Flores-González, A., Jiménez-Ferrer, G., Castillo-Santiago, M., de Oña, C. R., Covaleda, S. 2019. Buenas prácticas ganaderas: adopción de tecnologías en La

Cañada Rio Perlas, Ocosingo, Chiapas México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *22:* 87-96.

García-Barrios, L., González-Espinosa, M. 2017. Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, *88:* 129-140.

Gómez, B.M.R.C., Ruíz, L.F., Lavin, C.D.A. 2019. Sistema silvopastoril intensivo, alternativa sustentable para ganado bovino de doble propósito en pastoreo. Pp. 20-24. En: Vega Murillo V.E. y Hernández Beltrán, A. (Ed.) *Innovación en la ganadería veracruzana.* Libro científico, Primera edición. Asociación de Médicos Veterinarios Zootecnistas Especialistas en Bovinos del estado de Veracruz A.C.

Gómez Medina, J. F., Rodríguez Sierra, M. 2020. Comparación de rentabilidad entre modelos de ganadería extensiva y modelos silvopastoriles intensivos. Colegio de Estudios Superiores de Administración. Lic. en Administración de Empresas. Bogotá, Colombia. 43 pp.

González-Rebeles, C.I., Fuentes, T.G.G., Galindo, F.A.M. 2015. Recursos naturales y uso de las tierras ganaderas en el trópico. *In: Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical*. Red de Investigación e Innovación tecnológica para la ganadería bovina tropical (REDGATRO). México.

Gudiño E. R.S., Díaz-Untoria, J.A., Torres C.V., Retureta G.C.O., Padilla C.C.R., Martínez Z, R.O., Vega-Murillo, V.E. 2020. Impacto de la tecnología de bancos de biomasa con pasto CUBA CT-115 en una lechería de la zona tropical del centro de Veracruz, México. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3):299-308.

Halffter, G., Cruz R. M., Huerta C.C. (Comps.). 2018. *Ganadería sustentable en el Golfo de México.* Instituto de Ecología, A.C. México. 432 p.

IFOAM. 2009. The Principles of Organic Agriculture. The International Federation of Organic Agriculture Movements. Retrieved January 13, 2011, from: http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html.

Izaguirre-Flores, I., Tinajero, J. J. M. 2008. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en marcha*, *21*(1): 28-40.

Jiménez-Ferrer, G., Nahed, T. J., Soto-Pinto, L. 2007. *Agroforestería pecuaria en Chiapas, México* (No. EE/634.99097275 A3). 76 pp.

Jiménez-Trujillo, J. A., Ibrahim, M. A. 2013. Estudio de caso en el rancho Buenavilla, Chiapas, México: Una opción silvopastoril para la ganadería del trópico, cría y reproducción de ovinos en asocio con cultivo de mango Ataulfo (*Mangifera indica*). VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales para una Producción pecuaria sustentable.

Jiménez-Trujillo, J. A., Ramírez Díaz, R., Hernández Niño, J. G. 2018. *Caracterización de la ganadería bovina del Estado de Chiapas.* Biopasos, CATIE, CONABIO, IICA.

León-Cortés, J. L., Pérez-Espinosa, F., Marín, L., Molina-Martínez, A. 2004. Complex habitat requirements and conservation need of the only extant Baroniinae swallowtail butterfly. *Animal Conservation,* 7: 1-10.

López-Gómez, S. 2012. Caracterización del Sistema Silvopastoril en la Producción de Leche Orgánica, en el Grupo Malpaso, Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada. Mezcalapa, Chiapas. Universidad Intercultural de Chiapas. Licenciatura en Desarrollo Sustentable. 103 pp.

Maníquez-Mendoza, L.Y., López-Ortíz, S., Olguín-Palacios, C., Pérez-Hernández, P., Díaz-Rivera P., López-Tecpoyotl. Z.G. 2011. Productivity of silvopastoral system under intensive mixed species grazing by cattle and sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13:573-584.

Marinidou, E., Jiménez-Ferrer, G., Soto-Pinto, L., Ferguson, B. G., Saldívar-Moreno, A. 2018. Proceso de adopción de árboles en áreas ganaderas: estudio de casos en Chiapas, México. *Sociedad y ambiente*, (18), 201-230.

Nahed, J.; Calderón, J.; Aguilar, R.; Sánchez, B.; Ruiz, J.; Mena, Y.; Castel, J.; Ruiz, F.; Jiménez, G.; López, J.; Sánchez, G., Salvatierra, B. 2009. Aproximación de los sistemas agrosilvopastoriles de tres microrregiones de Chiapas al modelo de producción orgánica. *Avances en Investigación Agropecuaria*, (13): 45-58.

Nava-Rojas, H. 1995. Propuesta de un modelo agrosilvícola, plantación de primavera (*Roseodendron donnell-smithii*) en el Estado de Chiapas. Tesis de ingeniero Agrónoma Especialista en Bosques. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 72 pp.

Palma, J. M., Torres Rivera, J. A. 2021. Manejo Silvopastoril en el trópico seco y húmedo de México. En: Gavito Pardo, M. (Compilador). Aprovechamiento, recuperación y conservación de los socioecosistemas tropicales de México. Capítulo 34. Colección de materiales didácticos "Ciencia para una convivencia duradera con nuestros ecosistemas (en prensa).

Ramírez-Marcial, N., Rueda-Pérez, M. L., Ferguson, B. G., Jiménez-Ferrer, G. 2012. Caracterización del sistema agrosilvopastoril en la Depresión Central de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(2):7-22.

Rodríguez-Moreno, O. G., Nahed-Toral, J., Guevara-Hernández, F., Alayón-Gamboa, J. A., Grande-Cano, J. D. 2020. Historia y caracterización técnica y socioeconómica de la ganadería bovina en la Costa de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems,* 23, #55: 1-13.

Soto-Pinto L., Anzueto M., Mendoza J., Jimenez F. G., De Jong B. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry System* 78, 39–51.

Soto-Pinto, L., Jiménez-Ferrer, G. 2018. Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y bosques*, *24*(SPE).

Soto-Pinto, L., Jiménez Ferrer, G, Lerner Martínez, T. 2008. Diseño de Sistemas Agroforestales Para La Producción y la Conservación, Experiencia y tradición en Chiapas. 1ª ed. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, Chis., México.

TNC 2016-2017. Ganadería Sostenible. The Nature Conservancy (http://www.alianza-mredd.org/ganaderiachiapas/)

Torres-Rivera, J.A., Castro-Flores, R., Grande-Cano, D. 2008. Cercas de uso pecuario en la cuenca del río La Antigua, México: inventario florístico y costo de construcción. *Zootecnia Tropical,* 26(3): 279-283.

Vargas-de la Mora, A. L. 2018. Ganadería en zonas de amortiguamiento en Chiapas, México: análisis de los capitales de la comunidad. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, *15*(4): 565-583.

Vargas de la Mora, A. L., Sepúlveda, C., Ibrahim, M., Jiménez-Ferrer, G., Tobar, D., Robalino, J. 2013. Evaluación de indicadores ambientales en unidades de producción pecuaria (UPP) de beneficiarios y no beneficiarios del PROGAN en Chiapas.

Zepeda Cancino, R. M., Velasco Zebadúa, M. E., Nahed Toral, J., Hernández Garay, A., Martínez Tinajero, J. J. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, *7*(4): 471-488.

V. Escarabajos estercoleros indicadores de la salud ambiental de zonas ganaderas

Contenido

INTRODUCCIÓN 93

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LOS ESCARABAJOS ESTERCOLEROS 94

USO DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS COMO INDICADORES 96
OBJETIVO 97

METODOLOGÍA 97

DEFINICIÓN DE COLECTA BIOLÓGICA 97
UBICACIÓN DE LA ZONA DE COLECTA 98
TRABAJO DE CAMPO PARA MONITOREO Y ANÁLISIS 101
a) Selección de los sitios para poner trampas de colecta 101
b) Distribución y número de trampas por colecta 102
c) Frecuencia de colectas al año 104
d) Duración de cada colecta 104
e) Trampas para colecta y su puesta en campo 105
f) Tipo de cebo 108
g) Recolección y etiquetado 109
h) Separación de los ejemplares y conservación 112
i) Identificación de especies y obtención de datos 116
j) Material necesario 119
k) Resultados e interpretación 122
l) Formatos de campo para obtención de datos 130
m) Ejemplos de llenado de los formatos 139

REFERENCIAS 145

V. ESCARABAJOS ESTERCOLEROS INDICADORES DE LA SALUD AMBIENTAL DE ZONAS GANADERAS

MAGDALENA CRUZ
FERNANDO ESCOBAR
RICARDO MADRIGAL
LUCRECIA ARELLANO

Introducción

Las prácticas ganaderas extensivas tradicionales, han alterado y degradado significativamente diversos hábitat a nivel global, observándose reducción en la diversidad de organismos vivos que habitan en un espacio determinado (biodiversidad), contaminación ambiental y efecto en el cambio climático, todo lo cual se puede considerar mala salud ambiental (Steinfeld *et al.* 2009). Como se ha visto en el capítulo previo, existen alternativas a estas prácticas ganaderas que son menos degradantes del ambiente y que contribuyen a una lenta recuperación de la salud del ecosistema, a la vez que mejoran la calidad y productividad ganadera, lo que puede llevar a un sistema más sostenible o sustentable (Chará *et al*. 2011, Calle *et al.* 2012, Montagnini *et al.* 2015).

Pero los cambios a prácticas regenerativas de manejo ganadero, deben ser paulatinas, con establecimiento de programas o proyectos adecuados a cada región o rancho, según las necesidades y posibilidades de cada productor, así como del financiamiento y acompañamiento técnico a lo largo del proyecto (Chará *et al*. 2011, Giraldo *et al.* 2018). En este proceso debe existir un estudio de las condiciones ambientales y productivas del rancho o región, previo al inicio de los cambios en las prácticas ganaderas, para dar constancia de la situación inicial y poder monitorear periódicamente esos cambios (línea base), utilizando para ello indicadores a diversos niveles, tanto ambientales, productivos y sociales, que son los relacionados con la Sustentabilidad (Napel *et al*. 2011, Giraldo *et al.* 2018).

En este capítulo solo nos enfocaremos al nivel ambiental, en particular de la biodiversidad, con el indicador adecuado para cumplir con el objetivo de evaluar la salud ambiental de zonas ganaderas. Lo que permitirá monitorear y confirmar en el tiempo, los cambios conforme se recupera la zona. Por lo cual se debe evaluar la salud ambiental a partir de su biodiversidad inicial, antes de aplicar los cambios en sus prácticas ganaderas y seguir evaluándola en el tiempo que dure el proyecto (5 años sería un tiempo adecuado), esperando que esta biodiversidad se incremente, mejorando así la salud ambiental de esas zonas ganaderas (Broom *et al*. 2013).

El bio-indicador a seleccionar debe reflejar una respuesta a los cambios del ecosistema, tanto conservados, como modificados, que pueda ser monitoreada durante el proceso de recuperación o en respuesta a su manejo (Gerlach *et al.* 2013). Los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) son sumamente sensibles a los cambios medioambientales, respondiendo de manera relativamente rápida a la perturbación del hábitat y a los cambios temporales propios de su ecosistema. De esta manera podemos evaluar la calidad de la región en la que habitan, de manera confiable y concluyente y así conocer las consecuencias de un problema como la ganadería.

Por ello, se seleccionó a los escarabajos estercoleros o coprófagos, como un excelente grupo indicador de la diversidad de ecosistemas con presencia de fauna productora de estiércol (ganado), del cual dependen los escarabajos para cumplir su ciclo de vida, manifestando cambios en su diversidad y distribución según los cambios en su ambiente (Barragán *et al.* 2011, Cultid-Medina y Escobar, 2016).

Características biológicas de los escarabajos estercoleros

Los escarabajos estercoleros, conocidos comúnmente como peloteros, mayates, caqueros, ronrones, toritos, cuitlalolos, etc., son insectos coleópteros que cumplen un importante papel de limpieza en hábitat naturales y zonas ganaderas, al remover gran cantidad de estiércol y heces de diversos animales,

entre otros servicios ambientales (Nichols *et al.* 2008). Pero su abundancia y diversidad puede ser afectada por cambios en su hábitat, tanto por el uso del suelo (deforestación), como del efecto de algunas prácticas ganaderas (herbicidas, desparasitantes e insecticidas) (Martínez y Lumaret 2006, Arellano *et al*. 2008, Barragán *et al.* 2011, Farias *et al*. 2015). Debido a esta sensibilidad ambiental se les ha considerado excelentes bio-indicadores de paisajes transformados (Favila y Halffter, 1997, Granados *et al*. 2010, Filgueiras *et al*. 2015, Cultid-Medina y Escobar, 2016).

Es fácil encontrar escarabajos estercoleros en zonas ganaderas de climas cálidos (secos, húmedos), incluso en templado y frío, aunque por sus afinidades tropicales, son menos abundantes a mayor altitud. Se les encuentra casi todo el año, pero son más activos durante la temporada de lluvia. Se les ve volando por las zonas ganaderas, donde localizan su alimento por su sentido del olfato, aterrizando cerca o sobre el mojón, o heces de diversos animales (Halffter y Edmonds 1982, Martínez *et al*. 2011). Esto los hace sujetos a ser capturados fácilmente sobre, bajo o cerca de las boñigas o mojones de estiércol. Pero eso implica revisar un gran número de boñigas, sin tener la seguridad de encontrar toda la diversidad de especies que forman una comunidad de este tipo.

Existen especies de escarabajos, que por su pequeño tamaño, menos de un centímetro de largo, pasan la mayor parte del tiempo dentro del estiércol o por debajo del mojón y se les llama moradores o endocópridos. Especies de mayor tamaño y capacidad de enterramiento, hacen galerías que varían en forma, tamaño y profundidad, que puede ser desde unos centímetros, hasta más de medio metro por debajo de la boñiga, en especies grandes de más de 2.5 cm de longitud. Otras especies cortan pedazos de estiércol, que luego ruedan cierta distancia y la entierran, para alimentarse y hacer su nido, de tamaño y forma variable según las especies (Fig. 1) (Halffter y Edmonds, 1982, Martínez *et al.* 2011). Con el enterramiento de estiércol y la remoción de tierra que realizan al enterrarlo, mejoran la calidad de los suelos ganaderos, cumpliendo servicios ambientales en este sistema (Nichols *et al.* 2008).

Figura 1. Representación de los tres tipos de nidificación de los escarabajos estercoleros por la relocalización del alimento para nidificar (Esquema M. Cruz).

Uso de escarabajos estercoleros como indicadores

Para justificar el uso de los escarabajos estercoleros como buenos indicadores de la biodiversidad en zonas ganaderas, a continuación se presentan en forma resumida las características que describen Favila y Halffter (1997). Con lo cual es posible monitorear sus cambios a lo largo del tiempo, sobre todo cuando hay un cierto grado de regeneración del ambiente, que permitan mejores condiciones para su crecimiento poblacional y de diversidad.

1. El grupo comprende un rico y bien definido gremio dentro del ecosistema, donde son importantes en su estructura y funcionamiento.
2. Existe suficiente información disponible sobre su historia natural y taxonomía, para permitir la identificación de especies y la interpretación ecológica de los resultados obtenidos.
3. Los ejemplares del grupo indicador son fáciles de capturar. El método de captura puede ser estandarizado, rápido, confiable y de bajo costo, para hacer posible repetirlo en diferentes sitios y comparar resultados.
4. La colecta de ejemplares no compromete la conservación del grupo, sobre todo si no se usan trampas letales y después son liberados una vez identificados y contados.
5. Los datos de colecta pueden proveer suficiente información ecológica, para determinar la composición y estructura del gremio y su interacción con el resto de la comunidad (temas considerados para especialistas).

a. Para analizar la biodiversidad el gremio se necesita conocer el número de especies en la comunidad, que se define con diversos índices, algunos basados en la abundancia proporcional de las especies (Shannon, Simpson, Hill). Se pueden representar con gráficas que muestren el número de individuos o biomasa por especie a lo largo del tiempo.

b. Para analizar la estructura del gremio se toman en cuenta algunas de sus características, como sus preferencias alimenticias (diversidad trófica), su periodo de actividad diaria (diurnos, nocturnos, crepusculares) o anual, entre otros factores externos que puedan modificar su desempeño y distribución.

6. El grupo indicador puede proveer no solo información acerca de comunidades intactas, sino también medir la reducción de la biodiversidad en áreas con cambios ambientales o modificados por actividades humanas, con diferentes grados de perturbación natural o por los manejos.

Objetivo

Por lo anterior, en este capítulo se presenta el método de colecta de escarabajos estercoleros, con la finalidad de conocer la diversidad de especies que se encuentran en una localidad (biodiversidad), que sirva para monitorear en el tiempo sus posibles incrementos a consecuencia de un mejor ambiente, derivado de prácticas ganaderas menos dañinas, indicando una mejor salud de la zona ganadera.

Metodología

Definición de colecta biológica

Una colecta o extracción de ejemplares sean de plantas o animales, tiene como objetivo obtener una muestra representativa de la fauna o flora de un sitio dado.

La cual debe tener un mínimo impacto en el ecosistema y en la población de interés, sobre todo si se trata de especies raras o en peligro de extinción.

Para realizar una buena colecta de ejemplares, en particular insectos, los especialistas deben tener en cuenta varios aspectos, entre ellos conocer sus hábitos (diurnos, nocturnos, voladores, rastreros, etc.), preferencias alimenticias (frugívoros, detritívoros, coprófagos, necrófagos, polinífagos, rizófagos, etc.), épocas de reproducción y si tienen algún potencial peligro para su contacto, sean por piquetes, veneno o toxinas emitidas en defensa, etcétera. Con lo cual se puede definir la técnica de colecta adecuada, que puede ser por colecta directa, usando malla o redes, o usado trampas con un cebo atrayente. Además, es necesario establecer si los ejemplares se obtendrán vivos o muertos, para su correcto manejo una vez colectados, evitando que sean dañados antes de su posterior identificación (Celi y Dávalos, 2001; Amat-García *et al*. 2005).

Ubicación de la zona de colecta

Existen numerosas diferencias dentro de un rancho con manejo ganadero que favorecen o no, la posible presencia de diversas especies de escarabajos estercoleros. Se sabe que la mayor diversidad de especies de zonas tropicales se ha observado en ecosistemas arbolados naturales (Navarrete y Halffter, 2008, Salomão *et al.* 2020) y la menor en zonas de potreros sin árboles, pero la presencia de zonas intermedias entre éstas y las de potreros ganaderos (que permiten la persistencia de especies de zonas arboladas y abiertas) pueden también contribuir con una buena diversidad de especies (Arriaga *et al*. 2012, Alvarado *et al.* 2018, Capello y Halffter, 2019). Otros factores que modifican la distribución y presencia de escarabajos se pueden deber a la altitud y latitud del terreno (Martín y Lobo, 1993), además del clima y su variación estacional anual, etcétera (Hanski y Cambefort, 1991).

La zona de colecta se podrá ubicar cerca del área de pastoreo del ganado, pues como tal es muy atractiva para los escarabajos que buscan su alimento. Pero por seguridad del ganado, del colector y de las trampas, para que no sean

dañadas por el pisoteo del ganado o incluso extraviadas, será mejor ubicar la zona de colecta en un terreno o potreros, que en el momento de la colecta no se encuentre cerca el ganado, sea porque tengan rotación entre potreros o se cuente con alguna barrera de control del paso de los animales. También es importante que si hay pendientes en el terreno, no se escojan áreas con pendientes pronunciadas. En lo posible, evitar zonas posibles de inundaciones.

Las zonas que se prefieren para la colecta de escarabajos estercoleros son dentro del potrero, en el borde del potrero junto a una cerca o cultivo y en el borde de un área arbolada o cerca viva (Fig. 2). Si es posible, se deben realizar muestreos en un área con vegetación natural que pueda servir como referencia para analizar los cambios debidos al manejo. Esto permitirá comparar posibles diferencias entre las especies colectadas y sus preferencias.

Con la finalidad de obtener la información general del rancho se llenarán los formatos de campo con ayuda de los dueños del rancho: F1- datos generales del rancho, F2- croquis del rancho y F3- registro del sitio a monitorear. Estos formatos están al final de este capítulo, con ejemplos del llenado de cada uno.

Principales puntos a considerar para seleccionar la zona de colecta dentro del rancho a monitorear:

1. Que sea una zona de fácil acceso para el colector.
2. Que esté cerca del área de pastoreo del ganado, sin interferirlo.
3. Que permita ser utilizado a lo largo de tiempo.
4. Que la zona de colecta no quede en ruta del paso normal de animales.
5. Que no sea inundable durante lluvias.
6. Que si hay pendiente, no sea muy pronunciada para evitar caídas.
7. Que no coincida con el área de descanso o fuente de agua del ganado.
8. Que en caso de existir cerca eléctrica, estar alejados de ella.
9. Que finalmente se pueda contar con un diagrama básico del terreno del rancho donde se ubicará la zona o zonas de colecta, para repetir la ubicación cada año mientras dure el proyecto.

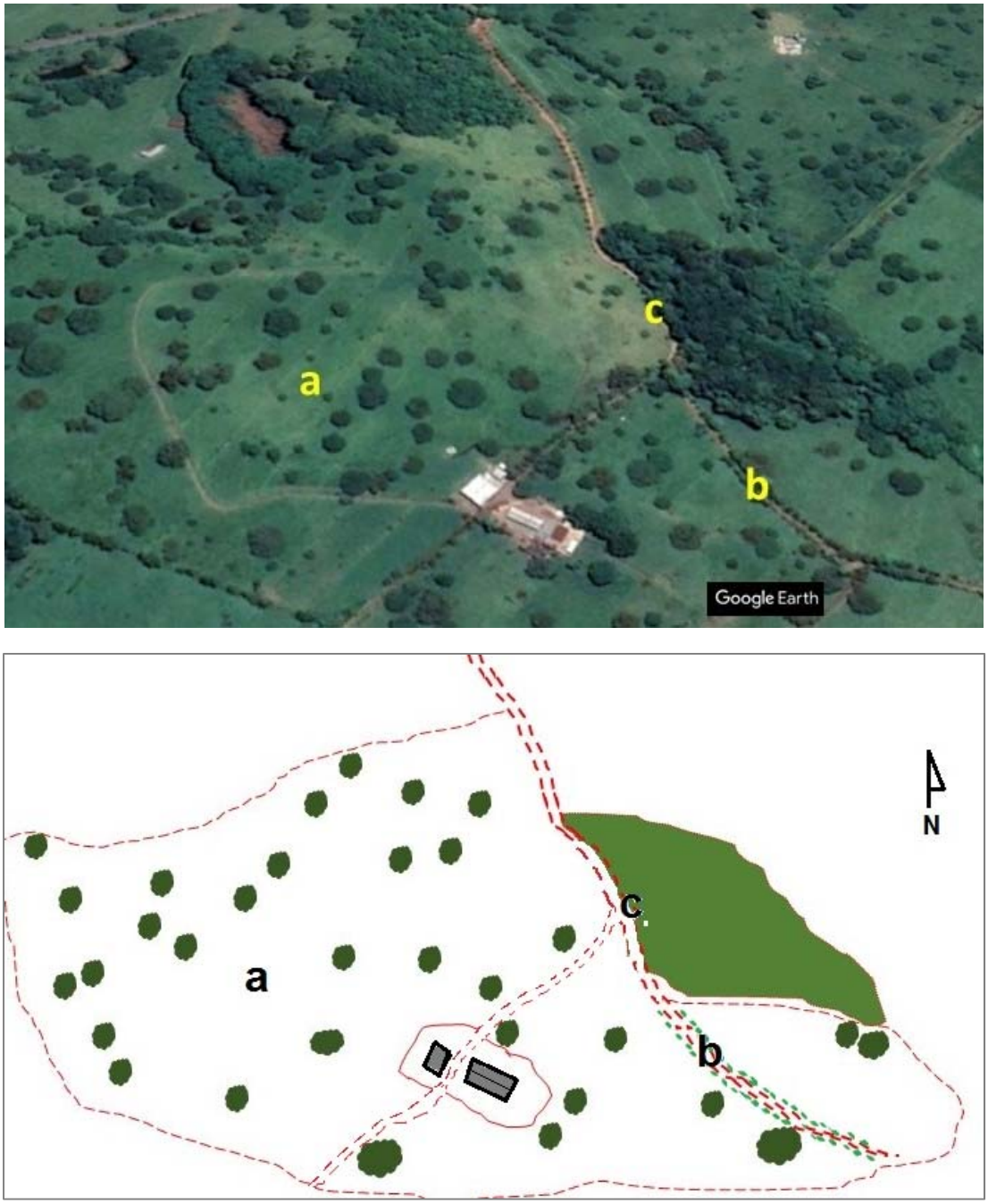


Figura 2. Arriba, vista aérea de un rancho ganadero donde se ubican tres áreas posibles para hacer la colecta de escarabajos estercoleros y abajo, su representación esquemática como ejemplo para el formato F2 y F3: a) zona de pastizal, b) junto a cerca viva y c) junto a zona arbolada.

Trabajo de campo para monitoreo y análisis

El trabajo de campo se puede realizar por personal del mismo rancho, previamente capacitado para realizar la colecta de los escarabajos, así como la identificación básica por género desde su colecta, hasta especie utilizando folletos ilustrados de las principales especies, permitiendo su conteo y registro en los formatos correspondientes que vienen al final de este capítulo. También podrá guardar una muestra de las diferentes especies que se colecten, siguiendo la técnica de preparación de ejemplares recién colectados, que servirán de referencia para posteriores comparaciones o bien, para que un técnico especialista realice la identificación en caso de duda. Pero la capacitación inicial deberá cubrir la mayor parte del trabajo de colecta, identificación y llenado de los formatos.

La siguiente etapa de análisis de la información obtenida del monitoreo, debe ser realizada por otra persona que tenga experiencia en manejo de base de datos con el programa Excel, análisis estadísticos y entrega de resultados e interpretación. Lo cual puede requerir la contratación de una persona que cumpla tal perfil, o bien consultar con especialistas. Para estas labores de capacitación y análisis, existen técnicos de campo y especialistas en biodiversidad de escarabajos estercoleros en el Instituto de Ecología, A. C., ubicado en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

a) Selección de los sitios para poner trampas de colecta

Como se mencionó anteriormente, la selección del área de colecta dependerá de las características de cada rancho, pero básicamente se deben tener al menos dos áreas, una en los potreros donde pastorea el ganado y otra cerca de una zona arbolada, como cerca viva o grupo de árboles. Una vez seleccionada el área o áreas de colecta se hará un esquema o croquis para ubicar dichas áreas dentro del terreno, como se muestra en el ejemplo del rancho de la figura 2.

La forma más común de colecta es mediante el uso de trampas. Se debe tomar en cuenta primero, que la ubicación de las trampas dependerá del manejo

que le den al ganado. Si es por libre pastoreo, se deberá buscar un área fuera de los senderos o en los bordes del potrero, que queden lejos del paso de las vacas, pues podrían pisar las trampas y lastimarse, o romperlas. Por lo cual, se busca limitar su acceso al área de trampas. En zonas con rotación del ganado entre potreros, se pueden seleccionar uno o dos potreros que hayan sido utilizados recientemente (2-3 días), para que no interfieran con las trampas. En zonas con pastizal y presencia de árboles, las trampas se pueden ubicar cerca de bordes, cercas vivas, o zonas con pocos o muchos árboles y arbustos. El sitio debe ser de fácil acceso, que no tenga pendientes muy pronunciadas y que no sea una zona propicia a inundación, lo que pudiera causar la pérdida de las trampas (Fig. 3).

Figura 3. Ejemplo de zona adecuada para poner trampas (flecha amarilla) y no propicia por la pendiente (flecha roja), pues puede ser peligroso (Foto M. Cruz).

b) Distribución y número de trampas por colecta

Lo más recomendable es distribuir las trampas siguiendo un transecto o línea recta imaginaria sobre el terreno, o bien, distribuirlas según la forma del terreno. El número de trampas recomendables por transecto o área, es de **mínimo seis, máximo diez**, con separación entre sí, de 50 m, esto podrá definir el número de trampas que se puedan tener, según el tamaño del terreno (Fig. 4). En caso de terrenos pequeños, excepcionalmente se buscará distribuir las seis trampas

del número mínimo, aunque no estén separadas por los 50 m. En terrenos grandes y que presentan diferentes zonas además de los potreros, como cercas vivas y áreas arboladas, se pondrán más de un transecto para obtener la información de los diferentes hábitats o zonas (Fig. 5). Los transectos tendrán una separación de 200 metros como máximo (Cultid *et al*. 2012).

Figura 4. Arriba, vista ideal de la ubicación de trampas dentro del potrero y alejadas del ganado (al fondo), con separación de 50 m entre una y otra (Foto M. Cruz). Abajo, material necesario: a) flexómetro, b) aplicación de celular para georeferenciar el sitio, c) tabla con los formatos de campo y d) bolígrafo.

Figura 5. Ejemplos de la distribución de trampas en dos tipos de potreros ganaderos, a la izquierda siguiendo el nivel del terreno y a la derecha en un terreno con manejo extensivo se distribuyen cubriendo una gran proporción del terreno (Tomado de Google Earth y modificado por Natalia Meza).

En zonas arboladas, es recomendable proteger las trampas con ramas y hojas, para evitar su saqueo. En todos los casos, es indispensable colocar marcas o señales de colores visibles, como cintas plásticas colgadas o puestas con una estaca, para facilitar la ubicación de cada trampa, sobre todo en zonas arboladas. Elaborar un croquis o esquema de la distribución de las trampas, tomando en cuenta referencias, como cercas, caminos, pozos, etc., facilitará su reconocimiento para ubicarlas en la siguiente colecta. Finalmente, cada trampa tendrá un número, lo cual permitirá llevar un mejor control del muestreo (Martínez *et al*. 2015).

c) Frecuencia de colectas al año

Como todos los organismos vivos, la actividad y abundancia poblacional de los escarabajos estercoleros varía a lo largo del año, sobre todo en relación con las condiciones climáticas. Diversos estudios han mostrado que los escarabajos estercoleros son más abundantes entre los meses de junio a septiembre, que coincide con la temporada de verano o lluvias de la zona tropical mexicana, como Veracruz y Chiapas (Fig. 6) (Montes de Oca y Halffter, 1995, Flota-Bañuelos *et al.* 2012, Barreto *et al*. 2019, Rodríguez-López *et al*. 2019). Aunque hay especies de zona montañosa del centro de Veracruz que pueden ser más activas antes de las lluvias o bien estar presente por más tiempo a lo largo del año (Arellano *et al*. 2005). Por lo anterior y con el fin de poder caracterizar y evaluar la diversidad anual representativa de los escarabajos estercoleros en cada rancho, se pueden hacer al menos dos colectas **durante la temporada de lluvias,** por ejemplo una en junio y otra en septiembre, así se podría encontrar un mayor número de individuos y especies que pudieran estar presentes en la zona.

d) Duración de cada colecta

Lo mínimo que puede permanecer una trampa en campo son **24 horas**, para tener oportunidad de capturar especies de hábitos diurnos, crepusculares y nocturnos. Este proceso ocuparía solo dos días por colecta, uno de preparación

del material, poner trampas y revisión, otro para retirar trampas, contar e identificar las especies. Trabajo para el cual ya estarían bien capacitados él o los colectores para realizarlo. El periodo de 24 horas inicia a partir del momento que se pongan las trampas en el campo. Esto puede ser temprano por la mañana (7 a 8 am) o en la tarde (5 a 6 pm), según la disposición de tiempo del colector y de las condiciones del clima, en caso de lluvias intensas. Después, por la tarde en caso de iniciar en la mañana, o al día siguiente si se inició por la tarde previa, se revisarán las trampas sacando los ejemplares y renovando el cebo en las trampas, hasta cumplir las 24 horas de su exposición. Finalmente se levantarán las trampas, siguiendo las recomendaciones que vienen para tal proceso más adelante.

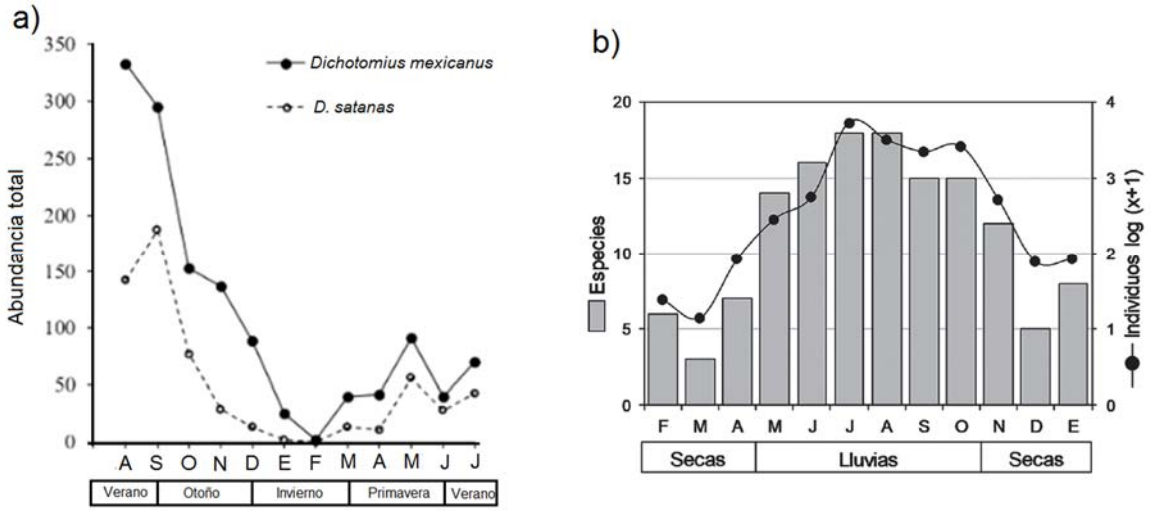


Figura 6. Gráficas representativas de la abundancia temporal de escarabajos estercoleros en a) Veracruz centro y b) Chiapas. En ambos casos se observa que la mayor abundancia se presenta durante la temporada de lluvias de verano, mientras que la menor en secas de invierno (Tomado y modificado de Barreto *et al*. 2019 y Rodríguez-López *et al*. 2019).

e) Trampas para colecta y su puesta en campo

Para colectar escarabajos estercoleros existen diversos tipos de trampas, que se diferencian principalmente por el destino de los escarabajos (vivos o muertos) o tipo de cebo para atraer a los coprófagos o necrófagos. En los muestreos en ranchos ganaderos, se pretende usar pocos días para las colectas, y obtener

relativamente pocos escarabajos que pudieran morir en las trampas. Por lo tanto, se prefieren las **trampas no letales**, de las cuales se dará la siguiente explicación de su preparación y uso.

Como su nombre dice, son trampas no letales que permiten obtener ejemplares vivos, para que después de contarlos e identificarlos hasta especie, se puedan liberar en la misma zona de colecta, conservando solo unos cuantos ejemplares que servirán de muestra representativa y referencia de cada especie.

Las trampas consisten en botes de plástico con tapa, de un litro de capacidad, que tienen algunos agujeros pequeños en el fondo para facilitar su drenaje. La tapa tiene una abertura en forma de triángulo no mayor a 2 cm, para permitir la entrada de los escarabajos (Fig. 7).

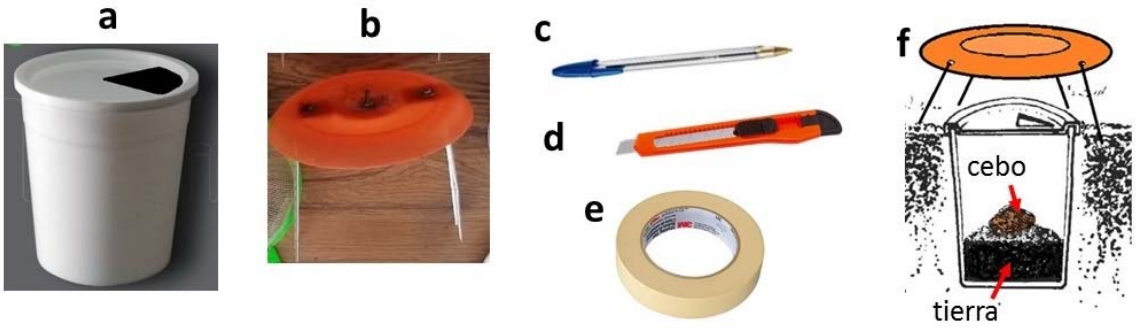


Figura 7. Material necesario para elaborar las trampas no letales: a) bote de plástico con tapa de 1 litro de capacidad y tapa con una perforación en triángulo, b) plato plano de plástico de 25 cm de diámetro con 4 perforaciones en su extremo para sujetar 4 varillas metálicas que servirá como techo a la trampa, c) bolígrafo o marcador indeleble, d) cúter o navaja para hacer el triángulo en la tapa del bote y perforaciones en el fondo, e) cinta masking tape de 2.5 cm de ancho para etiquetar la trampa, f) esquema ilustrando la forma de la trampa ya puesta en el suelo.

Estos botes pueden ser caseros, como los botes de yogur o crema de un litro de capacidad, pero no usar botes que hayan contenido substancias químicas como pinturas o solventes. En caso de comprar nuevos, que sean de bajo costo, pero de plástico rígido para que puedan durar por varios años que requiere el proyecto, así que se deben tener cuidado de no romperlos o perderlos.

La preparación de la trampa consiste en poner en el interior de cada bote un poco de tierra a completar un tercio de su volumen, sobre la cual se ponen

60 gramos de cebo (casi una cucharada grande), de preferencia excremento de bovino fresco, de no más de 2 días de su deposición, cuando aún en muy pastoso en el centro, además por ser abundante en zonas ganaderas, es muy atractivo para los escarabajos. En el suelo previamente se cavará un hoyo al tamaño del bote, para que quede a ras del suelo y la trampa quede rodeada de tierra compacta. Para proteger la trampa del sol y lluvia, se coloca un plato de plástico sostenido con alambres que serán enterrados junto al bote, funcionando como techo (Fig. 8). El material necesario para la puesta de trampas se ilustra en la figura 9 y se desglosa todo lo necesario en la sección de materiales. En esta etapa se llena el formato F2 y F3, para registrar el sitio de monitoreo con el croquis de ubicación de las trampas.

Figura 8. Secuencia para instalar la trampa: a) hacer el hoyo, b) poner el bote, c) poner tierra y encima el cebo, d) registro de datos de número de trampa y ubicación, e) tapar el bote y ponerle su techo, f) trampa instalada con su señal de ubicación hecho con un listón de color y amarrado a un palito largo de madera (Fotos R. Madrigal y F. Escobar).

Figura 9. Material necesario durante la puesta de trampas: a) cubeta para llevar el cebo, b) pala mediana, c) cucharas de plástico para poner cebo, d) bolígrafo, e) libreta de notas, f) palitos de madera de 40 cm, g) cinta plástica o listón de color, h) guantes.

Es recomendable poner las trampas por la mañana (antes de las 8 am) y revisarlas por la tarde (6 pm), para retirar los ejemplares que hayan caído durante el día, evitando así que se maltraten. Después, se renueva el cebo por si se acabó, se vuelve a tapar y se coloca la trampa en el suelo, dejándola actuar durante la noche. En la mañana se revisa otra vez la trampa, se sacan los ejemplares y se retiran los botes, teniendo entonces dos revisiones, la de la tarde que corresponde a los escarabajos con hábitos diurnos y la colecta de la mañana que mostrará los que cayeron durante la noche (Martínez *et al.* 2015; Huerta *et al*. 2016; Cultid *et al.* 2012).

f) Tipo de cebo

Para las especies coprófagas, que son la mayoría, se pueden utilizar diversos cebos, que pueden estar disponibles en el mismo rancho, como las heces de bovino, borrego, caballo o cerdo o una mezcla (3:1) de estiércol de uno y otro, sobre todo en zonas templadas. Las heces de perro son usuales en estudios en zonas urbanas. Lo más común es el uso de estiércol de vaca, por ser más abundante en las zonas ganaderas.

Dependiendo de la disponibilidad de tiempo y espacio para poner trampas, se pueden utilizar varios cebos para colectar la mayor diversidad de escarabajos, pues hay especies que no son exclusivamente coprófagas, otras son necrófagas o incluso copro-necrófagas, al alimentarse tanto de estiércol, como de animales en descomposición (ratones, ranitas, lagartijas y hasta lombrices o milpies), otros pocos buscan frutas, hongos, o diversos materiales en descomposición (Halffter y Edmonds, 1982). Pero para los fines de este proyecto solo se usará estiércol de bovino.

Por higiene del personal que realice el trabajo de poner y revisar trampas para escarabajos coprófagos, requiere el uso obligatorio de guantes.

g) Recolección y etiquetado

Cada trampa se revisa con cuidado usando guantes, se retira el plato que funciona como techo, luego se saca el bote, se quita la tapa perforada y se revisa el bote que contiene la tierra y los escarabajos atrapados. Con ayuda de una palita o cuchara grande se retira lo que quede del cebo y se revisa éste, por si hay escarabajos dentro del cebo. En caso de encontrar ejemplares, se cuentan y pasan a una cubeta de un galón, que contenga ¾ de su volumen con tierra para facilitar su transporte, cuya tapa tendrá pequeñas perforaciones para permitir la ventilación. Después, utilizando una charola o plástico grueso de 50 x 50 cm, se vacía el contenido del bote, se revisa cuidadosamente la tierra y se separan y cuentan los ejemplares capturados en cada trampa, incluso los escarabajos muertos que pudieran encontrarse. La identificación de especies grandes se puede hacer usando el folleto de consulta anexo o el formato F4 para identificar al menos a género, contando los ejemplares que haya del mismo género y pasarlos a un bote más pequeño para confirmar su especie, dejando la determinación de los ejemplares pequeños para después (Fig. 10).

Figura 10. Revisión de trampas: a) sacar el bote con cuidado, b) vaciar el contenido del bote sobre una charola o plástico grande, c) separar y contar los ejemplares, d) separar los ejemplares grandes, e) usando el folleto ilustrado de especies para identificar las que sean posible, f) registrar los datos obtenidos por trampa (Fotos R. Madrigal).

Se debe llevar la cuenta de los escarabajos encontrados por cada trampa, apuntando los datos del sitio de colecta, número de trampa, fecha, hora y nombre del colector en el formato de campo para la revisión F5 y en la libreta de campo correspondiente. Al final se tendrá el total colectado de cada revisión (la de tarde y de mañana) y el número de ejemplares que no se pudieron identificar en ese momento y los que sí. En el caso de los ejemplares que no se pudieron identificar se llevarán en una cubeta, reuniendo el total por sitio, para transportar los escarabajos (Fig. 11). Los ejemplares que si se hayan identificado

hasta especie se podrán liberar después de haberlos contado, pero dejar algunos ejemplares para elaborar la colección de referencia.

Figura 11. Escarabajos capturados en trampas: a) ejemplares grandes que son más fáciles de identificar usando el folleto ilustrado, b) especies pequeñas que requieren mayor cuidado para su identificación posterior con ayuda de lupa, por eso se transportan en la cubeta al sitio de identificación (Fotos M. Cruz).

Después de cada colecta, se llevan los escarabajos capturados de todas las trampas de un mismo sitio y horario en su respectiva cubeta, al lugar de trabajo destinado para su posterior identificación. Puede ser en una galera o un espacio con techo, mesa, sillas o bancos, buena iluminación y donde se pueda trabajar tranquilamente. Ahí, finalmente se completan los formatos F5 y F6 con los datos de las especies identificadas y número total de ejemplares.

Al término del muestreo de 24 horas, recoger todas las trampas del sitio, tapar los agujeros del suelo donde estuvo cada trampa, quitar las estacas con cinta de color y lavar todo el material utilizado (botes, cubetas, palas, cucharas, charola, etc.), guardándolos en un lugar seguro para utilizarlo en la siguiente colecta. Ver la lista completa del material necesario en la sección (J) (Fig. 12).

Figura 12. Material para la revisión de las trampas: a) charola o pedazo de plástico grueso de 50 x50 cm, b) pala chica para remover tierra, c) guantes desechables, d) bote de plástico de ½ litro con tapa perforada para separar ejemplares por especies, e) pinzas para sujetar los insectos, f) lupas para observación de escarabajos para su identificación, g) libreta de campo, h) bolígrafo, i) folleto ilustrado con las especies de escarabajos, j) cubeta de un galón y tapa con perforaciones, donde se llevarán a los escarabajos con tierra para su posterior identificación.

La siguiente etapa del trabajo que debe realizar el personal designado en cada rancho, requiere que haya sido capacitado adecuadamente para la identificación hasta especie. La asesoría impartida al inicio del proyecto, será por un técnico especialista en el manejo e identificación de los escarabajos estercoleros. El técnico les enseñará además del método para hacer la colecta, el uso de las claves taxonómicas y del folleto ilustrado que se les proporcionará previamente para su consulta, pues hay especies que presentan diferencias notables entre hembras y machos, que por desconocimiento pudieran considerarse diferentes especies, o bien, que especies de colores y tamaños similares sean identificados como una sola especie (y no lo sean), lo cual implica errores en los resultados. Una vez que el personal de cada rancho sepa cómo usar las claves y el folleto, les será más fácil su tarea y aprenderán a reconocer más fácilmente las especies comunes en su zona, punto clave para definir la diversidad de los escarabajos.

h) Separación de los ejemplares y conservación

Ya en el lugar de trabajo, cada cubeta con escarabajos se manejará por separado para no confundir los resultados por sitio y horarios. Sobre la mesa y con ayuda de una charola o plástico de 50 x 50 cm, se van sacando los escarabajos poco a poco, pues pueden volar, ordenándolos primero por tamaño, luego por su

semejanza de color, forma, presencia de cuernos, etc. Cada grupo semejante se pone en botes medianos con tapa que tenga perforaciones y que contenga un poco de tierra, para que estén tranquilos y no vuelen antes de su identificación y conteo por especie. Esta labor requiere cuidado para no maltratar a los escarabajos, pues se deben liberar posteriormente.

Después de que todos los escarabajos colectados sean identificados y contados por especie, se separan unos ejemplares de cada una y por sitio, de ser posible hembra y macho de las especies grandes y cuatro ejemplares de las pequeñas. Con esto se puede establecer una colección de referencia para la localidad o rancho de interés, que pueda ser consultada en muestreos posteriores, o también, para separar ejemplares con duda sobre su identificación y se puedan llevar a consulta con el especialista. Los demás ejemplares se liberarán en el mismo terreno donde se colectaron, para no afectar a las poblaciones locales con las colectas.

Los escarabajos que sí irán a la colección de referencia se sacrificarán usando alcohol etílico al 70%, contenido en un frasco de plástico de boca ancha y 100 ml, con tapa de rosca, dentro del cual se sumergen los ejemplares para su sacrificio. Esta substancia debe manejarse con cuidado por su volatilidad y ser mantenido en un lugar fresco y seguro. Los ejemplares se pondrán dentro del frasco con alcohol por 15 a 20 minutos o hasta que ya no se muevan, después se sacarán, se lavarán con cuidado para eliminar la suciedad con un poco de agua, se dejarán secar poniéndolos sobre papel absorbente (Fig. 13 y 14). El tiempo de secado dependerá de la temperatura y humedad del sitio de trabajo.

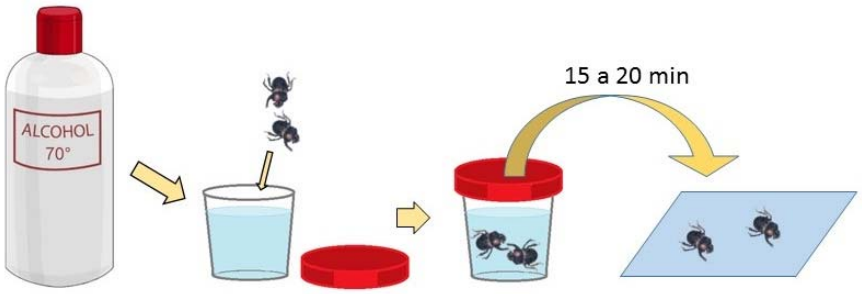


Figura 13. Secuencia de pasos para sacrificar a los escarabajos que se dejarán para formar una colección de referencia.

Figura 14. Una vez limpios los escarabajos se dejan secar sobre papel absorbente y después se ponen sobre la “cama de algodón” ordenándolos según la especie (Fotos R. Madrigal).

Los ejemplares que van a formar la colección de referencia, una vez identificados y limpios, se pondrán sobre una “cama de algodón” que se envolverá con papel estraza o periódico limpio. Cada “cama” se elabora con una capa de algodón que puede medir 15 x 20 cm por lado, o dependiendo del ancho del paquete, se cortan los cuadros correspondientes. El cuadro de algodón se toma como referencia para recortar una cruz formada por 4 cuadros más grande con el papel de estraza o papel de periódico, que servirán para envolver la “cama de algodón” a manera de sobre (Fig. 15).

Sobre el algodón se pondrán en orden los ejemplares de cada especie, utilizando tantas “camas de algodón” como sea necesario. Dentro de las camas, junto a los ejemplares de cada especie se pondrá una etiqueta con la siguiente información: municipio, localidad, fecha de colecta, altitud, hábitat o área de colecta, cebo y colector. Para terminar de secar todos los ejemplares y evitar la proliferación de hongos o se pudran, las “camas de algodón” cerradas, ya con los ejemplares, se pondrán al sol por varias horas o incluso días, cuidando que no se pierdan o dañen. Por último, los ejemplares se guardan en cajas de plástico con tapa hermética, para su consulta en caso necesario (Martínez *et al.* 2015; Cultid *et al.* 2012).

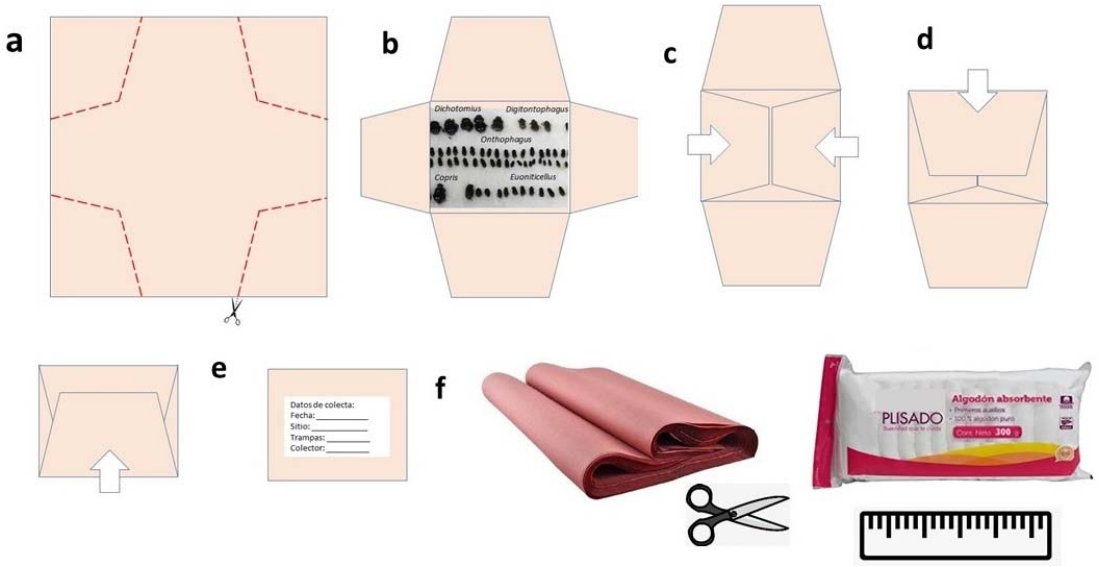


Figura 15. Pasos para elaborar las "camas de algodón", donde se guardarán los escarabajos de referencia ya identificados: a) corte del pliego de papel estraza o periódico, b) corte del algodón que ocupará el cuadro central del papel, ahí se pondrán los escarabajos en orden, c, d, e) se cierra el pliego, hasta que quede como un sobre, f) en la parte posterior se coloca una etiqueta con los datos de referencia. Se anexa las figuras del material necesario.

Figura 16. Ejemplo de una cama de algodón terminada ya con los escarabajos ordenados por especies indicando el número del transecto o sitio de colecta. Note la forma del papel de estraza para envolver la cama y la libreta de campo donde se hacen las anotaciones (Foto R. Madrigal).

Es importante señalar que la colección de referencia se formará con los escarabajos capturados en las primeras dos o tres colectas hechas en cada tipo de ambiente (arbolado, pastizal, silvopastoril), para obtener el mayor número de especies por zona. Así podrán servir de consulta en caso de dudas sobre la identificación de otros ejemplares. Con esta colección se evita tener muchos ejemplares conservados, sobre todo si son especies comunes y relativamente abundantes. Los colectores podrán identificar esas especies más fácilmente, por lo que después de contarlos se podrán liberar. Pero en especies poco comunes o pequeñas, se requiere contar con algunos ejemplares de referencia adicionales para facilitar su identificación con ayuda del especialista (Fig. 17) (Cultid *et al.* 2012).

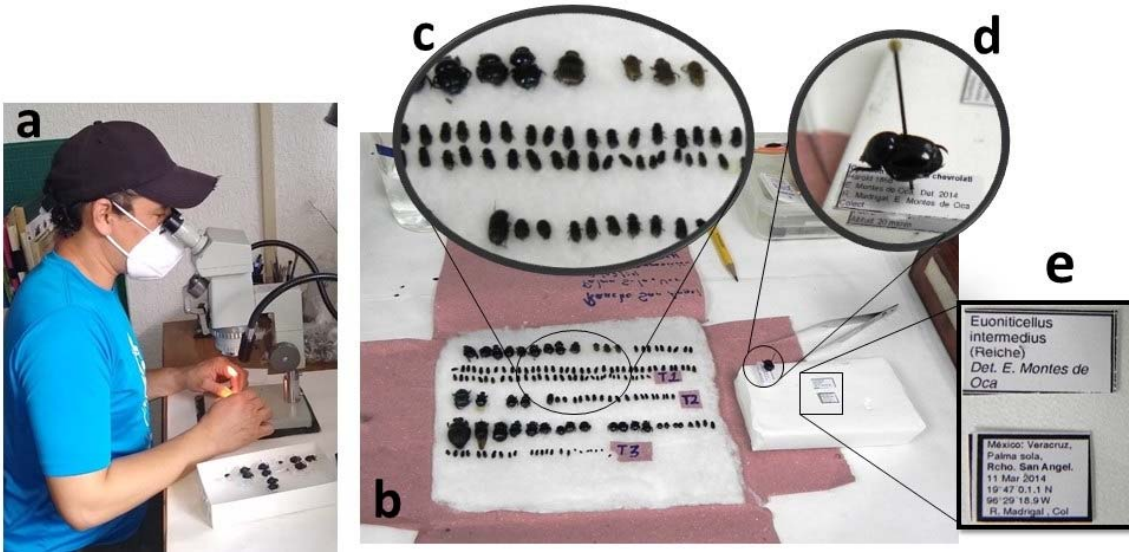


Figura 17. Identificación por el especialista de escarabajos estercoleros (a), utilizando ejemplares colectados y puestos en "camas de algodón" (b), que serán confirmados o rectificados de especie, según características taxonómicas distintivas, c) ejemplares ordenados por semejanza, d) ejemplar ya identificado y etiquetado, e) ejemplo de una etiqueta formal de identificación con datos de la especie, sitio, fecha y nombre del colector (Fotos R. Madrigal y F. Escobar).

i) Identificación de especies y obtención de datos

Para iniciar este proceso de identificación, es necesario mencionar que cada especie animal o vegetal, es muy diferente y tiene su propio nombre científico,

por ejemplo: *Homo sapiens*, es el nombre científico de todos los humanos, *Zea mays* es el maíz, o *Bos taurus* es la vaca o toro común. Pero en el caso de los escarabajos, aunque algunos se parecen mucho, hay algunas características que los diferencian de otras especies, por ejemplo su tamaño y color (Fig. 18). En algunos casos incluso dentro de la misma especie es posible encontrar diferencias por ejemplo en el color entre poblaciones de diferente ubicación (Fig. 19). Otro muchos, presentan cuernos o protuberancias principalmente en la cabeza que pueden ayudar a diferenciar entre machos y hembras, pero no todos los machos tienen cuernos (Fig. 20) (Martínez *et al*. 2015; Huerta *et al.* 2016).

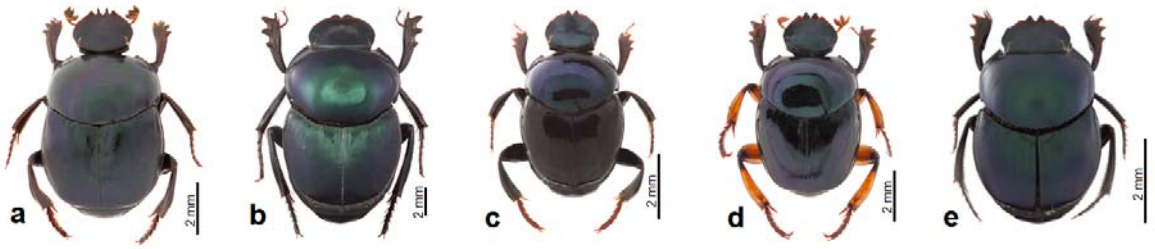


Figura 18. Ejemplo de especies del mismo género que tienen algunas semejanzas en su forma y tamaño, pero son diferentes especies: a) *Canthon cyanellus*, b) *C. indigaceus chiapas*, c) *C. euryscelis*, d) *C. femoralis*, e) *C. leechi*. (Tomado y modificado de Capello y Halffter, 2019).

Figura 19. Variación del color en *Phanaeus tridens,* la hembra puede presentar diferentes coloraciones posiblemente por su amplia distribución geográfica (Tomado y modificado de Edmonds y Zidek, 2012).

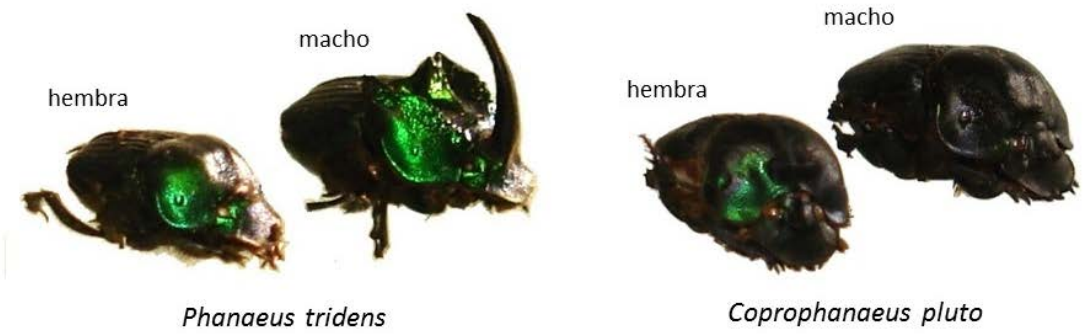


Figura 20. Ejemplo de especie en la que los machos presentan cuerno como en *Phanaeus tridens* o bien están ausente como en *Coprophanaeus pluto* (Fotos M. Cruz).

Por lo tanto, en esta etapa y para realizar una identificación completa, se requiere el uso de claves taxonómicas (Anexo A) y sobre todo de los catálogos ilustrados para su más fácil comparación con las especies identificadas en las diferentes regiones de México (Fig. 21) (Edmonds y Zidek, 2012; Vaz de Mello *et al.* 2011; Capello y Halffter, 2019).

Para facilitar este trabajo, se elaboraron claves y folletos ilustrados con las especies más representativas de Veracruz y Chiapas, Anexos A y B de este capítulo, para su consulta por el personal asignado y capacitado para este trabajo. Como ya se ha mencionado en la sección del trabajo de campo, la capacitación y consulta de asesores para estas actividades, puede provenir de los técnicos y especialistas en escarabajos estercoleros que hay en el Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecoetología, de la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Finalmente, toda la información obtenida de las especies identificadas será vaciada en los formatos F5, F6 y F7, correspondientes a las especies identificadas durante la revisión de trampas y las que posteriormente hayan requerido ayuda con las claves y el folleto ilustrado, que después servirán para la siguiente etapa de análisis de datos (Cultid *et al*. 2012).

Figura 21. Ejemplo de algunas publicaciones disponibles para la consulta sobre los escarabajos estercoleros de diferentes regiones y países.

j) Material necesario

En esta sección de desglosa todo el material necesario para el trabajo de campo de colecta, revisión de trampas y procesamiento de ejemplares para su conservación e identificación. En cada sección, previamente se incluyeron algunos materiales ilustrados para facilitar su reconocimiento y uso. En el caso del número de trampas y sitios por colectar, se definirán considerando el número mínimo de trampas de 6 o máximo 10, de acuerdo al tamaño del terreno a muestrear y los sitios donde se pondrán las trampas (por ejemplo, pastizal, zona muy arbolada o poco arbolado). Con estas opciones se presenta en el cuadro A la cantidad de material necesario para cada opción.

I. Para medir y marcar los sitios de ubicación de trampas:

1. Un flexómetro de 5 o 10 metros
2. Aplicación de celular para ubicar la zona y hacer el esquema del terreno donde se definirán las zonas de colecta (por ejemplo Google Maps).
3. Libreta de campo y bolígrafo o lápiz, para tomar nota de actividades.
4. Tabla de madera o plástico con broche para el formato F1, F2 de campo.

II. Para elaborar las trampas de colecta:

1. Botes de plástico de un litro con pequeñas perforación en el fondo, tapa con perforación en triángulo, de material resistente para reutilizar durante varios años (cantidad ver cuadro A).
2. Platos de plástico planos de 25 cm de diámetro, con 4 perforaciones en las orillas para sujetar el alambre (cantidad ver cuadro A)
3. Cuatro alambres galvanizados de 1/8, cortados a 30 cm de largo y doblados en la punta, para sujetar cada plato que servirán de techo para las trampas (cantidad ver cuadro A).
4. Palitos de madera de 40 cm, que servirán de estaca a la cinta de color.
5. Un pedazo de cinta plástica o listón ancho de colores llamativos, para marcar los sitios de cada trampa (cantidad ver cuadro A).
6. Estiércol vacuno (cebo) fresco, (no más de 2 días de su deposición) (cantidad ver cuadro A).

CUADRO A Material por trampa / sitio	Un sitio		Dos sitios		Tres sitios	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx
Bote de plástico de 1 L, con tapa	6	10	12	20	18	30
plato de plástico de 25 cm de diám /trampa	6	10	12	20	18	30
1.2 m de alambre galvanizado /plato	7.2 m	12 m	14.4 m	24 m	21.6 m	36 m
1 palito de madera delgada de 40 cm de largo	6	10	12	20	18	30
30 cm de cinta plástica o listón de color	1.8 m	3 m	3.6 m	6 m	5.4 m	9 m
60 g de estiércol /trampa /revisión	360 g	600 g	720 g	1200 g	1080 g	1800 g

7. Una cubeta mediana de plástico para llevar el estiércol o cebo.
8. Una pala mediana para hacer los hoyos y recoger el estiércol.
9. Un par de cucharas de plástico grandes para poner el cebo.

10. Una cinta masking tape de 2.5 cm de ancho, para etiquetar los botes.
11. Una caja de guantes desechables medianos y/o grandes
12. Marcador indeleble negro para identificar los botes trampa.
13. Libreta de notas y bolígrafo.
14. Una tabla de madera o plástico con broche para el formato F2 y F3
15. Caja de plástico grande o bolsa o saco grande para llevar los materiales.

III. Para la revisión de trampas:

1. Cinco botes de plástico de medio litro y tapa con pequeñas perforaciones, para usar durante la separación de ejemplares por especie, o según tamaños para facilitar su identificación, sobre todo de los grandes.
2. Cubetas de plástico de un galón, con tapa perforada para ventilación, una por cada sitio de muestreo para llevar los escarabajos colectados al sitio de identificación final.
3. Una charola de plástico grande o un pedazo de plástico grueso de 50 x 50 cm para vaciar la tierra de la trampa y buscar los escarabajos.
4. Pinzas entomológicas (opcional).
5. Guantes desechables
6. Una palita chica para remover la tierra
7. Folletos ilustrados para identificar a los escarabajos al menos a género.
8. Lupa de mano para observación de escarabajos, facilita su identificación por comparación con las fotos en el folleto de especies.
9. Libreta de notas y bolígrafo.
10. Una tabla de madera o plástico con broche para los formatos F4, F5 y F6.
11. Cubeta con el cebo necesario para reponer el de cada trampa, dejando que se cumpla el segundo periodo de exposición de las trampas y después hacer la segunda revisión.

IV. Para preparar ejemplares y conservarlos como referencia:

1. Frasco de 1 litro de alcohol etílico de 70°, para usar como substancia letal y fijadora de los escarabajos.

2. Dos o tres frascos de plástico de 100 ml, boca ancha y tapa de cierre hermético.
3. Pinzas entomológicas (opcional).
4. Papel estraza o periódico para envolver las “camas de algodón”.
5. Paquete grande de algodón plisado.
6. Rollos de papel absorbente, para dejar secar a los escarabajos lavados.
7. Tijeras.
8. Regla o cinta métrica
9. Cajas herméticas medianas para guardar las “camas de algodón”
10. Guantes

k) Resultados e interpretación

El primer paso para el manejo de datos y la obtención de resultados confiables, es pasar la información que se ha incluido en los formatos de campo, de los muestreos e identificación de especies, en hojas de cálculo básicas de Excel (Fig. 22), a fin de estandarizar y sistematizar la información para el trabajo con el técnico especialista o el asesor especializado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Edo	Mpio	Rancho	Sitio	Fecha	trampa	revisión	cebo	Género	Especie	abundancia
11	Ver	P Ov	La Potranquilla	Pot 1	02/07/2020	1	2	de borrego	Canthon	indigaceus	22
12	Ver	P Ov	La Potranquilla	Pot 1	02/07/2020	2	2	de borrego	Canthon	indigaceus	15
13	Ver	P Ov	La Potranquilla	Pot 1	02/07/2020	1	2	de caballo	Dichotomius	amplicollis	4
14	Ver	P Ov	La Potranquilla	Pot 1	02/07/2020	1	2	de caballo	Dichotomius	colonicus	8
15	Ver	P Ov	La Potranquilla	Pot 1	02/07/2020	2	2	de caballo	Phanaeus	tridens	13
16	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	1	1	de vaca	Canthidium	sublaeve	33
17	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	2	1	de vaca	Canthidium	sublaeve	1
18	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	1	1	de borrego	Dichotomius	amplicollis	5
19	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	2	1	de borrego	Dichotomius	amplicollis	15
20	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	1	1	de caballo	Canthon	cyanellus	35
21	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	1	1	de caballo	Canthidium	sublaeve	66
22	Ver	P Ov	El Manantial	SSP Guas	06/07/2020	2	1	de caballo	Canthon	cyanellus	15

Figura 22. Ejemplo de llenado de una hoja Excel, con la información de colecta.

Para esta hoja de Excel las variables a considerar como encabezados de columnas son las siguientes:

A. Estado: Veracruz (Ver) o Chiapas (Ch)
B. Municipio: Abreviación del municipio (dos o tres letras)
C. Rancho: nombre abreviado
D. Sitio de colecta: arbolado, cerca viva, potrero, etc.
E. Fecha de colecta: día/mes/año
F. Trampa: número en que se encontró cada especie
G. Revisión: horario de revisión (1= tarde, 2= mañana)
H. Cebo utilizado: vaca, caballo, cerdo, borrego
I. Género de la especie
J. especie
K. Abundancia: o número de individuos de cada especie

1). Análisis de información

Los resultados más básicos consisten principalmente en obtener la lista general de especies de escarabajos estercoleros por rancho. Esta información también podrá estar clasificada en listas de especies por sitio de colecta en cada rancho, por cada revisión (mañana o tarde), o el total de especies por la temporada de lluvias en cada año. Todo depende de qué información nos interese.

Como ejemplo, en el cuadro 1 se muestra la lista total de especies (RIQUEZA DE ESPECIES) por sitio de colecta, en dos ranchos de Veracruz, de una temporada de lluvias. El número 1 indica la presencia de la especie en un sitio y el 0 su ausencia. La última línea de la lista incluye el total de especies en cada sitio.

Cuadro 1. Lista de especies presentes en dos ranchos, distinguiendo su presencia en diferentes zonas dentro de cada rancho.

ESPECIES	Rancho El Manantial			Rancho La Potranquilla		
	Bosque	SSP Guásimo	Potrero sin árboles	SSP Guaje	Potrero arbolado	Potrero sin árboles
Canthidium pseudopuncticolle	1	0	0	0	0	0
Canthon cyanellus	1	1	0	1	1	0
Canthon indigaceus	0	1	1	1	1	1
Copris incertus	0	0	1	0	1	0
Copris lugubris	0	0	1	0	0	1
Deltochillum scabriusculum	1	0	0	0	0	0
Dichotomius amplicollis	1	1	0	1	0	0
Dichotomius colonicus	1	1	1	1	1	0
Digitonthopphagus gazella	0	1	1	0	1	1
Euoniticellus intermedius	0	0	1	0	0	1
Onthophagus hoepfneri	1	1	0	0	0	0
Onthophagus landolti	1	1	0	1	1	1
Phanaeus scutifer	1	0	0	1	1	0
Phanaeus tridens	1	1	0	1	0	0
Sisyphus mexicanus	1	0	0	0	0	0
Uroxys boneti	1	0	0	0	0	0
TOTAL	**11**	**8**	**6**	**7**	**7**	**5**

Los dos ranchos son distintos, pues, aunque se tienen datos de 3 sitios de colecta para cada uno, en el rancho El Manantial existe un bosque (donde entra el ganado a comer durante la temporada seca), un sistema silvopastoril de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y un potrero sin árboles. En cambio, en el rancho La Potranquilla hay un sistema silvopastoril de guaje (*Leucaena leucocephala*), un potrero arbolado y un potrero sin árboles. El primer rancho tiene un total de 16 especies (11 en el bosque, 8 en el sistema silvopastoril de guácimo y 6 en el potrero sin árboles). El segundo rancho tiene un total de 11 especies (7 en el sistema silvopastoril de guaje, 7 en el potrero arbolado y 5 en el potrero sin árboles). Con la información de esta lista podríamos decir que en el rancho El Manantial se conserva un mayor número de especies que en el rancho La Potranquilla (casi 50% más alto). Por el contrario, la menor diversidad se observa en ambos ranchos, en los potreros sin árboles.

Si revisamos la lista de especies podemos ver que en el bosque del Rancho El Manantial, por ejemplo, hay 5 especies que no están en los otros sitios, en el

sistema silvopastoril de guásimo hay 4 especies que no se encuentran en el potrero y en el potrero hay tres especies que no están en los otros sitios, o sea que esas especies parecen preferir un sitio en particular para vivir.

Ahora bien en el Cuadro 2 se presenta otro ejemplo, la lista de especies por sitio de colecta en uno de los ranchos, detallando ahora el número de escarabajos (individuos) por especie (ABUNDANCIA DE ESPECIES).

Cuadro 2. Número de individuos de las diferentes especies de escarabajos estercoleros que se colectaron en tres sitios del rancho El Manantial.

ESPECIES	**Rancho El Manantial**			**Total**
	Bosque	SSP Guásimo	Potrero sin árboles	
Canthidium pseudopucticolle	15	0	0	15
Canthon cyanellus	20	**70**	0	90
Canthon indigaceus	0	55	**80**	135
Copris incertus	0	0	15	15
Copris lugubris	0	0	26	26
Deltochilum scabriusculum	23	0	0	23
Dichotomius amplicollis	35	20	0	55
Dichotomius colonicus	28	25	12	65
Digitonthophagus gazella	0	28	15	43
Euoniticellus intermedius	0	0	60	60
Onthophagus hoepfneri	15	2	0	17
Onthophagus landolti	10	15	0	25
Phanaeus scutifer	25	0	0	25
Phanaeus tridens	40	27	0	67
Sisyphus mexicanus	3	0	0	3
Uroxys boneti	**90**	0	0	90
TOTAL	**241**	**197**	**196**	**634**

Cuando vemos la cantidad de escarabajos por sitio y por especie en la lista anterior, nos podemos dar cuenta de que el bosque es el sitio del rancho El Manantial, que tiene más especies y más individuos. También podemos ver que *Uroxys boneti* parece ser la especie más común en el bosque, *Canthon cyanellus* en el sistema silvopastoril y *Canthon indigaceus* en el potrero.

Para conocer mejor a estas especies e interpretar mejor su presencia/ausencia y abundancia en los sitios, podríamos consultar el Anexo D con las fichas técnica de diversas especies registradas en Veracruz y Chiapas, o bien al especialista (quien conoce la ecología e historia de vida de las especies) o buscar en sitios como NaturaLista, una plataforma web muy accesible de la CONABIO.

Con una lista como la del ejemplo anterior (que incluya el número de especies o riqueza y el número de individuos o abundancia), un especialista podría calcular algunas medidas que se usan en diversos estudios, para dar una idea más exacta sobre lo que pasa con la diversidad en cada sitio (ej. índice de Shannon, Números de Hill, índice de Gini- Simpson, etc.). Para una consulta más completa de estos índices, se recomienda el trabajo de Moreno (2019), que muestra una excelente descripción de estos métodos de análisis de la diversidad.

2) Línea Base

Los datos obtenidos de la primera colecta, aportarán la riqueza y abundancia de especies, entre otras medidas, que representará la LÍNEA BASE y servirán para comparar el estado actual de la comunidad de escarabajos estercolero en cada rancho. Esto define en el tiempo CERO (2021 en el gráfico de la figura 23) o el momento previo a iniciar los cambios por prácticas ganaderas más sustentables. A partir de entonces se irán contrastando los datos de la línea base, con los datos obtenidos de los siguientes muestreos del año 1 (2022), 2 (2023), 3 (2024), etc.

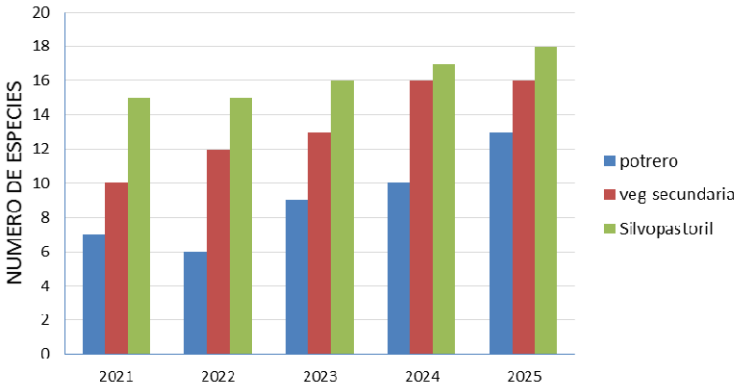


Figura 23. Variación anual hipotética en el número de especies, en tres sitios con diferente manejo ganadero, a lo largo de 5 años de aplicar manejo sustentable.

El objetivo de contar con una línea base, es mostrar el posible incremento en el número y abundancia de especies. El cambio en la composición de las especies de escarabajos estercoleros en el tiempo (indicador de calidad), representa la respuesta de las especies a la reconversión hacia prácticas de manejo más sustentables. En teoría, estas prácticas generarán un hábitat de mayor calidad para los escarabajos, con mejores condiciones ambientales, incluyendo mayor diversidad vegetal lo que esto favorece un buen desempeño, pues se ha observado que a mayor cobertura vegetal, mayor diversidad de escarabajos (Giraldo *et al*. 2011, Arellano *et al*. 2013, Alvarado *et al*. 2018) (ver Figuras 24 y 25).

En contraste, cuando hay una reducción de la abundancia y riqueza de especies de escarabajos, como se ha observado en sitios pobres en biodiversidad (ej. potreros sin árboles y manejo extensivo tradicional), se puede entender que estas condiciones adversas afecten a estos organismos para desarrollarse adecuadamente (menor cobertura arbórea, suelo desnudo, compactado, etc.), aunado a prácticas nocivas, como el uso de ivermectinas para la desparasitación del ganado (Martínez y Lumaret 2006), la aplicación de agroquímicos para el control de insectos o las quemas (Farías *et al.* 2015). Por lo tanto, los cambios en la lista o composición de especies, deberá ser analizado por un especialista en escarabajos, pues requiere conocimiento de la ecología e historia de vida de las especies.

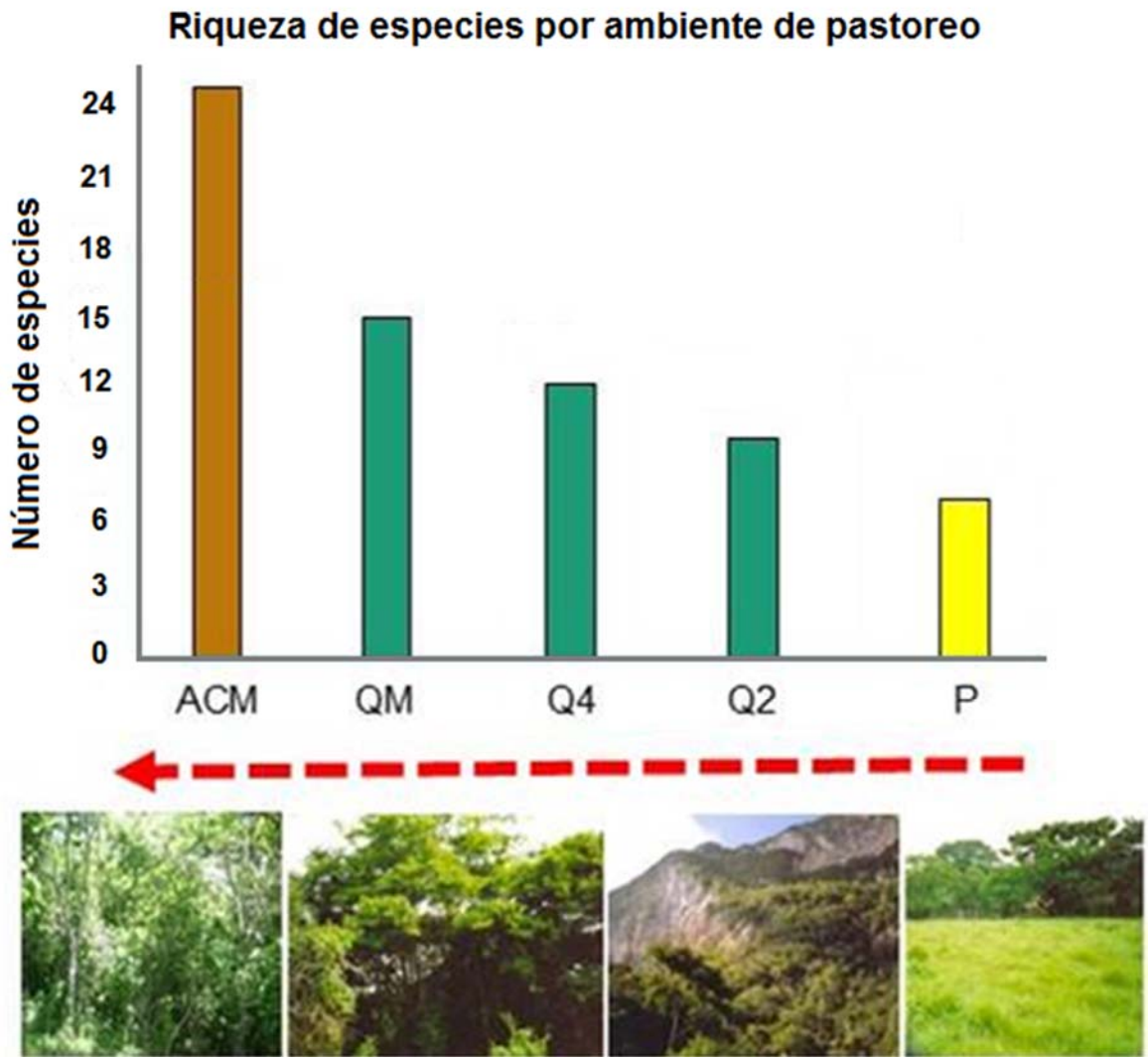


Figura 24. Cambios en el tiempo de la riqueza de escarabajos estercoleros en un gradiente de condiciones **hipotéticas** de pastoreo y manejo diferentes: P= Potrero sin árboles. Q2= potrero con árboles de Quebracho (*Vachellia pennatula*) a 2 años de implantado. Q4= quebrachal de 4 años. QM= quebrachal maduro (10 a 15 años). ACM= Acahual maduro de selva baja caducifolia (hasta 30 años). La flecha indica de menor a mayor riqueza de especies (Imagen basada en Arellano *et al*. 2013).

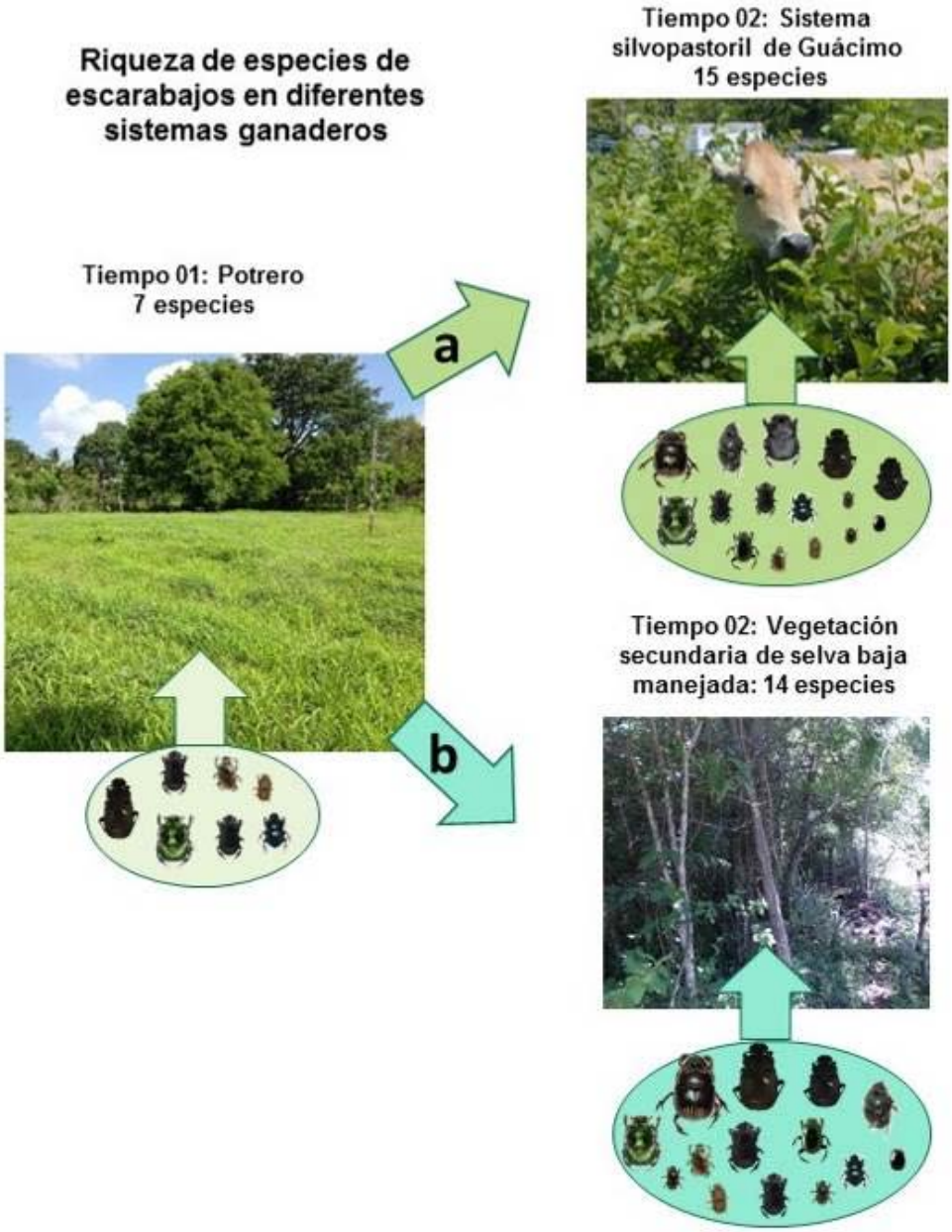


Figura 25. Cambios en la riqueza de escarabajos bajo dos condiciones **hipotéticas** de pastoreo y manejo diferentes, iniciando al tiempo 1, la línea base en el potrero. La primera opción (a) se convierte al tiempo 2 a un sistema silvopastoril de Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) (tiempo estimado 5 años). La segunda opción (b) el potrero se convierte al tiempo 2 en vegetación secundaria manejada para fines ganaderos (tiempo estimado más de 10 años). Esquema basado en Farías *et al.* 2015 y en experiencias de implantación de SSP en Paso de Ovejas (foto del sistema silvopastoril, S. López Ortiz, las demás fotos L. Arellano).

l) Formatos de campo para obtención de datos

- **Formato F1**, registro general del Rancho participante: ubicación por Estado, municipio, localidad, coordenadas, altitud, superficie, tipo de propiedad, antigüedad del rancho, nombre del dueño y años de serlo, historia de las prácticas de manejo del ganado y su finalidad, descripción de la vegetación dominante y los porcentajes de usos del suelo en el rancho. Esta información la proporcionará el dueño del rancho.
- **Formato F2,** croquis general del terreno que ocupa todo el rancho, con referencias a los sitios posibles para la colecta de escarabajos.
- **Formato F3**, registro de los sitios de colecta dentro del rancho, indicando los datos de su ubicación, nombre del rancho, coordenadas y altitud. Fecha de puesta y término de trampas, horario programado de la primera y segunda revisión de trampas en un periodo de 24 horas, número de trampas por transecto, número de sitios por colectar, con descripción breve de cada uno, y croquis del sitio o sitios donde se ubicarán las trampas.
- **Formato F4,** resumen ilustrado de los principales géneros de escarabajos estercoleros presentes en los estados de Veracruz y Chiapas, con escala de referencia para facilitar su primera identificación en campo.
- **Formato F5,** de campo para la revisión y conteo de escarabajos estercoleros por trampa. Se reúne la información de las colectas, con los datos generales del rancho, colector y fecha de colecta. Se le asignan claves a las trampas considerando el sitio de colecta, número de trampa y cual revisión fue de la mañana o tarde. Se indica el número de ejemplares posibles de identificar con ayuda del folleto ilustrado, y cuántos se dejan para su identificación posterior, dando finalmente el número de ejemplares total colectado por cada trampa y sitio, en cada revisión.
- **Formato F6,** corresponde a la lista de especies identificadas en campo y por trampa. Al momento de sacar los ejemplares capturados por trampa,

se irán contando y pasando a la cubeta de transporte correspondiente, pero los ejemplares grandes que son más fáciles de identificar se podrán comparar con las fotos del folleto ilustrado. Se usarán las claves asignadas a las trampas definidas en el formato F5, número total de ejemplares colectados por trampa, separando el número de ejemplares identificados por especie y cuantos quedan pendientes por identificar.

- **Formato F7**, donde se pondrá la lista de las especies que quedaron pendientes por identificar, pero ahora usando las claves y el folleto, realizando el trabajo en el lugar de trabajo más cuidadosamente, no en campo. Ahora se maneja los datos de la cubeta donde se reunieron los ejemplares de todas las trampas de un mismo sitio y por revisión. Se debe tener el dato del total de ejemplares capturados por revisión en cada sitio, y el número de ejemplares pendientes por identificar, de la cuales se buscará identificar el mayor número posible por sitio y revisión. En caso de quedar pendientes por identificar se deberá consultar con el especialista.

Finalmente, como ya se mencionó en Resultados y Análisis, con los datos obtenidos de las colectas, se pasarán a una hoja de cálculo en Excel, donde se capturarán los datos de todas las colectas hechas durante el proyecto de monitoreo. Después, se analizarán año con año para obtener evidencia del posible incremento de la diversidad de escarabajos estercoleros. Esto se espera relacionar con los cambios a prácticas ganaderas más sustentables en el rancho, pero solo se reflejará después de varios años, mínimo 5 años, dado que la aplicación de cambios en el manejo de un sistema ganadero, requiere un largo periodo hasta que se noten cambios en la biodiversidad (Chará *et al.* 2011, Giraldo *et al.* 2011 Cultid *et al*. 2016).

Al final vienen unos ejemplos de cada formato con datos hipotéticos para ilustrar cómo ubicar la información y tipo de manejo que se les da, usando claves sencillas y el orden a seguir en la captura de los datos. Esperamos les sea útil a los responsables de guiar este proyecto.

F1- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RANCHO PARTICIPANTE

Fecha:	Estado:	Municipio:
Localidad:	Nombre del Rancho: Nombre del propietario:	Superficie:
Propiedad privada (SI) (NO) defina:	Años de ser propietario:	Antigüedad del rancho:
Ubicación Latitud N	Longitud W	Altitud:

Sistemas de manejo del ganado utilizados desde su origen	Tiempo durante el cual se empleó	Finalidad del ganado

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TERRENO DE TODO EL RANCHO

VEGETACIÓN DOMINANTE	USO DEL SUELO Y % DE OCUPACIÓN
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	
8)	
9)	

F2- CROQUIS DEL TERRENO QUE OCUPA EL RANCHO

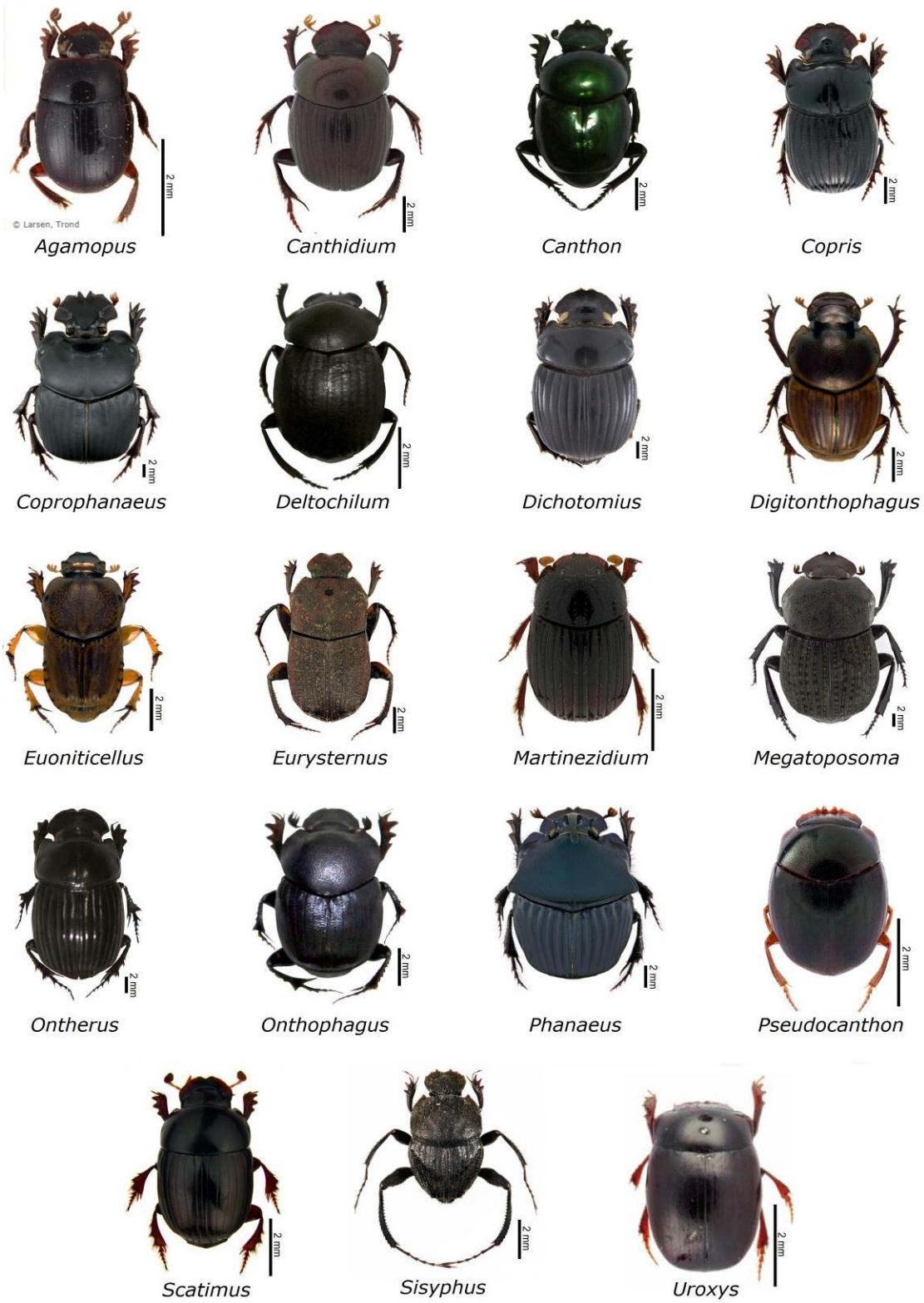
Haga un esquema general para definir la forma del terreno que ocupa todo el rancho, ubicando la zonas de potreros, arbolados, cultivos, río, manantial, galeras, casa, camino, cercas vivas, etc. Esto facilitará ubicar los sitios de interés para poner las trampas.

F3- FORMATO DE REGISTRO POR SITIO DE MONITOREO

Estado:	Municipio:	
Localidad:	Nombre del Rancho:	
Ubicación Latitud N	Longitud W	Altitud (msnm):

Fecha y hora de puesta de trampas:	Fecha de término de trampas:
Horario para la primera revisión:	Horario para la segunda revisión:
Tipo de cebo:	Nombre del colector(es):
Número de trampas por transecto o sitio:	Número de sitios por monitorear:
Descripción de cada sitio de colecta para escarabajos: 1- 2- 3-	
CROQUIS DEL SITIO O SITIOS DE MONITOREO CON UBICACIÓN DE LAS TRAMPAS:	

F4- EJEMPLO DE GÉNEROS DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS



F5- FORMATO DE CAMPO PARA REVISIÓN Y CONTEO DE ESCARABAJOS POR TRAMPA

Nombre del Rancho _____ Nombre del colector _____

Fechas de colecta: _____

(1) Sitio	Num. trampa	(2) Revisión	(3) (Clave de la trampa	Num. de individuos NO identificados por trampa	Num de individuos identificados con el folleto	Total por trampa

1) Sitios posibles de monitoreo: pastizal o potrero (P), arbolado (A), lindero (L), cerca viva (C), silvopastoril (S).

2) Revisión de trampas: de la tarde (T), de la mañana (M)

3) Clave de la trampa: información resumida de cada trampa, ejemplo: A2T - Arbolado, trampa # 2, revisión de la Tarde.

F6- LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN CAMPO Y POR TRAMPA

Nombre del Rancho _____ Nombre del colector _____

Fechas de colecta: _____

Clave de trampa *	Especies identificadas en el sitio /las no identificadas se numeran y da alguna característica para su reconocimiento	Identificados en el sitio	Por identificar	Total

* Clave tomada del formato F5

F7- LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS CON AYUDA DE CLAVES Y FOLLETO

Nombre del Rancho _____ Nombre del colector _____

Fechas de colecta: _____

Sitios de colecta: _____

Sitio y revisión	Total por sitio y revisión	Ejemplares por identificar	Especies identificadas con claves y folleto	Num. por especie

m) Ejemplos de llenado de los formatos

F1-DESCRIPCIÓNGENERAL DEL RANCHO PARTICIPANTE

Fecha: 6 de Junio 2021	Estado: VERACRUZ	Municipio: Jilotepec
Localidad: Piedra de Agua	Nombre del Rancho: La Esperanza Nombre del propietario: Juan Pérez	Superficie: 3 hectáreas
Propiedad privada (SI) (NO) defina:	Años de ser propietario: 30	Antigüedad del rancho: 55 años
Ubicación Latitud N 19°36'39.3"	Longitud W 96°58'7.6"	Altitud: 1600 m snm

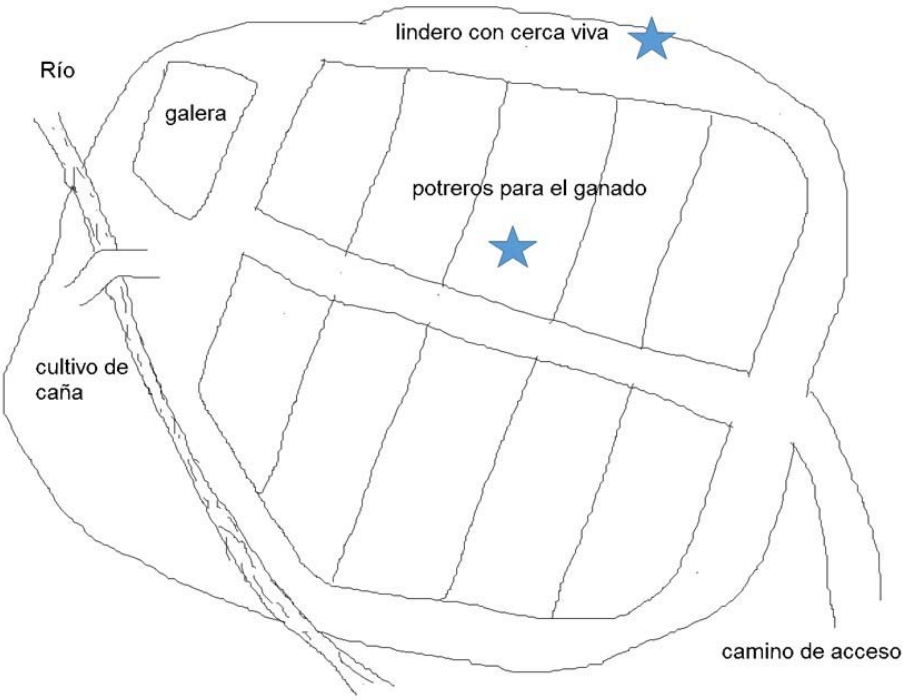
Sistemas de manejo del ganado utilizados desde su origen	Tiempo durante el cual se empleó	Finalidad del ganado
Extensivo	35 años	extensivo
Rotacional	20 años	Doble propósito (leche, cria)

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TERRENO DE TODO EL RANCHO

VEGETACIÓN DOMINANTE	USO DEL SUELO Y % DE OCUPACIÓN
1) Bosque cercano de encino	Potreros ganaderos en el 80% del terreno
2) Cultivo de caña	Cultivos diversos 10%
3) Arboles de pino en lindero	Zona arbolada 5%
4) Potreros de pasto estrella y King grass	
5) Otras especies de pasto nativos	
6)	
7)	
8)	
9)	

F2-CROQUIS DEL TERRENO QUE OCUPA EL RANCHO

Haga un esquema general para definir la forma del terreno que ocupa todo el rancho, ubicando las zonas de potreros, arbolados, cultivos, río, manantial, galeras, casa, camino, cercas vivas, etc. Esto facilitará la ubicar los sitios de interés para poner las trampas.



Las estrellas indican los sitios posibles del monitoreo

EJEMPLO DE LLENADO

F3- FORMATO DE REGISTRO POR SITIO DE MONITOREO

Estado: VERACRUZ	Municipio: JILOTEPEC	
Localidad: PIEDRA DE AGUA	Nombre del Rancho: LA ESPERANZA	
Ubicación Latitud N 19°36'39.3"	Longitud W 96°58'7.6"	Altitud: 1600 MSNM

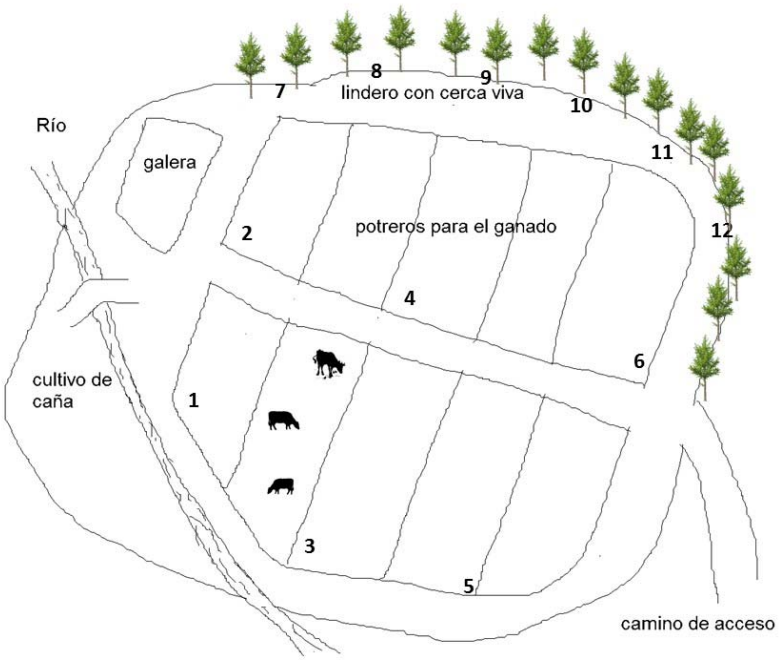
Fecha y hora de puesta de trampas: 6 DE JUNIO 2021 8 am	Fecha de término de Trampas: 7 DE JUNIO 2021 9 am
Horario para la primera revisión: 6 pm	Horario para la segunda revisión: 8 am
Tipo de cebo: vacuno	Nombre del colector(es): Nicolas Ponce y León Casas
Número de trampas por transecto: 6 trampas	Número de sitios por monitorear: 2 sitios

Descripción de cada sitio de monitoreo:

1- potreros ganaderos con pasto estrella

2- lindero que tiene cerca viva de pino

CROQUIS DEL SITIO O SITIOS DE MONITOREO CON UBICACIÓN DE LAS TRAMPAS:



EJEMPLO DE LLENADO

F5- FORMATO DE CAMPO PARA REVISIÓN Y CONTEO DE ESCARABAJOS POR TRAMPA

Nombre del Rancho __La Esperanza_____ Nombre del colector Nicolas Ponce y León Casas_____

Fecha de colecta: 6 y 7 junio 2021_____

(1) Sitio	Num. trampa	(2) Revisión	(3) Clave de la trampa	Num. de Individuos NO identificados por trampa	Num. individuos identificados con el folleto	Total por trampa
Potrero	1	Tarde	P1T	25	3	28
Potrero	2	Tarde	P2T	15	1	16
Potrero	3	Tarde	P3T	4	1	5
Potrero	4	Tarde	P4T	19	0	19
Lindero	9	Tarde	L9T	8	1	9
Lindero	10	Tarde	L10T	11	2	13
Lindero	11	Tarde	L11T	13	0	13
Lindero	12	tarde	L12T	20	2	22
Potrero	1	Mañana	P1M	17	5	22
Potrero	2	Mañana	P2M	25	3	28
Lindero	7	Mañana	L7M	8	3	11
Lindero	8	Mañana	L8M	16	1	17

1) Sitios posibles de monitoreo: pastizal o potrero (P), arbolado (A), lindero (L), cerca viva (C), silvopastoril (S).
2) Revisión de trampas: de la tarde (T), de la mañana (M)
3) Clave de la trampa: información resumida de cada trampa, ejemplo: A2T - Arbolado, trampa # 2, revisión de la Tarde.

EJEMPLO DE LLENADO

F6- LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN CAMPO Y POR TRAMPA

Nombre del Rancho __La Esperanza_____ Nombre del colector Nicolas Ponce y León Casas ____

Fecha de colecta: _6 y 7 de junio 2021__

Clave de trampa *	Especies identificadas en el sitio /las no identificadas se numeran y da alguna característica para su reconocimiento	Ejemplares identificados	Por identificar	Total
P1T	*Copris incertus*	3		2
	Canthon cyanellus	1		1
	*Especie **01** (azul, mediano, peludito)*		3	3
P2T	*Canthon cyanellus*	1		1
	*Especie **02** (verde, pequeño con cuerno)*		3	3
P3T	*Dichotomius colonicus*	1		1
	*Especie **03** (negro, pequeño sin cuerno)*		4	4
L9T	*Copris incertus*	1		1
	Especie 02 (verde, pequeño con cuerno)		3	3
L10T	*Eunoniticellus intermedius*	2		1
	Copris incertus	1		1
	Especie 03 (negro, pequeño sin cuerno)		5	5
L11T	*Dichotomius colonicus*	2		1
	Ontherus mexicanus			1

* Clave tomada del formato F5

EJEMPLO DE LLENADO

F7- LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS CON AYUDA DE CLAVES Y FOLLETO

Nombre del Rancho ___La Esperanza____ Nombre del colector Nicolas Ponce y León Casas ___

Fecha de colecta:_6 y 7 de Junio 2021

Sitios de coleta: Potrero y Lindero_____.

Sitio y revisión	Total por sitio y revisión	Ejemplares por identificar	Especies identificadas con claves y folleto	Num. Por especie
Potrero Tarde	136	111	*Onthophagus belorhinus* *Onthophagus cyanellus* *Onthophagus incensus* *Onthphagus rhinolophus*	4 20 49 38
Lindero Tarde	114	89	*Onherus mexicanus* *Onthophagus cyanellus* *Onthophagus incensus* *Scatimus ovatus*	10 25 30 24
Potrero Mañana	105	78	Sp 1 Sp 2 Sp 3	X X X
Lindero Mañana	95	88	Sp 1 Sp 2 Sp 3	X X X

Referencias

Alvarado, F., Andrade, E.R., Santos, B.A., Prescott, G., Souza, G., Escobar, F. 2018. Forest cover is more important than farmland heterogeneity and livestock intensification for the retention of dung beetle phylogenetic diversity, *Ecological Indicators*, 93: 524-532

Amat-García, G., Gasca A., H.J. & Amat-García, E. 2005. *Guía para la cría de escarabajo.* Fundación Natura. Universidad nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, Bancoideas Impresores. 80 p.

Arellano, L., Favila, M. E., Huerta, C. 2005. Diversity of dung and carrion beetles in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity and Conservation,* 14: 601-615.

Arellano, L., León-Cortés, J.L., Halffter, G., Montero. J. 2013. *Acacia* woodlots, cattle and dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Mexican silvopastoral landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84:650–660.

Arellano, L., León-Cortés, J., Halffter, G. 2008. Response of dung beetle assemblages and their conservation in remnant natural and modified habitats in southern Mexico. *Insect Conservation and Diversity,* 1(4): 253-262

Arriaga, A., Halffter, G., Moreno, C. 2012. Biogeographical affinities and species richness of copronecrophagous beetles (Scarabaeoidea) in the southeastern Mexican High Plateau. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 519-529.

Barragán, F., Moreno, C.E., Escobar, F., Halffter, G., Navarrete, D. 2011. Negative impacts of human land use on dung beetle functional diversity. *PlosOne*, 6(3): e17976. doi:10.1371/journal.pone.0017976

Barretto, J., Cultit-Medina, C.A., Escobar, F. 2019. Annual abundance and population structure of two dung beetles species in a human-modified lanscpe. *Insect,* 10:2 doi:10.3390/insects10010002

Bromm, D.M., Galindo, F.A., Murgueitio, E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity an good welfare for animals. *Procceding Biological Sciences*, 280(1771): 1-9

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J. 2012. Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unsylva*, 239(63): 33-40.

Capello, V., Halffter, G. 2019. Listado ilustrado de las especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de la reserva de la Biósfera de Calakmul, Campeche, México. *Dugesiana*, 26(2): 103-131.

Celi, J. & Dávalos, A. 2001. *Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental*. EcoCiencia, Quito, Ecuador. 71 p.

Chará, J., Murgueitio, E., Zuluaga, A. & Girando, C. (Eds). 2011. *Ganadería Colombiana Sostenible*. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, 158 p.

Cultid-Medina, C.A. & Escobar, F. 2016. Assessing the Ecological Response of Dung Beetles in an Agricultural Landscape Using Number of Individuals and Biomass in Diversity Measures. *Environmental Entomology*, 45(2): 310–319

Cultid-Medina C. A., Medina C. A., Martínez- Quintero B. G., Escobar-Villa A. F., Constantino-Chuaire & Betancur-Posada N. J. 2012. *Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico.* WCS Colombia, CENICAFÉ, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 196 pp.

Edmonds, W.D. & Zidek, J. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: Revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi*, 784: 1-108.

Farias, P. M., Arellano, L., Medina, H. M.I., López, O. S. 2015. Response of the copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblage to a range of soil characteristics and livestock management in a tropical landscape. *Journal of Insect Conservation*, 19: 947-960.

Favila, M.E., Halffter, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.),* 72: 1-25

Filgueiras, B. K. C., Tabarelli, M., Leal, I. R., Vaz-de-Mello, F-Z., Iannuzzi, L. 2015. Dung beetle persistence in human-modified landscapes: Combining indicator species with anthropogenic land use and fragmentation-related effects. *Ecological Indicators*, 55:65-73.

Flota-Bañuelos, C., López-Collado, J., Vargas-Mendoza, M., Fajersson P., González-Hernández, H., Martínez, M.I. 2012. Efecto de la ivermectina en la dinámica espacio-temporal de escarabajos estercoleros en Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15: 227-239.

Gerlach, J., Samways, M., Pryke, J. 2013. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation,* 17: 831-850.

Giraldo, C. Chará, J., Uribe, F., Gómez, J.C., Gómez, M., Calle, Z., Valencia, L.M., Modesto, M., Murgueitio, E. 2018 Ganadería Colombiana Sostenible: entre la productividad y la conservación de la biodiversidad. Pp. 35-61. In. Halffter, G., Cruz M., Huerta, C. (Comp.) *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. Instituto de Ecología, A. C., SEDEMA., CONABIO.

Giraldo, C., Escobar, F., Chará, J. D. & Calle, Z. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 115–122

Granados, J.M., Kohlmann, B., Russo, R. 2010. Dung beetles as bioindicators of environmental impact for crops in the Atlantic region of Costa Rica. *Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad*, 6(2):181-189

Halffter, G. 1961. Monografía de las especies Norteamericanas del género *Canthon* Hoffsg. (Coleopt., Scarab.). *Ciencia*, 20(9-12): 225-320

Halffter G. & Edmonds, W.D. 1982. *The Nesting Behavior of Dung Beetles (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutive Approach*. Instituto de Ecología, México D.F.

Hanski, I., Cambefort, Y. 1991. *Dung Beetles Ecology*. Hanski, I, Cambefort, Y. (Ed.) Princeton Univ. Press. 481 p.

Huerta, C. C., Arellano G. L., Cruz R. M., Escobar S. F. & Martínez M. I. 2016. *Los Escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 20 pp.

Martín-Piera, F., Lobo, M. J. 1993. Altitudinal distribution patterns of copro-necrophage Scarabaeoidea (Coleoptera) in Veracruz, México. *The Coleopterists Bulletin*, 47(4): 321-334.

Martínez M. I., Cruz R. M., Huerta C. C. & Montes de Oca, T. E. 2015. *La cría de escarabajos estercoleros.* Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología, A. C. 56 pp.

Martínez, M.I., Cruz, R.M., Montes de Oca, T.E. & Suárez, L.T. 2011. *La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos.* Secretaría de Educación de Veracruz. Primera edición. Serie para la Docencia. Xalapa, Veracruz. 71 p.

Martínez, M.I. & Lumaret, J.P. 2006. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. *Folia Entomológica Mexicana*, 45(1): 57-68.

Montagnini, F., Somarriba, E., Murgeitio, E., Fassola, H., Eibl, B. (Eds.) 2015. *Sistemas agroforestales; funciones productivas, socioconómicas y ambientales*. Informe Técnivo 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Edit. CIPAV, Cali, Colombia, 454 p.

Montes de Oca, T.E., Halffter, G. 1995. Daily and seasonal activities of a guirl of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera Scarabaeoidea Scarabaeinae) in tropical grassland. *Tropical Zoology*, 8:159-180.

Moreno, C. E. 2019. *La biodiversidad en un mundo cambiante. Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio.* Universidad del Estado de Hidalgo/Libermex. Cd de México. 383 pp.

Napel, T. J., van der Veen, A.A., Oosting, S.J., Groot Koerkamp, P.W. 2011. A conceptual approach to design livestock production systems for robustness to enhance sustainability. *Livestock Science,* 139:150-160

Navarrete, D., Halffter, G. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity Conservation*. 7: 2869-2898

Nichols, E. Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S., Favila, M. E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation,* 141: 1461 –1474.

Rodríguez-López. M.E., Sánchez-Hernández, G., Gómez, B. 2019. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la reserva El Zapotal Chiapas, México. *Revista Peruana de Biología*, 26(3): 339-350.

Salomão, R.P., Favila, M.E., González-Tokman, D. 2020. Spatial and temporal changes in the dung beetle diversity of a protected, but fragmented, landscape of the northernmost Neotropical rainforest. *Ecological Indicators*, 111: 105968 doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105968

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C. 2009. *La Larga Sombra del Ganado, problemas ambientales y opciones*. FAO, (Edición en español) Roma, Italia. 464 p.

Vaz-de-Mello, F. Z., Edmonds, W.D., Ocampo, F.C. & Schoolmeesters, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa,* 2854: 1–73.

VI. Vegetación como indicadora de la salud de zonas ganaderas

Contenido

Introducción 150
Metodología 154
Método de muestreo de la vegetación 159
Cuadro 1. Lista del material para el muestreo de la vegetación. 160
Muestreo en linderos o cercas vivas 165
Toma de datos de campo en los inventarios 166
Formato 1. Inventario florístico 166
Formato 2. Ficha por especie 170
Secado o deshidratación de las plantas 172
Secadoras de plantas 173
Análisis de los datos 176
Referencias 181

VI. Vegetación como indicadora de la salud de zonas ganaderas

GONZALO CASTILLO-CAMPOS

MARÍA ELENA MEDINA ABREO

Introducción

La cobertura vegetal y las especies de plantas son las mejores indicadoras de las condiciones ecológicas de cualquier ambiente natural y/o antropizado o modificado por los seres humanos. Una cobertura vegetal densa y bien estratificada verticalmente, que llega a medir de 12 a 40 m de altura en las zonas tropicales, nos indica una comunidad vegetal bien conservada o en buen estado de conservación, localizada generalmente en zonas húmedas o semihúmedas de áreas tropicales o subtropicales. Estas son dominadas principalmente por especies leñosas, arbóreas y arbustivas, y con menor diversidad las plantas herbáceas. El cambio de uso del suelo generalmente invierte la diversidad de plantas leñosas por herbáceas. Por esta razón, es fundamental muestrear las diferentes etapas de regeneración de la vegetación en los sistemas productivos, de ganadería o de cultivos agrícolas.

Tomando en consideración lo mencionado, es de vital importancia, realizar el monitoreo de la diversidad de las especies de plantas arbustivas y arbóreas en los ranchos ganaderos, para mostrar el grado de conservación o perturbación del sistema productivo y del entorno natural en el que se desarrolla. Asimismo, contar con los elementos necesarios para estimar la forma de revertir la degradación ambiental que el sistema de producción ganadera tradicional ha ocasionado. Por esto, es fundamental rehabilitar las áreas dañadas ambientalmente por el sistema de pastoreo, convirtiéndolo en un sistema

productivo más amigable con el medio natural. Sin embargo, para eso es necesario primero hacer el inventario de la flora, para seleccionar las especies que pueden ser útiles para reforestar, después rehabilitar áreas muy degradadas, o asociarlas a los sistemas productivos de ganadería como cercas vivas, agroforestería y sistemas silvopastoriles, entre otros (FAO, 2017).

La cobertura vegetal es fundamental en los sistemas de producción ganadera para el mantenimiento y conservación de la biodiversidad y la generación de los servicios ambientales que son necesarios para la vida humana. Una buena estructura vertical de la cobertura vegetal formada por los árboles, arbustos, hierbas y bejucos, son buenos indicadores del estado de conservación de la vegetación que forma la base de las redes alimenticias de la fauna local, además de la protección de la erosión del suelo, servir de refugio y protección para la reproducción de la fauna.

Generalmente, en los pastizales de forrajeo ganadero se dejan pequeños fragmentos de la vegetación original para proteger a los manantiales y cuerpos de agua y lagunas, que abastecen del vital líquido (agua) al ganado y a las comunidades humanas durante las temporadas de secas. Además, ofrecen sombra natural y áreas de descanso al ganado y se convierten en zonas de caza, pues en su mayoría estos fragmentos están asociados a árboles de frutos silvestres (ej. *Ficus* spp., *Manilkara sapota*, *Spondias mombin*, *Brosimum alicastrum*, entre otros) por lo que es muy recurrente que varias especies de la fauna silvestre local los visiten en busca de alimento y/o presas potenciales (Cid, 2001). Una alta diversidad de especies de plantas, está asociada a una alta diversidad de especies de animales, ya sean polinizadores, frugívoros o consumidores de frutos, depredadores de semillas, dispersores de semillas y forrajeros.

Los distintos estratos que se forman con los diferentes tamaños de las plantas arbóreas, arbustivas, bejucos y herbáceas, incrementan la productividad biótica del sistema, considerando que, desde el piso hasta la copa superior de los árboles, se establecen diferentes microhábitats que se asocian a distintas

especies y poblaciones de animales. Esto genera una mayor productividad del sistema, con un incremento de la dinámica de movimiento de individuos de variadas especies, en especial para las nativas, con requerimientos de hábitat menos generalistas, y que por lo tanto se reducen poblacionalmente o desaparecen con la implementación de pasturas exclusivas (Botero y De La Ossa, 2011). Por esto y tantas otras razones, es muy importante diversificar los sistemas de producción ganadera, implementando o asociando sistemas silvopastoriles, cercos vivos, barreras rompevientos, que aumenten la diversidad vegetal en los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos. Pero para ello se requiere un estudio previo de las condiciones actuales y las alternativas a implementar con apoyo de un equipo de trabajo interdisciplinario.

Los beneficios que generan los sistemas de producción ganadera integrados y diversificados son muchos, destacando la creación de un microclima favorable para los animales en pastoreo (sombra, menor radiación y menor temperatura corporal de los animales Fig. 1) (Botero, 1988). La sombra protege a los animales del calor excesivo causado por la radiación solar directa y les permite mantener su temperatura corporal confortable para no alterar su desarrollo y rendimiento productivo.

Figura 1. Potrero ganadero con cerca viva que ofrece sombra a los animales (Foto de Magdalena Cruz).

Muchas especies de gramíneas crecen mejor bajo la sombra de la copa de los árboles, aumentan la cantidad de forraje y la calidad del mismo, incrementan el contenido de proteína cruda, comparadas con las gramíneas que crecen a plena exposición solar (Daccarett y Blydenstein, 1968; Pinney, 1989). El productor que está dispuesto a integrar un sistema de producción ganadero más diversificado, obtiene muchos beneficios adicionales; como la provisión de materia prima para construcción, postes para el mantenimiento de las cercas, leña para autoconsumo familiar e incluso para comercialización, con lo que se pueden obtener ingresos económicos adicionales, a lo que se suman la producción de frutos para autoconsumo y para alimentación del ganado. Asimismo, los animales pueden consumir los frutos y el follaje de los árboles que se encuentran asociados o integrados en el sistema silvopastoril. Algunos estudios indican que los árboles y arbustos constituyen un buen porcentaje de la dieta de los bovinos, principalmente durante la época de sequía, que es cuando el forraje de los potreros ha disminuido o incluso se ha agotado, llegando a existir predios ganaderos en los cuales estas especies, se convierten en la única fuente de forraje disponible para esta temporada.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y otros grupos de expertos, han estimado que la retención mundial de carbono disminuida por la deforestación, podría incrementarse por la reforestación asociada a proyectos agroforestales y plantaciones (Casanova-Lugo *et al.*, 2011, FAO, 2006, 2017).

Las especies que integran o forman la cobertura vegetal original, son las mejores para lograr una recuperación de las zonas afectadas por la perturbación, ya sea natural u ocasionada por el hombre. Por ello, para lograr una recuperación de la biodiversidad perdida por la perturbación, o para realizar un cambio de uso del suelo, ya sea para forrajeo ganadero o cualquier otro uso, es necesario utilizar también las especies de plantas más abundantes que allí se han desarrollado y que sean de fácil propagación por semilla o por estacas. De preferencia, las especies nativas de producción de frutos, pues sirven para atraer

una mayor cantidad de animales. Así mismo, considerar los tipos de plantas importantes por su utilidad, además de las frutas, flores, o ser comestibles, forrajeras, maderables, medicinales o energéticas al dar leña o combustible. Es muy importante utilizar varias especies, en los cercos vivos, barreras rompevientos o asociadas a los pastizales y evitar los monocultivos. Por esta razón, es necesario hacer primero una cuantificación de la **cobertura vegetal existente**, generando un mapa de vegetación y uso del suelo, así como el **inventario de las especies de plantas**, que aún se conservan en los sistemas productivos o fragmentos de la vegetación nativa que se tienen. Además de identificar los **factores que contribuyen o afectan la conservación** de la comunidad vegetal, para proponer alternativas para incrementarla.

Metodología

Existen distintos métodos para el muestreo de la vegetación (Ferro-Díaz, 2015; González-Oliva *et al.* 2017; Matteucci y Colma, 2002; Mostacedo y Fredericksen. 2000; Rangel-Ch. y Velázquez, 1997; Vásquez, 2008; SGS-SCT, 2006), dependiendo de los objetivos y de la altura de los árboles, será la metodología a seguir para la toma de los datos de la vegetación del lugar, lo que genera una variación respecto del tamaño de la superficie del área de muestreo. Los predios o potreros manejados para la producción del ganado bovino son muy heterogéneos, en su mayoría están libres de vegetación arbórea y arbustiva, otros tienen muy pocos árboles aislados por hectárea, otros, llegan a tener desde 50 hasta 80 árboles por hectárea (Fig. 2).

Para lograr darle un seguimiento y evaluar los cambios que se generen con las técnicas de reforestación o con la implementación de sistemas silvopastoriles y agroforestales, es necesario generar mapas de la distribución de las comunidades vegetales desde el inicio y después actualizarlos cada cinco o diez años. Esto permitirá evaluar el avance de la conectividad y progreso del incremento de la biodiversidad vegetal a través del tiempo y a nivel de paisaje.

Por ejemplo, algunos predios ganaderos solo tienen vegetación arbórea en los márgenes de arroyos y ríos y otros en las áreas de pendientes muy inclinadas.

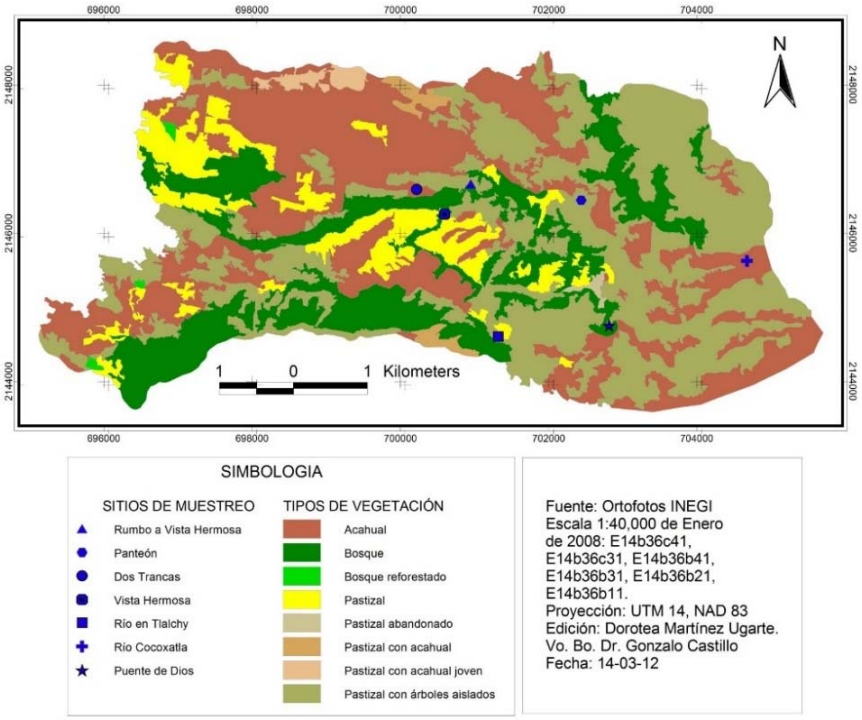
Figura 2. Pastizal de forrajeo con una densidad alta de individuos por hectárea de la palma nativa (*Attalea butyracea*).

Para generar los mapas de vegetación, lo más recomendable es asesorarse con expertos. Se pueden usar fotografías aéreas georreferenciadas INEGI de vuelos bajos a escalas 1:5,000; 10,000; 25,000; o 50,000 de preferencia, usando la textura de las fotografías aéreas (el tono o color y el tipo de grano) para ubicar los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo. El grano más fino y de color más claro representa a los pastizales (Fig. 3); con el grano ligeramente más grueso y un tono levemente más oscuro, se logran diferenciar los potreros, con un estrato arbustivo de uno a dos años de abandono; los potreros moteados, combinados de grano mediano a grueso y fino, son potreros con pastizales y árboles aislados, con una vegetación arbustiva en regeneración. Las áreas de grano mediano y tonos más oscuros pueden simbolizar las áreas en regeneración o acahuales medianos de 5 a 10 años para

las zonas tropicales, y por último las áreas de tono oscuro y grano grueso pueden estar representando las áreas de vegetación arbórea o en mejor estado de conservación. Las fotografías se pueden solicitar de manera gratuita a INEGI.

Figura 3. Pastizal casi homogéneo que en las fotos aéreas se puede observar como una unidad de vegetación de grano fino.

Una vez delimitadas las distintas unidades o clases de vegetación se obtienen las superficies en hectáreas que ocupan en los predios ganaderos. Posteriormente, se tiene que hacer una verificación de campo con un geoposicionador (GPS) verificando cada unidad de vegetación delimitada, con unos 4 a 5 puntos, dependiendo del tamaño y la forma de la unidad o "polígono", anotando las coordenadas en UTM y/o geográficas (http://www.conabio.gob.mx/biotica5/documents/cursoMarzo2013/Modulo_geografico_mar13.pdf). Después de terminar la verificación de los polígonos, se genera un mapa preliminar de las clases de vegetación delimitada (Fig. 4). Sin embargo, este método implica un gran costo, por lo cual solo podría realizarse si se incluyen varios ranchos en una misma región.



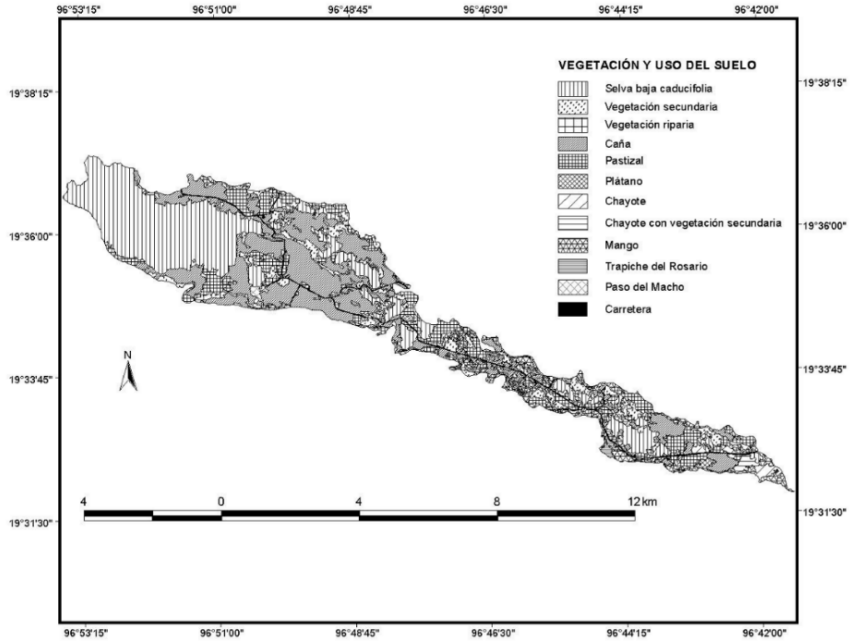


Figura 4. Con esta figura se ejemplifica el mapa de vegetación y uso del suelo (Castillo-Campos *et al*. 2007) que se puede obtener para los potreros ganaderos y que estaría representando una imagen actual del sistema productivo. Este ejercicio se puede repetir cada cinco o 10 años, para estar observando la evolución que se va logrando con la implementación de nuevas técnicas forestales del manejo de los sistemas de producción de ganado.

Otra forma más económica, aunque menos exacta es generar un mapa inicial de la vegetación de un rancho, usando como base el plano oficial de la propiedad (ahí se indican las coordenadas) o un mapa de Google Earth. Para definir los diferentes tipos de vegetación o usos del suelo en las imágenes también se usa el tipo de grano explicado anteriormente.

Una vez definido el mapa vía virtual, la información debe ser complementada con recorridos de campo realizados con el propietario, donde se definan los linderos y se obtengan sus ubicaciones mediante un GPS o alguna aplicación de celular (GPS Navigator-mapa gps, Handy GPS, GPS, mapas, navegación por voz y destinos, entre otras). Esta metodología tiene la desventaja de que a veces las imágenes no corresponden al año que uno requiere. Sin embargo, mediante la participación del propietario se pueden ajustar los cambios no visibles (Fig. 5). Finalmente hay que consultar con el experto en vegetación para definir los tipos de vegetación natural de manera precisa.

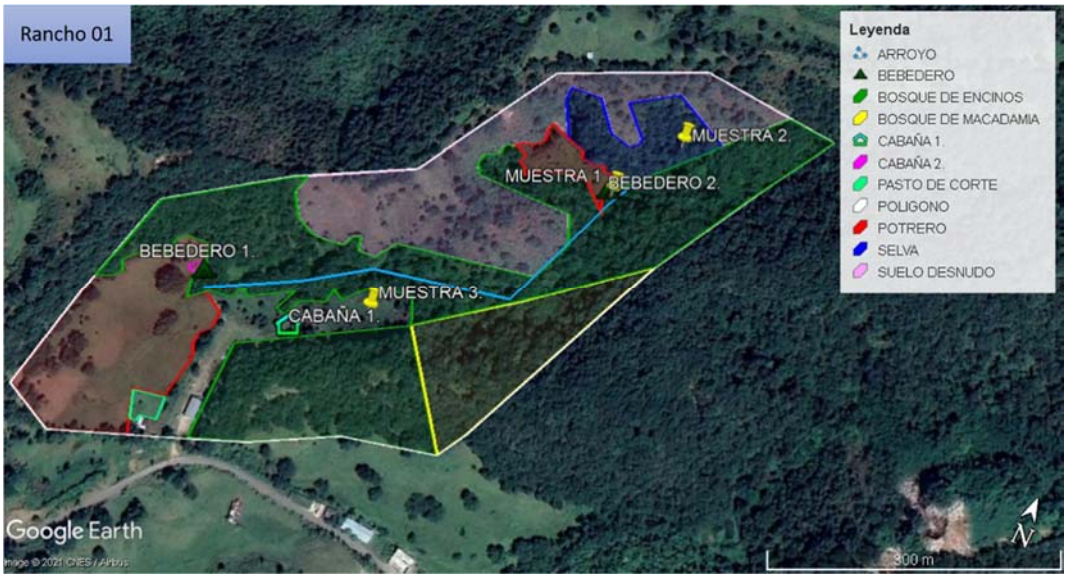


Figura 5. Mapa de usos de suelo de un rancho usando imágenes de Google Earth consensadas con el productor. Los colores de los polígonos indican cada uno de los usos del suelo (nombres de las unidades definidas por el propietario). En el mismo mapa se pueden indicar los puntos donde se realizaron muestreos de alguna variable de interés. Finalmente hay que consultar a un experto para nombrar de manera correcta los tipos de bosque o vegetación natural. Mapa Dora Noralba Ramos del Ángel y Bernardo del Ángel Tenorio.

Método de muestreo de la vegetación

Es necesario muestrear o inventariar las plantas que se desarrollan en todos los sistemas productivos y en todas las etapas de recuperación o perturbación en que se encuentren las distintas comunidades vegetales o la cobertura vegetal, ya sea que puedan ser diferenciadas en los mapas de vegetación y por uso del suelo o bien, los que se logren diferenciar en los recorridos terrestres.

Para iniciar el muestreo de la vegetación es necesario primero recibir la capacitación necesaria por un especialista botánico, además de contar con el material indispensable para realizar el inventario (Fig. 6, Cuadro 1). Por ejemplo, cintas métricas de 1.5 m (de costurera) para medir la circunferencia del tronco de árboles, o diamétricas para medir el diámetro a la altura del pecho (DAP = 1.30 m de altura desde la base del tronco del árbol); cinta de 15 m de longitud, para trazar los tres cuadros pequeños que van dentro del cuadro de 100 m^2; cinta de 50 m de longitud para trazar los cuadros de 100 m^2 (10 x 10 m).

Figura 6. Se muestra la mayor parte del material que se requiere para hacer el muestreo de la vegetación 1. Machete, 2. Periódico, 3. Garrocha, 4. Cinta diamétrica, 5. Tijeras de podar, 6. Brújula, 7. Prensa con cartón para colectar las plantas, 8. Cinta métrica de 50 m, 9. Bolsas de plástico, 10. Libreta de campo, 11. Block de etiquetas de campo.

Cuadro 1. Lista del material para el muestreo de la vegetación.

Material y equipo	Usos de los materiales o equipo
Machete	Para abrir camino en maleza y cortar ramas
Cuchillo o navaja de campo	Para corte de vegetación, papel, mecate etc.
Tijera de podar	Para corte de ramas
Garrocha de colecta	Para corte de ramas altas de un árbol
Prensa de madera	Para prensar el material vegetal y para su secado
Cartón corrugado	Para ayudar a compactar la prensa
Periódico numerado	Para cubrir el material vegetal en la prensa
Mecate o lazo	Para ajustar la prensa
Cuerdas o rafia	Para ayudar a delimitar cuadrantes en campo
Bolsas de plástico	Para guardar el material vegetal provisionalmente
Formatos de campo	Para anotar datos de campo y de las muestras
Libreta de campo	Para llevar registro de todas las colectas, fechas, ubicación, clima, vegetación, etc.
Block de etiquetas de campo	Para separar las muestras anotando la información de cada una de las especies colectadas
Lápiz graso negro	Para marcar bolsas o periódico
Lápiz o lapicero	Para las anotaciones en libreta o etiquetas
Cintas métricas: 1.5, 15 y 50 m	Para medir alturas y cuadrantes
Cinta diamétrica	Para medir el diámetro de los árboles
Aplicación de GPS para celular	Sistema de Posicionamiento Global, para ubicar el sitio de muestreo
Brújula	Instrumento para orientar los puntos cardinales
Clinómetro	Instrumento para medir la inclinación o pendiente y ayuda a calcular la altura de los árboles

Después se procede a realizar el muestreo de la vegetación, usando los métodos adecuados, dependiendo de la cobertura vegetal que se tiene en los sitios de muestreo previamente identificados. De preferencia, es conveniente usar una metodología estándar para todas las clases de vegetación previamente delimitadas. Uno de los métodos más sencillos, es usar cuadros o rectángulos, variando el tamaño, dependiendo de la forma del terreno disponible y la altura de la vegetación por muestrear. La cobertura es la superficie que abarca cada especie en cada cuadro.

Si se va a muestrear una comunidad herbácea, como la presente en la mayoría de los ranchos ganaderos, se usan cuadros pequeños de 1 a 4 m^2, pero si se va a muestrear una comunidad leñosa, con arbustos y árboles de diferentes tamaños, entonces hay que usar cuadros de mayor tamaño de 100 a 400 m^2. En este caso el tamaño de los cuadros puede variar, según la altura de los árboles de la vegetación que se va a muestrear, pero hay que considerar no perder información cuando se realiza el inventario de las plantas que se quiere cuantificar por superficie. En otras palabras, si nosotros nos paramos en el centro del cuadro y podemos ver todos los árboles y arbustos que se encuentran dentro del cuadro, podemos proceder con el inventario, pero, si no alcanzamos a ver todo lo que contiene el cuadro, entonces corremos el riesgo de perder información y tendríamos que valorar si procedemos con ese tamaño o lo disminuimos para no arriesgar la información. Es indispensable distinguir todos los diferentes tipos de plantas que han quedado dentro del cuadro, sea grande, mediano o pequeño, tomando en consideración que las plantas leñosas, en su mayoría son perennes o permanentes, estando en el mismo lugar por mucho tiempo hasta que mueren.

Las plantas herbáceas se pueden diferenciar en anuales y perennes. Las anuales cumplen su ciclo de vida en un año (se reproducen y mueren), para las plantas perennes, su ciclo de vida es más largo, puede ser desde dos, tres hasta muchos años. Para diferenciar los diferentes tipos de plantas se utiliza la forma de las hojas, los frutos y las flores. También es importante diferenciarlas por su forma de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas y bejucos, etc.).

Para realizar el inventario de las herbáceas se usarán tres cuadros de 4 m^2 (2 x 2 m), ubicados al azar dentro de un cuadro grande de 100 m^2 (Fig. 7). En los cuadros grandes de 100 m^2 se hace el inventario de las especies leñosas (árboles, arbustos y lianas) y en los cuadros chicos solo se hace el inventario de las especies herbáceas (Fig. 8). Para las plantas leñosas y herbáceas, se estima el porcentaje de cobertura de cada planta diferenciada, considerando que el 100% de cobertura corresponde a toda la superficie de cada cuadro.

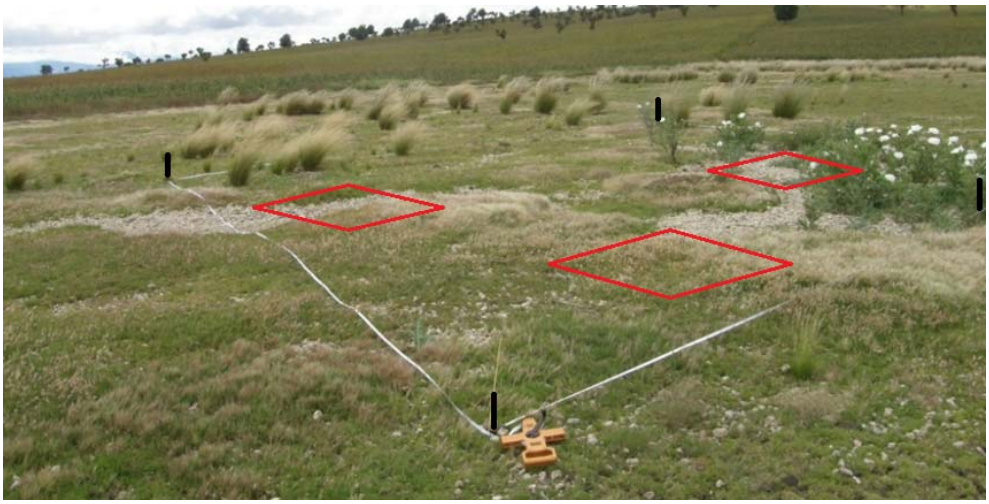


Figura 7. En esta imagen se observa el trazo de un cuadro de 10 x 10 m y dentro se ubican al azar tres cuadros pequeños de 4 m^2 (2 x 2 m) (en rojo).

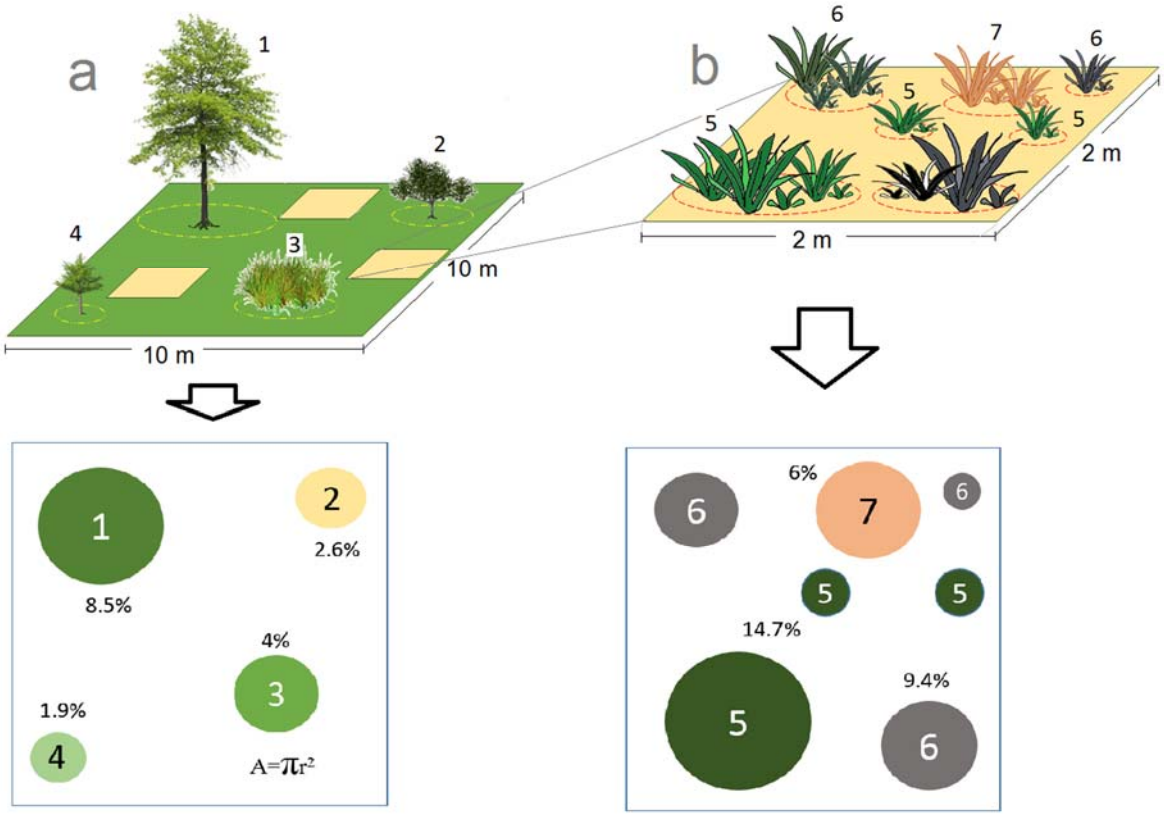


Figura 8. Representación de un inventario usando un cuadro de 10x10 m para las leñosas o arbustivas (a), las líneas punteadas amarillas definen el área de cobertura por cada especie (1 a 4). Para las herbáceas (b) igual se define la cobertura por especie (5 a 7), con las líneas punteadas rojas en el cuadro de 2x2 m. Debajo el cuadro de cada caso (a, b), con el porcentaje por especie según su cobertura estimada con $A=\pi r^2$.

Para las plantas leñosas es necesario medir la circunferencia de los troncos a 1.30 m de altura, desde la base del tronco o el diámetro a la altura del pecho (DAP) (Fig. 9), si no se tiene cintas diamétricas, se puede obtener con un flexómetro o con una cinta de costurera. En el caso de medir la circunferencia del tronco, es necesario dividir el valor de la circunferencia entre pi (π =3.1416) para obtener el diámetro del tronco.

Figura 9. Medición de la circunferencia de un árbol a 1.30 m de altura desde la base del tronco.

También es necesario medir o estimar la altura de las plantas; para los árboles, se puede hacer con un clinómetro. En caso de no contar con ese equipo, se puede estimar visualmente, calculando desde la base del tronco de los árboles, los dos primeros metros, y desde ahí se va duplicando la medida, hasta la copa superior del árbol; para ello, es necesario retirarse de la base del tronco, cinco, diez o más metros, según el tamaño del árbol, colocándose al mismo nivel del tronco y se puede obtener una estimación de la altura de los árboles altos (Fig. 10).

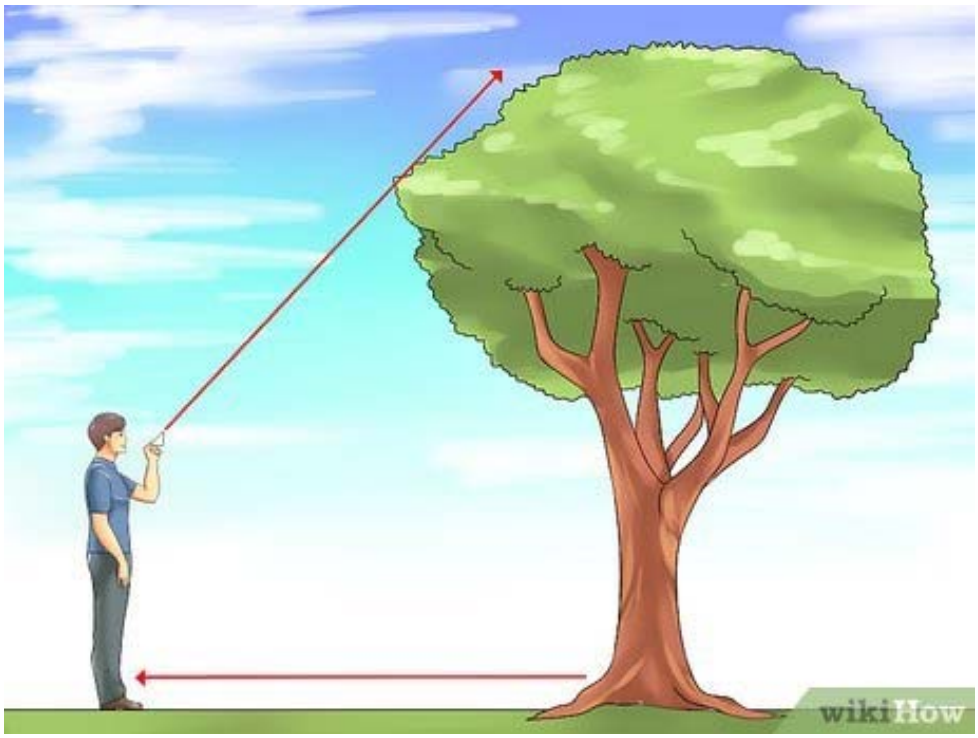


Figura 10. Medición de la altura de un árbol en el campo con un clinómetro. (https://es.wikihow.com/medir-la-altura-de-un-%C3%A1rbol).

Para lograr un inventario completo o lo más completo posible y dependiendo de la superficie por muestrear, es necesario repetir los cuadros cada 25 a 50 m de distancia entre uno y otro (Fig. 11), obteniendo unidades de vegetación semejantes, hasta muestrear una superficie entre 1000 hasta 1500 m^2, o dependiendo del tamaño del rancho. Es decir, para cada comunidad vegetal diferenciada (pastizal, pastizal con arbolado asociado, acahual joven, acahual mediano, acahual viejo, vegetación original o en mejor estado de conservación y cercas vivas), se tiene que repetir la cantidad de cuadros de la forma ya mencionada previamente. El muestreo debe realizarse de preferencia cuando la mayoría de las especies se encuentran en su etapa reproductiva (con flores y frutos), de preferencia de agosto a noviembre, para las zonas tropicales y templadas.

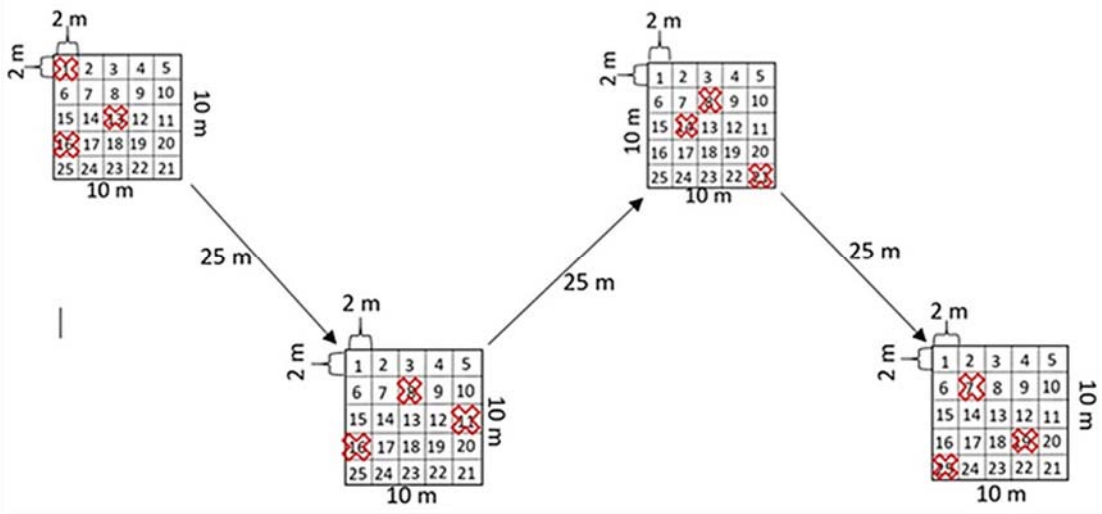


Figura 11. Ejemplo del muestreo para observar la separación entre cuadrantes cada 25 m. Cada cuadrante está a su vez dividido en 5 x 5, dentro se ubican las 25 divisiones donde se pueden ubicar ejemplares de la vegetación, marcado con una cruz roja. (Esquema de Osmar Palomeque).

Muestreo en linderos o cercas vivas

Para el muestreo en los linderos o cercas vivas, es necesario cambiar un poco el método. Es decir, en lugar de utilizar cuadros se trazan rectángulos, en donde la superficie cubierta para el muestreo, sea igual a los cuadros de 100 m^2, para que la información generada, sea la misma que en los cuadros de 100 m^2. Los rectángulos deben de trazarse a lo largo de la cerca viva o lindero. Para hacer el inventario de las plantas leñosas y herbáceas, los cuadros deben de tener dos metros de ancho (un metro a cada lado de la cerca) por cincuenta metros de largo (2 x 50 m) (Fig. 12). Para muestrear las plantas herbáceas, también se trazarán los cuadros pequeños al azar a lo largo del rectángulo de 100 m^2. Para las especies leñosas ubicadas en las cercas vivas, solo se medirá el DAP de los troncos y se registrará la presencia de todas las especies que se localicen en los cuadros trazados, no se considerará la cobertura, debido a la forma irregular de los cuadros. Pero para las herbáceas, si se tomará en cuenta la cobertura.

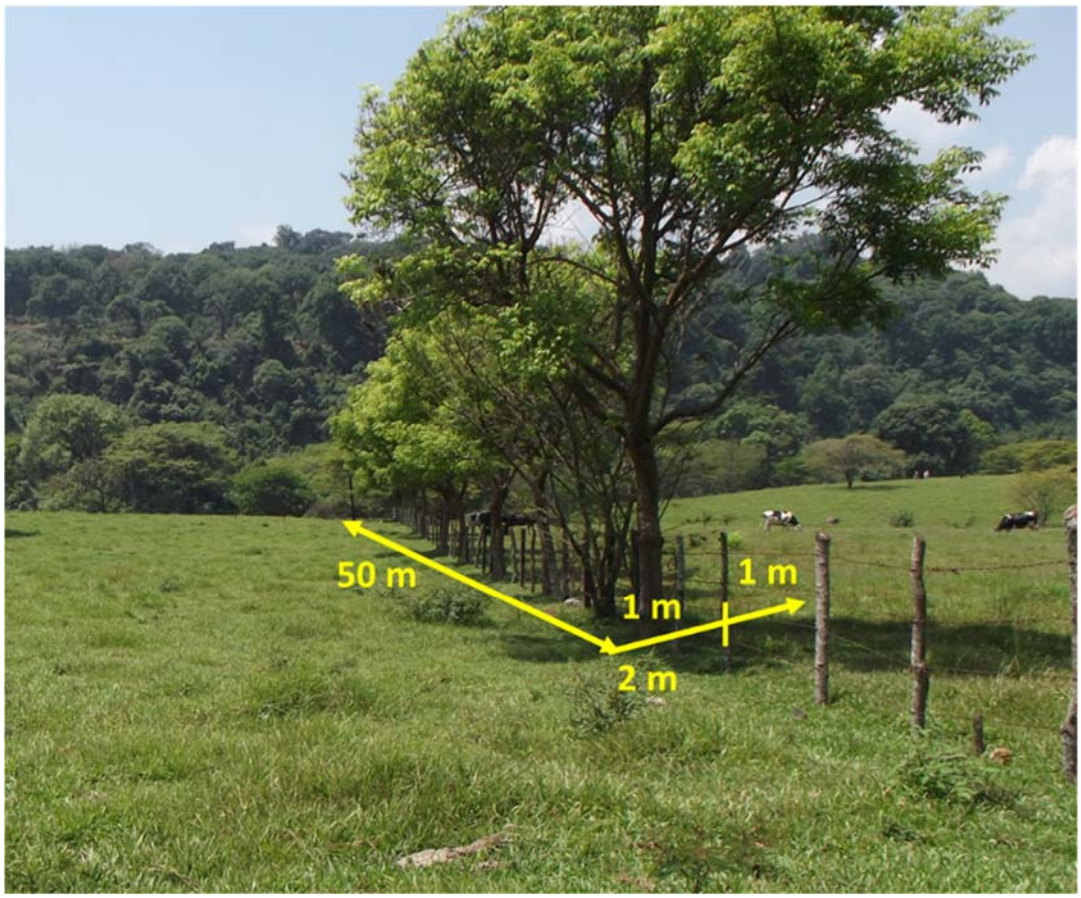


Figura 12. Ubicación de rectángulo de 2 x 50 m para el muestreo de la vegetación arbórea y herbácea en las cercas vivas (Foto de Ricardo Madrigal).

Toma de datos de campo en los inventarios

Es necesario tomar los datos indispensables de cada parcela, potrero o sitio de muestreo de acuerdo con los siguientes formatos.

Formato 1. Inventario florístico

Este es un ejemplo del formato que se debe utilizar para hacer los inventarios de los levantamientos florísticos de las áreas dedicadas al pastoreo del ganado. Se tiene que llenar **un formato de muestreo por cada cuadro de 100 m²**, que se utilice para inventariar la vegetación. En este formato se va a poner la información que es indispensable para conocer con precisión la ubicación geográfica de los sitios de muestreo de la vegetación, las características ecológicas generales del área de muestreo como son la pendiente, la orientación,

las condiciones del suelo, los factores o indicadores de perturbación como son los tocones de los árboles que quedan después del corte, excretas de ganado cuando hay pastoreo, etc., toda esta información se estima en porcentaje para cada cuadro de muestreo de 100 m^2. Esta información sirve para evaluar las variables o factores que contribuyen o afectan el estado de conservación de las comunidades vegetales que se están inventariando.

Es necesario colectar muestras o ejemplares de todas las plantas y formas de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas, bejucos y lianas) que se logren diferenciar en cada cuadro de muestreo, para todas las comunidades vegetales diferenciadas en cada rancho. Esto facilitará su reconocimiento posterior, una vez que se practiquen cambios en las prácticas ganaderas y se fomente la diversificación de la comunidad vegetal dentro del mismo rancho.

La colecta de las plantas es muy recomendable hacerla cuando se hace el inventario, de preferencia en los meses de agosto a noviembre, cuando la mayoría de las plantas tienen estructuras reproductivas (flores y frutos). Para las plantas grandes que superen los cincuenta centímetros (0.50 m), es necesario colectar o cortar fragmentos o pequeñas ramas que tengan flores y frutos o cualquiera de los dos.

Al colectar los ejemplares se tienen que tomar los datos de cada una de las plantas diferenciadas en el muestreo, procurando anotar todos los datos para llenar todos los campos incluidos en el formato de colecta de los ejemplares (formato 2). Es indispensable anotar al momento de la colecta, los datos que se pueden perder con la deshidratación del material colectado, como son los colores de los frutos, flores y hojas generalmente y de preferencia tomar fotos de las flores y frutos de las plantas en alta resolución.

El material colectado se prepara para ser prensado, procurando que tengan hojas completas y que queden bien extendidas por ambos lados de la hoja, o sea, que la muestra tenga hojas que se puedan ver por los dos lados (Fig. 13).

Formato 1. Inventario florístico

Localidad: _____ Mpio. _____ Fecha: _____

Nombre del rancho _____ Estado _____

Tipo de vegetación o comunidad vegetal: _____

Número del Cuadro de 10 x 10 m	
Pendiente (%)	
Orientación	
Suelo desnudo (%)	
Presencia de tocones (%)s	
Pedregosidad (%)	
Factor de perturbación	

	Especie o nombre común	No. colecta	Forma biól.	Tamaño	Diám. Altura Pecho	Cobertura Leñosas (%)	Cobertura		
							H (%)	H (%)	H (%)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

Forma Biológica: A=árbol, Ar=arbusto, L= liana, B=bejuco, H=hierba.

Ejemplo de llenado

Localidad: __Angostillo_____Mpio:. Paso de Ovejas ___ Fecha: _08-08-2016_

Nombre del rancho: __La Potranquilla_____ Estado: _Veracruz_____

Tipo de vegetación o comunidad vegetal: Acahual de selva baja caducifolia de 3 a 5 años__

Número de Cuadro grande	1
Pendiente (%)	5%
Orientación	Sur
Suelo desnudo (%)	10%
Presencia de tocones (%)s	10%
Pedregosidad (%)	60%
Factor de perturbación	pastoreo

	Especie o nombre común	No. colecta	Forma Biol.	Tamaño	Diám. Altura Pecho	Cobertura Leñosas (%)	Cobertura		
							H (%)	H (%)	H (%)
1	*Euphorbia schlechtendalii*	28945	Á	6 m	3.5 cm	15			
2	*Guazuma ulmifolia*	28946	Á	10 m	121.3 cm	60			
3	*Lysiloma auritum*	28947	Á	6 m	16.71 cm	20			
4	*Mimosa tricephala*	28948	Á	4 m	3.66 cm	25			
5	*Senna pallida*	28949	Ar	1.7 m	7.79 cm	15			
6	*Trichilia trifolia*	28950	Á	8 m		1			
7	*Vachellia campechiana*	28951	Á	8 m	8.11 cm	25			
8	*Vachellia cornigera*	28952	Á	9 m	11.9 cm	15			
9	*Vachellia macracantha*	28953	Á	2 m	2.7 cm	15			
10	*Cnidoscolus aconitifolius*	28954	Ar	3 m	-	1			
11	*Cordia foliosa*	28955	Ar	0.8 m	-	5			
12	*Croton glabellus*	28956	Ar	1.5 m	-	12			
13	*Aeschynomene fascicularis*	28957	H	1 m	-	-	5	3	15
14	*Byttneria aculeata*	28958	H	0.15 m	-	-	0	0	1
15	*Desmodium infractum*	28959	B	5 m	-	-	18	15	3
16	*Galeana pratensis*	28960	H	0.1 m	-	-	0	0	3
17	*Urochloa maxima*	28961	H	2 m	-	-	3	60	12

Forma Biológica: A=árbol, Ar=arbusto, L=liana, B=bejuco, H=hierba.

Se deben colectar de 1 a 5 duplicados o ejemplares del mismo individuo, con hojas completas y sanas y que tengan estructuras reproductivas, o sea flores y frutos, que no estén carcomidas por insectos. Las colectas de cada planta, se deben de numerar progresivamente del 1 al infinito, o hasta que el colector deje de colectar. A los duplicados, se les anota el mismo número de colecta, colocando cada uno de ellos en hojas de periódico para que no se maltraten y se mantienen juntos, dichos duplicados.

Formato 2. Ficha por especie

Datos de campo que se requiere obtener de las colectas, para cada una de las plantas diferenciadas en el inventario. La información de este formato es específica para cada una de las plantas que se colecten en el inventario, es muy importante llenar todos los campos, la familia y el nombre técnico se puede llenar después cuando se determinen las plantas con ayuda del catálogo o de un especialista en el herbario. Los demás campos si es necesario llenarlos en el campo al momento de que se están prensando o herborizando las plantas colectadas. Es muy útil tomar fotos de los ejemplares en fresco.

- Las coordenadas geográficas de la **latitud**, **longitud** y **altitud**, se pueden obtener de los mapas topográficos o con un GPS;
- **Tipo de veg**.: el tipo de vegetación o comunidad vegetal para asignarlo hay que consultar de preferencia las clasificaciones designadas para México como la del Dr. Rzedowski (1978) o la de Miranda y Hernández X. (1963);
- **Prim**.; si la planta es de la vegetación primaria u original del campo;
- **Sec.**: o si la planta colectada es de la vegetación secundaria;
- **Suelo (color)**: amarillo, negro, rojo etc.;
- **Abundancia**: si la planta es abundante, escasa o regular;
- **Forma Biol**.: qué tipo es: árbol, arbusto, liana, bejuco, hierba;
- **Tamaño**: de la planta en cm o metros, según la altura de las plantas colectadas;
- **Anual**: si la planta cumple su ciclo reproductivo en un año;
- **Perenne**: o si la planta vive más de dos o tres años;
- **Fruto**: color del fruto, y forma o alguna característica particular del fruto.

Formato 2. Ficha por especie

Familia _____

Nombre Científico _____

País _____ Estado _____ Mpio. _____

Localidad _____

_____

Latitud _____ Longitud _____ Altitud _____

Tipo de Veg. _____ Prim. ( ) Sec. ( )

Suelo (color) _____

Abundancia _____ Forma Biól. _____

Tamaño _____ Anual ( ) Perenne ( ) Fruto _____

_____ Flor (color) _____

_____ Nombre local _____

Fecha de colecta _____ Usos _____

Colectores _____ No._____

Ejemplo de llenado

Familia Euphorbiaceae

Nombre Científico *Croton repens* Schltdl.

País México Estado Veracruz Mpio. Paso de Ovejas

Localidad 2 km al SW de Angostillo

_____

Latitud 19° 12' 26" N Longitud 96° 32' 58" O Altitud 270 m snm

Tipo de Veg. Acahual de selva baja caducifolia Prim. ( ) Sec. (X)

Suelo (color) Suelo negro con materia orgánica

Abundancia Medianamente abundante Forma Biol. arbusto

Tamaño 2 m Anual ( ) Perenne (X) Fruto verde

_____ Flor (color) blanca

_____ Nombre local Guayabillo

Fecha de colecta 08-08-2016 Usos no se conoce

Colectores G. Castillo-Campos, L. Arellano, M.E. Medina A. No. 28864

Figura 13. Colecta y prensado de las plantas en el campo, llenando los formatos para cada una de las plantas colectadas.

Secado o deshidratación de las plantas

El secado o deshidratación de las plantas es muy recomendable hacerlo por la tarde o noche del mismo día de la colecta; debido a que entran en un proceso de deshidratación después de cortar los ejemplares. Si se deja para ponerlas a secar al día siguiente se corre el riesgo, de que después de secarse, se le desprendan todas las hojas del ejemplar colectado y no sirvan para identificarlas. De tal manera que se tendría que volver a colectar y eso duplicaría el trabajo. Para deshidratarlas o secarlas, se acomodan en una hoja de periódico, la cual se pone sobre un cartón corrugado y luego se le coloca otro cartón encima, así sucesivamente se van acumulando y el paquete se coloca entre dos prensas de madera, se amarra con dos cuerdas o mecate y se aprietan lo suficiente, para que las hojas se mantengan planas y no se corruguen al secarse (Fig. 14). Los ejemplares deben de estar bien deshidratados o secos, pero no quemados, de lo contrario se llenarían de hongo y quedarían inservibles para ser identificados en el herbario o colección.

Figura 14. Ejemplo de una prensa preparada para poner a secar las plantas colectadas en el campo. Este trabajo se debe de hacer el mismo día que se realice el inventario y la colecta de las plantas.

Secadoras de plantas

Se pueden elaborar secadoras solares armables (Fig. 15) y eléctricas desarmables (Fig. 16) o eléctricas fijas (Fig. 17). Las secadoras solares deben de ser prácticas y de menor tamaño para que se puedan sacar al sol durante el día y meter bajo techo durante la noche. Deben de ser armables y desarmables, forradas por dentro con lámina galvanizada o de zinc, 4 piezas verticales, la tapa y una lámina que se coloca en el fondo para que refleje el calor, la rejilla que sostiene a la prensa y va colocada a lo largo y ancho de la secadora. A este tipo de secadoras también se les puede colocar parrillas eléctricas en la noche para acelerar el secado o usarla con focos. Las eléctricas pueden ser de mayor medida, según el tamaño de las prensas que se deseen preparar y que sean prácticas para meter y sacar la prensa (Figs. 17, 18, 19). Generalmente, pueden ser de madera armables o desarmables, según el uso que se les vaya a dar, deben de estar forradas por dentro con una cubierta de lámina, para que

concentre el calor. Para las secadoras fijas se les coloca de una a cuatro parrillas eléctricas debajo, según el tamaño de la secadora.

Figura 15. Ejemplo de secadora de plantas solar. Imagen tomada de https://www.radiocaribe.icrt.cu/2019/06/19/secador-solar-plantas-medicinales-tecnologia-desarrollo/.

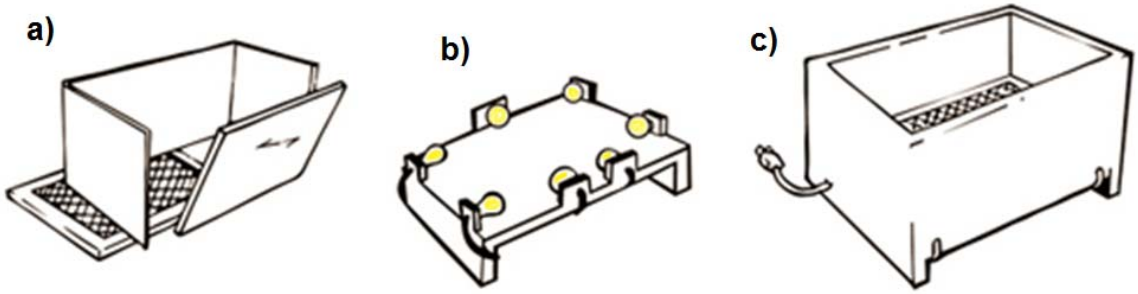


Figura 16. Es un ejemplo de una secadora de plantas, desarmable y eléctrica; a) paredes y rejilla, b) base con los focos, c) vista de la secadora armada.

Figura 17. Ejemplo de una secadora eléctrica fija, que funciona con focos o con parrillas eléctricas.

Figura 18. Ejemplo del interior de la secadora eléctrica forrada con lámina

Figura 19. Vista del interior de la secadora eléctrica con la maya metálica que sirve para sostener las prensas, note que debajo están los focos que servirán para calentar.

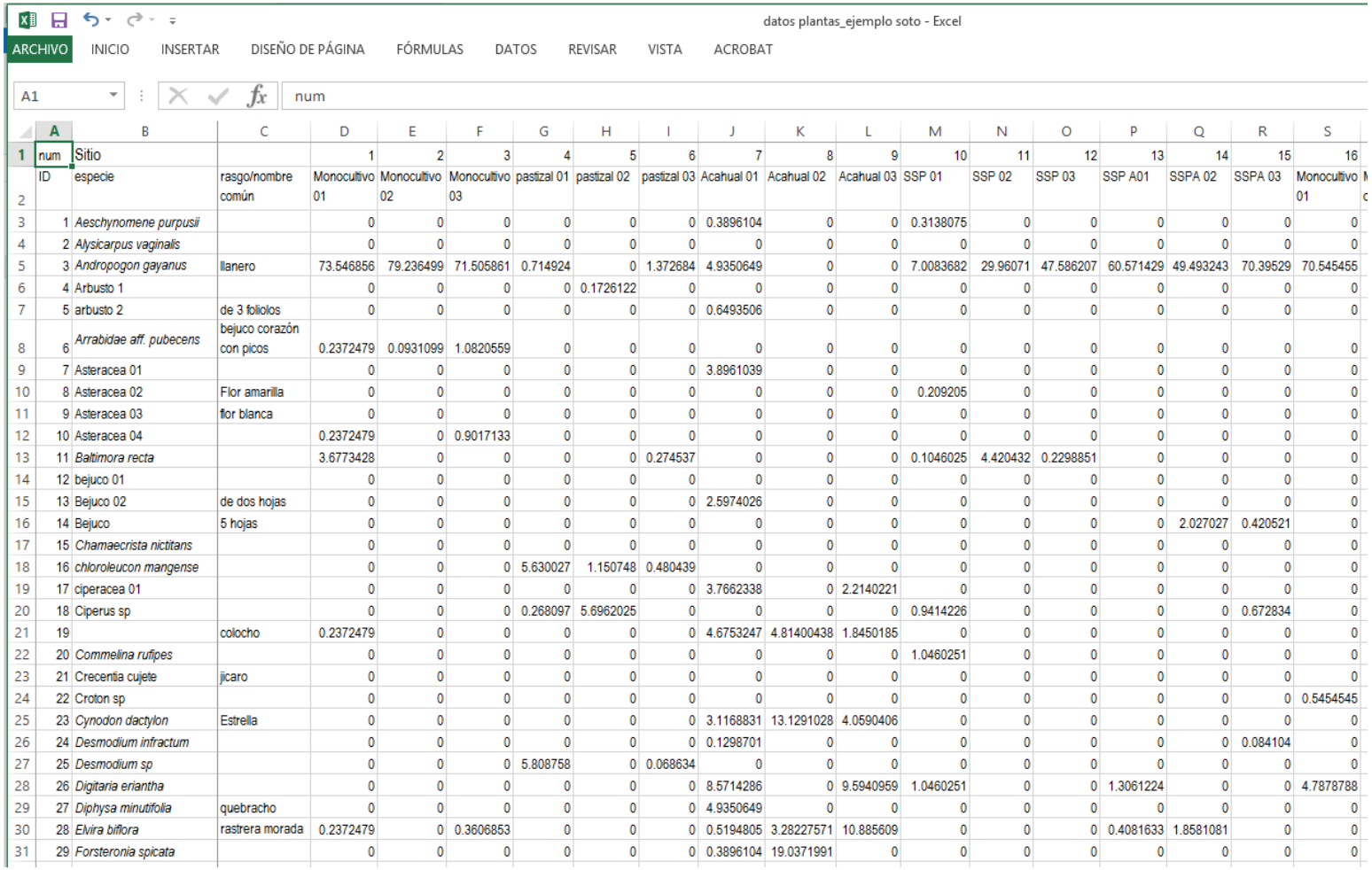
Análisis de los datos

Para analizar los datos de campo es necesario integrar la información recabada en el campo, en una base de datos en Excel y así generar una matriz de datos, (como fue ejemplificada en la sección de escarabajos), integrando toda la información de cada uno de los formatos por cada cuadro muestreado o inventariado. Esta labor deberá ser realizada por personal capacitado para la captura en hojas de Excel.

Para ello, primero es necesario **identificar las plantas colectadas** en el campo, previa capacitación para este trabajo y uso del catálogo ilustrado de referencia, comparando fotos de los ejemplares colectados. Pero si hay dudas será necesario usar claves dicotómicas de las Floras regionales, estatales o nacionales disponibles, consultando a los botánicos especialistas de los diferentes grupos de plantas en los herbarios nacionales, como INECOL, UNAM, ECOSUR, etc.

Después se elabora una **lista de las especies identificadas**, se capturan en Excel, agregando para cada cuadro inventariado, la cobertura de las especies registradas. La cobertura es el área ocupada por cada especie de planta en el cuadrante. Se genera una matriz (columnas y filas) con todos los datos de los cuadros inventariados (Fig. 20).

Para el análisis se requiere el apoyo de un especialista, por la necesidad de usar **varios programas**, entre los más sencillos se tiene a MVSP, para generar por agrupamiento de conglomerados las clasificaciones de los grupos o tipos de vegetación, por la presencia-ausencia de las especies inventariadas (Fig. 21). Con las especies que generaron los grupos de vegetación se separan por formas de vida (árboles, arbustos, lianas, hierbas y bejucos) (Fig. 22 y 23). Con esta información básica generada, ya podremos conocer el estado de conservación de los tipos de vegetación, o comunidades vegetales diferenciados en el sistema productivo de ganado. El análisis final requiere un especialista en vegetación o en estadística.



datos plantas_ejemplo soto - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA ACROBAT

A1 | num

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	num	Sitio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	ID	especie	rasgo/nombre común	Monocultivo 01	Monocultivo 02	Monocultivo 03	pastizal 01	pastizal 02	pastizal 03	Acahual 01	Acahual 02	Acahual 03	SSP 01	SSP 02	SSP 03	SSP A01	SSPA 02	SSPA 03	Monocultivo 01
3	1	*Aeschynomene purpusii*		0	0	0	0	0	0	0.3896104	0	0	0.3138075	0	0	0	0	0	0
4	2	*Alysicarpus vaginalis*		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	*Andropogon gayanus*	llanero	73.546856	79.236499	71.505861	0.714924	0	1.372684	4.9350649	0	0	7.0083682	29.96071	47.586207	60.571429	49.493243	70.39529	70.545455
6	4	Arbusto 1		0	0	0	0	0.1726122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	5	arbusto 2	de 3 foliolos	0	0	0	0	0	0	0.6493506	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6	*Arrabidae aff. pubecens*	bejuco corazón con picos	0.2372479	0.0931099	1.0820559	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	7	Asteracea 01		0	0	0	0	0	0	3.8961039	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	8	Asteracea 02	Flor amarilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.209205	0	0	0	0	0	0
11	9	Asteracea 03	flor blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	10	Asteracea 04		0.2372479	0	0.9017133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	11	*Baltimora recta*		3.6773428	0	0	0	0	0.274537	0	0	0	0.1046025	4.420432	0.2298851	0	0	0	0
14	12	bejuco 01		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	13	Bejuco 02	de dos hojas	0	0	0	0	0	0	2.5974026	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	14	Bejuco	5 hojas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.027027	0.420521	0
17	15	*Chamaecrista nictitans*		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	16	*chloroleucon mangense*		0	0	0	5.630027	1.150748	0.480439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	17	ciperacea 01		0	0	0	0	0	0	3.7662338	0	2.2140221	0	0	0	0	0	0	0
20	18	Ciperus sp		0	0	0	0.268097	5.6962025	0	0	0	0	0.9414226	0	0	0	0	0.672834	0
21	19		colocho	0.2372479	0	0	0	0	0	4.6753247	4.81400438	1.8450185	0	0	0	0	0	0	0
22	20	*Commelina rufipes*		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0460251	0	0	0	0	0	0
23	21	Crecentia cujete	jicaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	22	Croton sp		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5454545
25	23	*Cynodon dactylon*	Estrella	0	0	0	0	0	0	3.1168831	13.1291028	4.0590406	0	0	0	0	0	0	0
26	24	*Desmodium infractum*		0	0	0	0	0	0	0.1298701	0	0	0	0	0	0	0	0.084104	0
27	25	*Desmodium sp*		0	0	0	5.808758	0	0.068634	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	26	*Digitaria eriantha*		0	0	0	0	0	0	8.5714286	0	9.5940959	1.0460251	0	0	1.3061224	0	0	4.7878788
29	27	*Diphysa minutifolia*	quebracho	0	0	0	0	0	0	4.9350649	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	28	*Elvira biflora*	rastrera morada	0.2372479	0	0.3606853	0	0	0	0.5194805	3.28227571	10.885609	0	0	0	0.4081633	1.8581081	0	0
31	29	*Forsteronia spicata*		0	0	0	0	0	0	0.3896104	19.0371991	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 20. Ejemplo de hoja de Excel, con datos sobre las especies identificadas y el porcentaje de cobertura por sitio, como monocultivo, pastizal, acahual, sistema silvopastoril, etc. Imagen Nancy Soto.

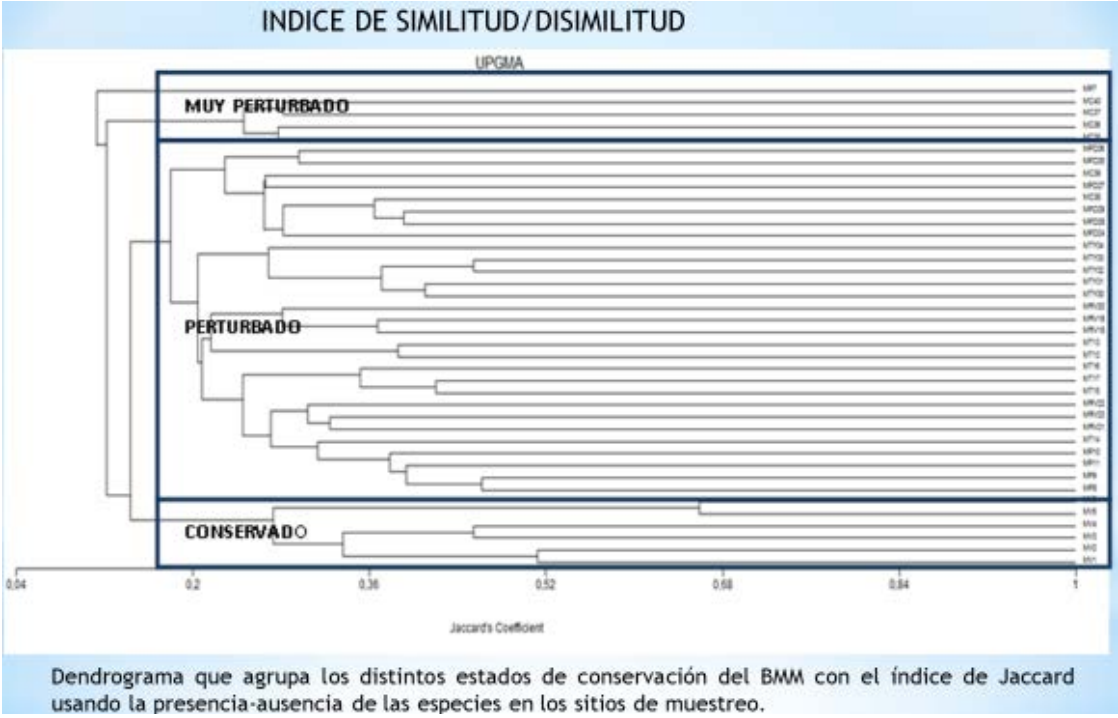


Figura 21. Ejemplo de los resultados esperados, para determinar las comunidades vegetales diferenciados en los mapas generados y/o en los inventarios realizados. Se puede observar el agrupamiento de los cuadros muestreados por la afinidad de las especies inventariadas, formando grupos de vegetación con diferente estado de conservación.

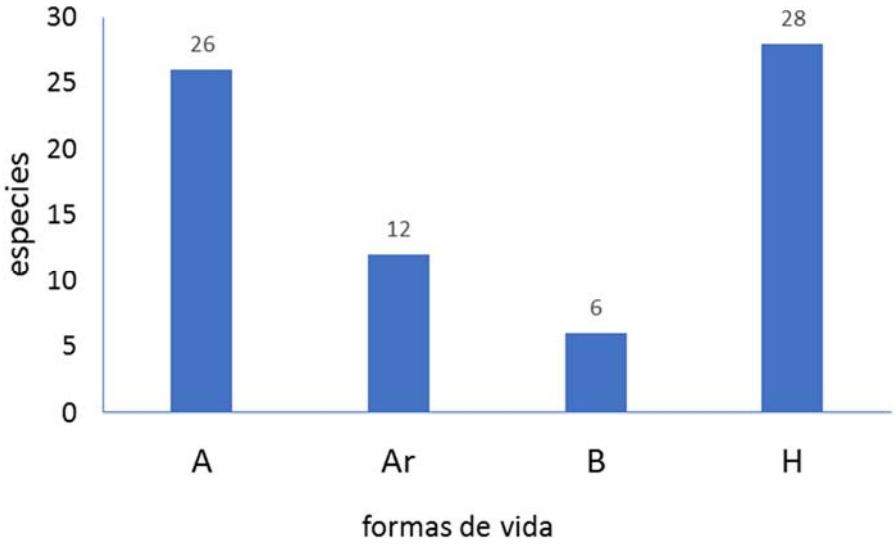


Figura 22. Comunidad vegetal mejor conservada que representa 600 m^2 (ver Fig. 21), con 72 especies donde destacan un alto número de especies de árboles (A), menor de arbustos (Ar) y bejucos (B), aunque el número de hierbas (H) también es alto, indicando probablemente cierto grado de perturbación.

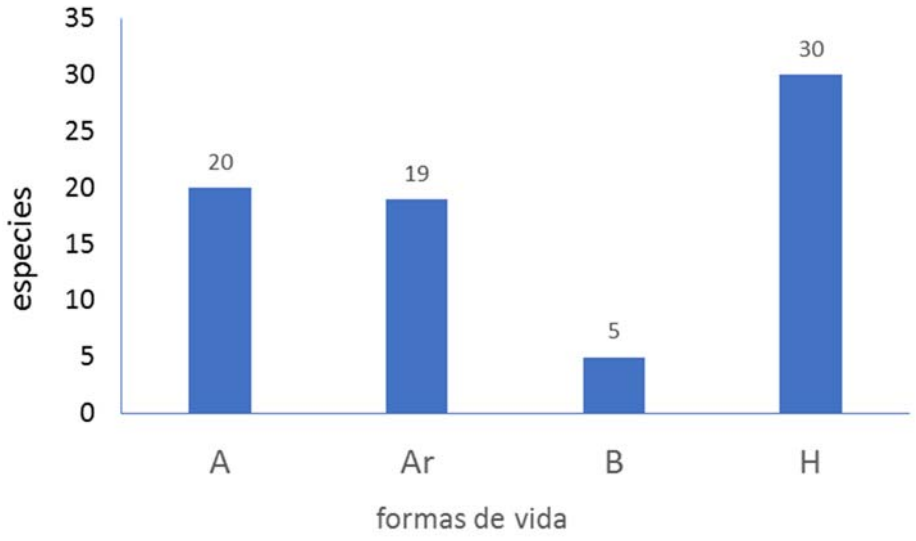


Figura 23. Comunidad vegetal más perturbada que representa 500 m^2 (Fig. 21), con 74 especies, de las cuales sobresalen las especies de herbáceas (H).

Por otro lado, con los datos del DAP (Diámetro a la altura del pecho) obtenidos en el campo para cada especie leñosa presente por cada rancho (DAP= CAP/ π), se pueden generan tablas del valor de importancia ecológica de las especies (Cuadro 2), mediante el Valor de Importancia Relativa de Curtis (VIR) (Curtis y McIntosh 1951; Müller-Dombois y Ellenberg 1974), calculado como el promedio de los valores de densidad, área basal y frecuencia relativas:

$$VIR\ (\%) = 1/3\ (DR + ABR + FR)$$

Donde:

DR = densidad relativa (%). (Número de individuos de cada especie entre el total de individuos de todas las especies).

ABR = área basal relativa (%). (Área basal de la especie entre la suma del área basal de todas las especies).

El área basal (AB), se obtiene con la siguiente fórmula:

$$AB = \pi * (DAP^2/4)$$

FR = frecuencia relativa (%). (Número de veces que está presente la especie entre el número total de presencias de todas las especies).

Cuadro 2. Ejemplo de la ordenación de las especies de acuerdo a su valor de importancia ecológica relativa (**VIR**) en las comunidades vegetales inventariadas. **DR**= Densidad relativa, **ABR**= Área basal relativa, **FR**= Frecuencia relativa.

Especie	DR	ABR	FR	VIR
Liquidambar styraciflua	18	40.75	25.00	27.92
Alnus acuminata	14	36.9	18.75	23.22
Myriocarpa longipes	22	4.54	6.25	10.93
Acacia pectinata	6	5.59	6.25	5.95
Solanum nudum	7	0.70	9.38	5.69
Dendropanax arboreus	8	2.02	6.25	5.42
Parathesis melanosticta	10	0.08	3.13	4.40
Meliosma alba	1	5.65	3.13	3.26
Styrax glabrescens	4	1.27	3.13	2.80
Clethra mexicana	3	1.62	3.13	2.58
Otras	7	0.88	15.6	7.83
Total	**100**	**100**	**100**	**100**

Como se ha visto hasta ahora, hay varias formas de definir la vegetación de una zona, localidad o terreno, pero para el propósito de este capítulo, la parte más importante a destacar es cómo definir la diversidad vegetal mediante los inventarios y coberturas. Esto muestra cuantas especies hay de cada grupo biológico de plantas y su respectiva cobertura, o sea el área que ocupa la especie por superficie. Estas son las variables a cambiar con el tiempo y para hacer el seguimiento pueden hacerse inventarios anuales, o bianuales en el mejor de los casos para observar mejor el cambio, pues recordemos que muchas plantas no herbáceas, son de lento crecimiento como las leñosas.

En una ganadería sustentable se desea que el número proporcional de herbáceas se reduzca (monocultivos) y se incrementen las leñosas, que, como se ha mostrado, son las que están más relacionadas con ambientes menos perturbados y por lo tanto más biodiversos.

Referencias

Botero, R. 1988. Sistemas intensivos para producción animal y energía renovable con recursos tropicales. (Seminario Taller). Cali, Colombia.

Botero, L., De La Ossa, J. 2011. Fauna silvestre asociada a ganado vacuno doble propósito en sistema de silvopastoreo, Pinto, Magdalena, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 16(3): 2733-2741.

Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J., Solorio-Sánchez, J. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente,* 17(1):133-143

Castillo-Campos G., Dávila-Aranda P., Zavala-Hurtado, J.A. 2007. La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: Lista florística de la flora vascular. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 80: 77-104.

Cid, I. A. 2001. El aprovechamiento de la fauna silvestre. En: R. Aparicio (ed.). Chimalapas. La última oportunidad. WWF, SEMARNAP. Distrito Federal, México. Pp. 179-188.

Curtis J. T., McIntosh R. P. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. Ecology. Vol. 32. Núm. 3. pp. 476-496

Daccaret, M., Blydenstein, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. *Revista Turrialba* 18(4): 405-408.

FAO. 2006. Los bosques y el cambio climático. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Sala de Prensa. http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html

FAO. 2017. Agroforesteria para la restauración del paisaje. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación http://www.fao.org/3/i7374s/i7374s.pdf

Ferro-Díaz, J. 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *ECOVIDA* 5(1): 139-186.

González-Oliva, L., Díaz, J.F., Rodríguez-Cala, D., Berazaín, R. 2017. Capítulo 5. Métodos de inventario de plantas. En: Mancina, C.A. y D.D. Cruz (eds.). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas.* Editorial AMA. La Habana, Cuba. Pp. 60-85.

Matteucci, S.D., Colma, A. 2002. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. USA. Monografía No. 22: 1-159.

Müller-Dombois, D., Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 p.

Mostacedo, B., Fredericksen, T.S. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.* BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.

Pinney, A. 1989. Studying the sibgle tree. *Agroforestry Today* 1(3): 4-6.

Rangel-Ch, J.O., Velázquez, A. 1997. Capítulo 2. Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel-Ch, J.O., P. Lowy-C. y M. Aguilar-P. (eds.). *Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico (CINDEC.U.N.), Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D.C. Pp. 1-29. https://issuu.com/diversidadbiotica/docs/namec752f4

SGS (Société Générale de Surveillance)-SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2006. Anexo 6. *Método de muestreo de la vegetación arbórea y volumen maderable*. México, D.F. Pp. 1-3.

Vásquez, M. 2008. Comparación de dos métodos de muestreo para el estudio de la comunidad herbácea de Las Lomas. *Zonas áridas* 12(1): 166-183.

VII. Estudio de Caso: Los Tuxtlas

Scarabaeinae, selvas y pastizales

Contenido

Presentación 184
La región de Los Tuxtlas, Veracruz, México 185
Scarabaeinae de La Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas 186
Primer estudio 186
Factores ecológicos e históricos que determinan su distribución 187
De las selvas mexicanas y ecosistemas derivados 189
Coprófagos y necrófagos 189
De selvas y hábitats agrícolas 190
En ambientes ganaderos 191
En bosques tropicales fragmentados 191
Impactos negativos de las actividades humanas 192
Conclusiones 193
Referencias 193
Anexo 1. Scarabaeinae de Los Tuxtlas, Veracruz 197
Anexo 2. Fotos de Scarabaeinae representativos de Los Tuxtlas 201

VII. Estudio de Caso: Los Tuxtlas
Scarabaeinae, selvas y pastizales

VICTOR MOCTEZUMA

Presentación

En el presente trabajo se comparte una síntesis del conocimiento de los escarabajos del estiércol de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México. Este conocimiento ha sido generado a través de numerosos estudios científicos. En el principio se detalla la importancia ecológica y las amenazas para la diversidad de la región de Los Tuxtlas. Posteriormente, se comentan los beneficios de los escarabajos del estiércol y los estudios científicos que se han realizado sobre ellos en la región de Los Tuxtlas. Finalmente, se presenta un listado completo de las especies (Anexo 1) que se han reportado en Los Tuxtlas y se incluyen ilustraciones de algunas especies representativas de la región (Anexo 2).

Debido a que los escarabajos del estiércol de la subfamilia Scarabaeinae son un grupo muy importante para el estudio de los distintos bosques tropicales del mundo (Favila y Halffter 1997; Nichols *et al*. 2008), es uno de los grupos indicadores que ha recibido mayor atención en la región de Los Tuxtlas. La información que se ha generado sobre los escarabajos del estiércol de Los Tuxtlas proviene desde estudios ecológicos hasta estudios taxonómicos. Todos estos estudios son discutidos en los párrafos siguientes. Cabe mencionar que algunos de los nombres de las especies presentados en este trabajo difieren con los nombres utilizados en los estudios originales. Esto es consecuencia de que los nombres de las especies han sido actualizados y se han corregido algunos errores de acuerdo con los avances más recientes realizados en la taxonomía de los escarabajos del estiércol de la subfamilia Scarabaeinae.

La región de Los Tuxtlas, Veracruz, México

Esta región se encuentra sobre la planicie costera central del estado de Veracruz, (Fig. 1). Aquí se ubica una de las Reservas de la Biósferas más importantes del país La Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas, ya que tiene el objetivo de proteger los últimos bosques tropicales conservados de la llanura costera del Golfo de México. La Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas fue establecida en 1998 por un decreto del Gobierno Federal para proteger un total de 155,122 hectáreas de terreno. Sin embargo, estudios recientes sugieren la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas ha perdido aproximadamente el 60% de su cobertura forestal en las últimas décadas, como consecuencia del cambio de uso de suelo provocado por actividades ganaderas y agrícolas en la región. La deforestación es considerada como el factor más importante de deterioro ecológico de Los Tuxtlas, siendo una amenaza grave para la biodiversidad, la erosión de suelo, los recursos hídricos y la degradación de procesos biogeoquímicos de la región, trayendo consecuencias para los pobladores que se benefician de ellos. Como consecuencia, es necesario tomar acciones que disminuyan o amortigüen la pérdida de los bosques tropicales en Los Tuxtlas (Guevara *et al*. 2004, Von Thaden *et al.* 2018, 2020).

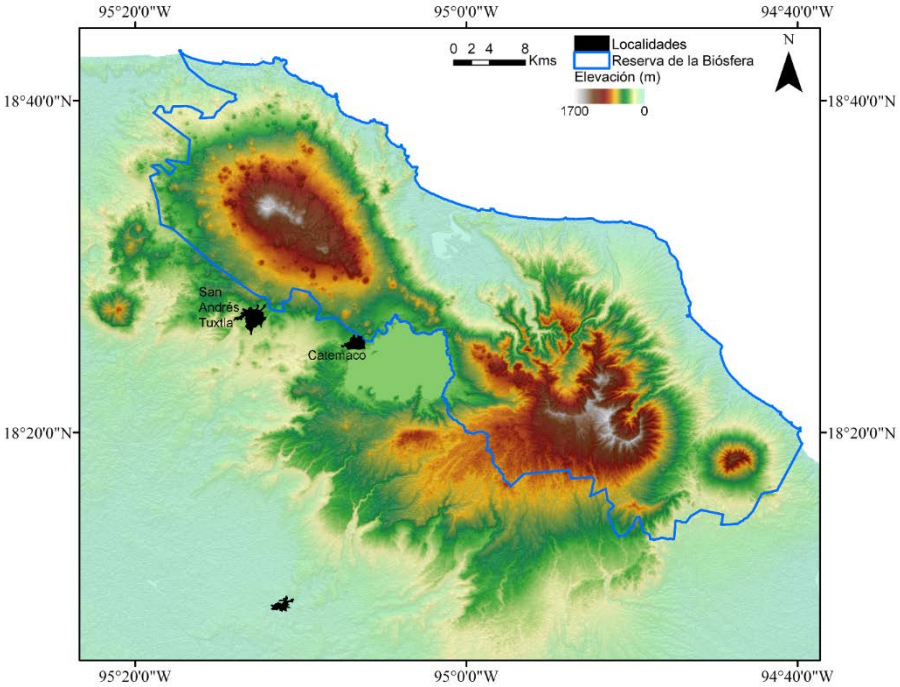


Figura 1. La región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

Scarabaeinae de La Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas

Primer estudio

El primer estudio sistematizado que se realizó sobre los escarabajos del estiércol (y otros grupos de escarabajos cercanamente relacionados, como los Melolonthinae y Passalidae) de Los Tuxtlas fue realizado por Morón (1979), en la estación de biología tropical de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los resultados de este estudio se basaron en un muestreo de seis años de colectas esporádicas y de un año de colectas mensuales, utilizando trampas de luz, trampas con estiércol, carroña y fruta, y búsqueda directa. Morón (1979) encontró **27 especies** distintas de escarabajos del estiércol, he hizo énfasis sobre la importancia de Los Tuxtlas como un refugio para la entomofauna selvática de Veracruz. Por otra parte, Morón (1979) sugirió que los escarabajos de estiércol de la subfamilia Scarabaeinae son más numerosos durante la época de lluvias, comprendida entre los meses de agosto a octubre.

Morón (1979) concluyó que la mayoría de las especies de Scarabaeinae que fueron colectadas por él, están asociadas típicamente a las selvas tropicales conservadas, lo que tiene sentido al considerar que los bosques de Los Tuxtlas se encontraban en mucho mejor estado de conservación a finales de la década de los 70's, en comparación con su estado de conservación actual (Von Thaden *et al*. 2018; 2020). De acuerdo con Morón (1979), **22 especies pueden ser colectadas en las distintas selvas de américa tropical** como *Canthidium centrale*, *Canthon femoralis*, *C. morsei*, *C. speciosus*, *C. subhyalinus*, *C. vazquezae*, *Coprophanaeus corythus*, *Deltochilum pseudoparile*, *D. carrilloi*, *Dichotomius* sp. aff. *satanas*, *Eurysternus angustulus*, *E. maya*, *E. mexicanus*, *Ontherus mexicanus*, *Onthophagus batesi*, *O. crinitus*, *O. nasicornis*, *O. rhinolophus*, *Phanaeus endymion*, *P. sallei*, *Sulcophanaeus chryseicollis* y *Uroxys boneti*. Mientras que **10 especies pueden estar presentes en zonas deforestadas, como son los potreros ganaderos** *Canthon indigaceus chiapas*, *C. speciosus*, *Copris laeviceps*, *C. lugubris*, *Coprophanaeus corythus*,

Dichotomius colonicus, *D.* sp. aff. *satanas*, *Onthophagus batesi*, *Phanaeus mexicanus* y *P. sallei*.

Adicionalmente, Morón (1979) consideró que los Scarabaeinae pueden enfrentar una competencia fuerte al interior de la selva, ya que 22 especies fueron atraídas por el excremento, mientras que 16 especies fueron colectadas utilizando restos de animales en descomposición. Además, un número considerable de especies pueden acudir a los dos tipos de cebo. Por otra parte, es posible que los Scarabaeinae no solo compitan por los recursos tróficos entre ellos mismos, sino que también pueden ser desplazados por la competencia con dípteros de las familias Sarcophagidae y Calliphoridae (Morón, 1979).

Morón (1979) consideró que la especialización trófica y la diferencia en horarios de actividad pueden ser una posible respuesta para evadir la competencia en la selva tropical. Algunos ejemplos de especialización trófica, son especies como *Canthon femoralis* y *C. subhyalinus*, que pueden ser atraídas por distintos tipos de cebos, pero están fuertemente asociadas al estiércol de monos (Morón 1979, Halffter 1991, Estrada *et al*. 1993, Rivera-Cervantes y Halffter 1999). Otro caso de especialización es el de *O. nasicornis*, que es fuertemente atraído por la fruta en descomposición. En el caso de la división de horarios de actividad, especies de géneros como *Copris* y *Dichotomius* pueden tener actividad nocturna, mientras que otros como *Canthon* pueden tener especies diurnas (Morón, 1979). Particularmente, este estudio ha sido de utilidad como una línea base para el monitoreo de los escarabajos del estiércol como consecuencia del cambio de uso de suelo fomentado por actividades como la ganadería.

Factores ecológicos e históricos que determinan su distribución

Halffter (1991) discutió la relación entre la distribución de los escarabajos del estiércol y la biogeografía de las comunidades. Para hacerlo, utilizó información de los escarabajos que habitan en las distintas selvas tropicales de América, África y Asia. De esta forma, Halffter (1991) analizó la estructura de los gremios de escarabajos en cada continente. La región de Los Tuxtlas estuvo incluida

entre los sitios elegidos para su comparación. La fuente de información de la que provenían los escarabajos de Los Tuxtlas fue el trabajo mencionado anteriormente de Morón (1979). Adicionalmente, Halffter (1991) agregó un registro inédito para una morfoespecie del género *Cryptocanthon*, por lo que la fauna de escarabajos de Los Tuxtlas totalizó 28 especies. Hasta la fecha, no ha sido posible corroborar la identidad de la especie de *Cryptocanthon* citada por Halffter (1991). De acuerdo con la revisión del género (Cook, 2002), es posible que se trate de *Cryptocanthon lobatus*, una especie endémica de los bosques tropicales del centro de Veracruz.

Halffter (1991) propuso que los escarabajos del estiércol son más diversos en los bosques tropicales, que en los pastizales ganaderos de América tropical. Particularmente, Sudamérica es considerada como el centro de diversificación de un gran número de linajes de Scarabaeinae (Halffter 1964, 1991). Adicionalmente, Halffter (1991) comentó que la elevada riqueza de especies que se encuentran en los bosques tropicales de América no puede ser explicada únicamente por factores ecológicos, como podría ser la extendida área y la conectividad continua que ha caracterizado a los bosques neotropicales en tiempos geológicos recientes.

Por ejemplo, Halffter (1991) sugirió que la elevada riqueza de Scarabaeinae en los bosques tropicales no tiene sentido si se considera la extinción de la megafauna de mamíferos del continente (Martin y Klein, 1989). Tomado en cuenta esta consideración, Halffter (1991) comentó que Halffter y Matthews (1966) fueron los primeros en hipotetizar que la elevada riqueza de especies de América tropical es explicada por la adaptación que tuvieron diversos linajes para pasar de un hábito coprófago a un hábito necrófago, copronecrófago o saprófago. Esto explicaría el porqué se pueden encontrar numerosas especies necrófagas, copronecrófagas o saprófagas en selvas tropicales como Los Tuxtlas, mientras que en los bosques tropicales africanos hay un número escaso de especies necrófagas (Halffter 1991, Halffter y Halffter 2009).

De las selvas mexicanas y ecosistemas derivados

Halffter *et al.* (1992) se centraron en el estudio de los posibles efectos de la tala en las selvas de la región sureste de México. Para hacerlo, se concentraron en comparar a los escarabajos del estiércol de zonas de bosque y zonas taladas de Boca del Chajul (Chiapas), Palenque (Chiapas), y Los Tuxtlas. De esta forma, pretendían realizar un avance en el conocimiento del uso de los Scarabaeinae como un grupo indicador de la pérdida de la diversidad (Halffter *et al.* 1992). En el caso de Los Tuxtlas, Halffter *et al*. (1992) se basaron en el listado de especies presentado por Morón (1979), que fue complementado con colectas inéditas.

Finalmente, Halffter *et al.* (1992) sugieren que la tala de los bosques tropicales provoca una pérdida notable de diversidad en las comunidades de escarabajos del estiércol. Cuando las zonas de bosque son taladas y se convierten en pastizales, no solo se observa la desaparición de numerosas especies asociadas a los bosques, sino que también se presenta la invasión por parte de las especies tropicales de áreas abiertas, que tienen áreas de distribución amplias y están adaptadas a las condiciones microclimáticas de los pastizales. Por otra parte, también es posible que las especies típicas de los ambientes de borde se expandan hacia los pastizales (Halffter *et al.* 1992).

Coprófagos y necrófagos

Favila y Díaz (1997) se enfocaron en el estudio particular de los escarabajos coprófagos y necrófagos de Los Tuxtlas, principalmente de la subfamilia Scarabaeinae. Estos autores analizaron la información proveniente de 3 años de colectas mensuales de escarabajos en la Estación de Biología Tropical, en tres sitios distintos, uno localizado en el interior del bosque tropical, otro en el borde de la vegetación forestal y el último en un pastizal. Utilizaron trampas de caída cebadas con excremento y carroña. Finalmente, Favila y Díaz (1997) concluyeron que un número reducido de especies de escarabajos presentes en Los Tuxtlas puede explotar exitosamente las zonas de pastizales, por lo que la deforestación es un peligro para la conservación de especies de Scarabaeinae en esta región.

De las especies que colectaron Favila y Díaz (1997) **28 estuvieron presentes en la selva conservada** (*Ateuchus illaesus*, *Bdelyropsis newtoni*, *Canthidium centrale*, *C. ardens*, *C. pseudoperceptibile*, *Canthon euryscelis*, *C. femoralis*, *C. morsei*, *C. speciosus*, *C. subhyalinus*, *C. vazquezae*, *Copris laeviceps*, *Coprophanaeus corythus*, *Dichotomius colonicus*, *D.* sp. aff. *satanas*, *Deltochilum carrilloi*, *D. pseudoparile*, *Eurysternus angustulus*, *E. maya*, *E. mexicanus*, *Onthophagus batesi*, *O. incensus*, *O. rhinolophus*, *Phanaeus endymion*, *P. sallei*, *Pseudocanthon perplexus*, *Sulcophanaeus chryseicollis*, *Uroxys boneti*), **25 en el borde de la selva** (*Ateuchus illaesus*, *Bdelyropsis newtoni*, *Canthidium centrale*, *C. ardens*, *C. pseudoperceptibile*, *C. pseudopuncticolle*, *Canthon euryscelis*, *C. femoralis*, *C. indigaceus chiapas*, *C. speciosus*, *C. subhyalinus*, *C. vazquezae*, *Copris laeviceps*, *Coprophanaeus corythus*, *Dichotomius colonicus*, *D.* sp. aff. *satanas*, *Deltochilum carrilloi*, *D. pseudoparile*, *Eurysternus maya*, *E. mexicanus*, *Onthophagus batesi*, *O. rhinolophus*, *Phanaeus endymion*, *P. sallei*, *Uroxys boneti*) y **16 en las zonas de pastizal.** (*Canthidium centrale*, *C. pseudopuncticolle*, *Canthon indigaceus chiapas*, *C. speciosus*, *Copris laeviceps*, *C. lugubris*, *Coprophanaeus corythus*, *Deltochilum carrilloi*, *Dichotomius colonicus*, *D.* sp. aff. *satanas*, *Digitonthophagus gazella*, *Eurysternus mexicanus*, *Onthophagus batesi*, *O. landolti*, *O. rhinolophus*, *Pseudocanthon perplexus*).

De selvas y hábitats agrícolas

Estrada *et al.* (1998) estudiaron a los Scarabaeinae que se encontraban presentes en sitios de bosque tropical y ecosistemas productivos de la región de Los Tuxtlas. Para hacerlo, utilizaron trampas cebadas con excremento de vaca, caballo y perro, que fueron colocadas en fragmentos de bosque tropical, ambientes de borde, pastizales, cercas vivas, y plantaciones de condimentos, cacao, café, cítricos y mezclas de cultivos. Estrada *et al*. (1998) colectaron un total de 35 especies de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae, superando en riqueza de especies al listado presentado por Morón y Blackaller (1997). Como resultado, Estrada *et al.* (1998) encontraron el mayor número de especies y de individuos en los fragmentos de bosque, mientras que los pastizales

representaron el ambiente más pobre en especies. En consecuencia, Estrada *et al*. (1998) sugirieron que la expansión de los pastizales en los bosques tropicales lluviosos, pueden provocar una pérdida notable de la diversidad de Scarabaeinae y ser una amenaza seria para la conservación de este grupo indicador. Por otra parte, las plantaciones agrícolas arbóreas tienen un alto valor de conservación para los Scarabaeinae, mientras que las cercas vivas pueden servir como elementos que favorezcan la dispersión y conectividad entre bosques y sistemas productivos (Estrada *et al*. 1998).

En ambientes ganaderos

Montes de Oca (2001) estudio específicamente a los escarabajos del estiércol presentes en ambientes ganaderos de la región de Los Tuxtlas. Para lograrlo, realizó un muestreo durante tres años, con trampas de caída en sitios de pastizal, bordes de pastizal, bordes de bosque y ambientes riparios. Montes de Oca (2001) colectó un total de **12 especies** (*Ateuchus illaesus*, *Copris laeviceps*, *C. lugubris*, *Dichotomius colonicus*, *Digitonthophagus gazella*, *Eurysternus maya*, *E. mexicanus*, *Ontherus mexicanus*, *Onthophagus batesi*, *Phanaeus endymion*, *P. sallei*).

Montes de Oca (2001) concluyó que un número reducido de especies escarabajos del estiércol han logrado llevar a cabo sus funciones ecológicas en los ecosistemas ganaderos, mientras que este tipo de ambientes puede favorecer la expansión de especies invasoras, como lo es *D. gazella*. Por otra parte, es importante favorecer el enriquecimiento de los paisajes ganaderos incorporando elementos asociados a los bosques tropicales, para contribuir a una mayor funcionalidad de los Scarabaeinae.

En bosques tropicales fragmentados

Díaz *et al.* (2010) estudiaron el efecto de la calidad del ecosistema en las comunidades de escarabajos del estiércol presentes en un ambiente de bosque tropical fragmentado, donde los pastizales funcionan como el ecosistema dominante. Los autores utilizaron trampas cebadas con excremento y carroña, colocadas en fragmentos de bosque, bordes de bosque-pastizal y pastizales.

Como resultado, Díaz *et al.* (2010) colectaron **23 especies** de Scarabaeinae (*Ateuchus illaesus*, *Canthidium ardens*, *C. centrale*, *C. pseudoperceptibile*, *Canthon femoralis*, *C. indigaceus chiapas*, *C. subhyalinus*, *Copris lugubris*, *C. sallei*, *Coprophanaeus pluto*, *Deltochilum pseudoparile*, *Dichotomius sagittarius*, *D. colonicus*, *D.* sp. aff. *satanas*, *Onthophagus incensus*, *O. landolti*, *Phanaeus endymion*, *P. moroni*, *Scatimus ovatus*, *Uroxys boneti* y *U. microcularis*).

Adicionalmente, Díaz *et al.* (2010) encontraron el mayor número de individuos en los fragmentos de bosque, mientras que los pastizales presentaron la mayor cantidad de biomasa. Por otra parte, las distintas especies de escarabajos presentaron una elevada especificidad de hábitat, siendo los ambientes relacionados con el bosque los más diversos. En consecuencia, Díaz *et al*. (2010) reconocieron que los ambientes de borde entre bosque y pastizales evitan el movimiento de los escarabajos típicos de los bosques tropicales, mientras que las cercas vivas pueden actuar como corredores.

Impactos negativos de las actividades humanas

Barragán *et al.* (2011) estudiaron la diversidad de distintas comunidades de escarabajos del estiércol Scarabaeinae, y su relación con el cambio de uso de suelo de los bosques tropicales hacia pastizales. Para lograrlo, utilizaron información de los escarabajos de tres sitios distintos: Montes Azules, Chiapas, La Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo y La Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas, Veracruz. Para el caso particular de Los Tuxtlas, Barragán *et al*. (2011) determinaron que los fragmentos de selva tropical más pequeños (con un área menor a 5 hectáreas) tienen una diversidad funcional menor que los fragmentos de bosque más grandes (con más de 20 hectáreas). De esta forma, Barragán *et al.* (2011) sugirieron que el cambio de uso de suelo, como lo es el paso de bosques a pastizales, no afecta únicamente la riqueza de especies, abundancia y biomasa, como han determinado estudios previos, sino que también afecta la diversidad funcional de las comunidades de Scarabaeinae.

Conclusiones

Los Tuxtlas representan a una de las regiones de selva tropical mejor estudiadas del neotrópico y probablemente del mundo, desde el punto de vista de los escarabajos del estiércol de la subfamilia Scarabaeinae, y los estudios reseñados aquí, como muestra de este hecho. Tras haber corregido y actualizado el listado faunístico de Los Tuxtlas, ha sido posible contabilizar un total de **57 especies de Scarabaeinae en esta región**. La región de Los Tuxtlas no solamente ha tenido importancia para el estudio de la ecología de los Scarabaeinae, sino que también ha sido una región muy importante para su taxonomía. Evidencia de esto son las numerosas especies nuevas, descritas con material colectado en Los Tuxtlas.

Desde el punto de vista ecológico, cabe destacar que la mayoría de las especies de Scarabaeinae de Los Tuxtlas son habitantes especializados en los bosques tropicales, y únicamente habitan en zonas de bosques conservados o en fragmentos de bosques tropicales. Por otra parte, existe un número reducido de especies que habitan áreas perturbadas por las actividades humanas, como son los pastizales ganaderos. En consecuencia, la tala de los bosques tropicales y su conversión a sistemas productivos como los pastizales ganaderos es una seria amenaza para los escarabajos de Los Tuxtlas y para los valiosos servicios ambientales que proveen. Finalmente, es importante considerar que la incorporación de elementos forestales (cercas vivas, bordes de selva, acahuales, etc.) a los sistemas productivos permite la persistencia de un número mayor de especies de escarabajos del estiércol, lo que permite un mejor desempeño de sus servicios ambientales, síntoma de un ecosistema más saludable.

Referencias

Alvarado F, Escobar S, Montero-Muñoz J. 2014. Diversity and biogeographical makeup of the dung beetle communities inhabiting two mountains in the Mexican Transition Zone. *Organisms Diversity and Evolution*. 14: 105–114.

Arnaud P. 2001. Description de nouvelles espèces de Phanaeides. *Besoiro*. 6: 2–8.

Barragán F, Moreno CE, Escobar F, et al. 2011. Negative impacts of human land use on dung beetle functional diversity. *PLoS ONE*. 6: e17976.

Bates HW. 1887. Tribe Lamellicornia. En: Bates H.W. *Biologia Centrali-Americana. Insecta. Coleoptera*. Vol. II. Part 2. Pectinicornia and Lamellicornia, 25–64 pp. Taylor and Francis, Londres.

Bourg A, Escobar F, MacGregor-Fors I, et al. 2016. Got dung? Resource selection by dung beetles in Neotropical forest fragments and cattle pastures. *Neotropical Entomology*. 45: 490–498.

Cook J. 2002. A revision of the neotropical genus *Cryptocanthon* Balthasar (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin*. 56: 3–96.

Darling JDG, Génier F. 2018. Revision of the taxonomy and distribution of the Neotropical *Copris incertus* species complex (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Canadian Entomologist.* 150: 539–577.

Delgado L, Kohlmann B. 2007. Revisión de las especies del género *Uroxys* Westwood de México y Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomologica Mexicana*. 46: 1–36.

Deloya C, Morón MA. 1998. Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) necrófagos de "Los Tuxtlas", Veracruz y Puerto Ángel, Oaxaca, México. *Dugesiana*. 5: 17–28.

Díaz A, Galante E, Favila ME. 2010. The effect of the landscape matrix on the distribution of dung and carrion beetles in a fragmented tropical rain forest. *Journal of Insect Science*. 10: 81.

Edmonds WD. 1994. Revision of *Phanaeus* MacLeay, a New World genus of Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science. The Natural History Museum of Los Angeles County*. 443: 1–105.

Edmonds WD, Zídek J. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: Revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi.* 274: 1–108.

Estrada A, Coates-Estrada R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: Ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 7: 459–474.

Estrada A, Halffter G, Coates-Estrada R, et al. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 9: 45–54.

Estrada A, Coates-Estrada R, Anzures-Dadda A, et al. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 14: 577–593.

Favila ME, Díaz A. 1997. Escarabajos coprófagos y necrófagos. En: González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC (eds). *Historia natural de Los Tuxtlas,* 383–384 pp. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Favila ME, Halffter G. 1997. The use of indicator groups for measuring Biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 72: 1–25.

Génier F. 2009. Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 (Scarabaeidae : Scarabaeinae : Oniticellini), révision taxonomique et clés de détermination illustrées. *Pensoft Series Faunistica*. 85: 1–430.

González-Alvarado A, Vaz-de-Mello FZ. 2014. Taxonomic review of the subgenus *Hybomidium* Shipp 1897 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*). *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle Série)*. 50 : 431–476.

Guevara S, Laborde J, Sánchez-Ríos G. 2004. *Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra.* Instituto de Ecología A.C. y Unión Europea, Xalapa.

Halffter G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomológica Mexicana*. 6: 1–108.

Halffter G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana.* 82: 195–238.

Halffter G, Halffter V. 2009. Why and where coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) eat seeds, fruits of vegetable detritus. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 45: 1–22.

Halffter G, Favila ME, Halffter V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*. 84: 131–156.

Harold E. 1863. Note sur les espèces mexicaines du genre *Phanaeus* et descriptions de quelques espèces nouvelles. *Annales de la Société Entomologique de France*. 3: 161–176.

Harold E. 1867. Zur Kenntniss der Gattung *Canthidium* und ihrer nächsten Verwandten. *Coleopterologische Hefte*. 1: 1–59.

Harold E.1868. Monographie der Gattung *Canthon*. *Berliner Entomologische Zeitschrift*. 12: 1–144.

Harold E. 1869. Note sur quelques Coprides du Mexique. *Annales de la Société Entomoloque de France*. 4: 493–512.

Howden HF, Gill BD. 1993. Mesoamerican *Onthophagus* Latreille in the *dicranius* and *mirabilis* species groups (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Canadian Entomologist.* 125: 1091–1114.

Kohlmann B, Solís A. 2006. El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Norteamérica. *Giornale Italiano di Entomologia*. 11: 235–295.

Kohlmann B, Vaz-de-Mello FZ. 2018. A new key for the species of *Ateuchus* Weber (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) occurring in Mexico, with a description of the first North American inquiline species from a rodent burrow (Rodentia: Geomydae) and new distribution records. *Revista Brasileira de Entomología*. 62: 131–134.

Lobo JM, Montes de Oca E. 1997. Spatial microdistribution of two introduced dung beetle species *Digitonthophagus gazella* (F) and *Euoniticellus intermedius* (Reiche) (Coleoptera Scarabaeidae) in an arid region of northern Mexico (Durango, Mexico). *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie).* 71: 17–32.

Martín, P. S., Klein, R.G. 1989. *Quaternary extinctions. A prehistoric revolution*. Univ. Arizona Press, 892 p.

Moctezuma V, Halffter G. 2021. Species redescriptions and new species of the *Onthophagus mexicanus* species group (Coleoptera: Scarabaeidae), with notes on distribution and rodent-dung beetle associations. *Zoological Studies*. 60: 0dd.

Montes de Oca E. 2001. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 82: 111–132.

Montoya-Molina S, Vaz-de-Mello FZ. 2021. Taxonomic review of the *Dichotomius* (*Luederwaldtinia*) *agenor* species group (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *European Journal of Taxonomy*. 734: 1–64.

Morón MA. 1979. Fauna de coleópteros lamelicornios de La Estación de Biología Tropical, "Los Tuxtlas", Veracruz, UNAM. México. *Anales del Instituto de Biología* UNAM, Serie Zoología. 1: 375–454.

Morón MA, Blackaller J. 1997. Melolonthidae y Scarabaeidae. En: González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC (eds). *Historia natural de Los Tuxtla*s, 383–384 pp. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Nichols E, Spector S, Louzada J, et al. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*. 141: 1461–1474.

Nolasco-Soto J, Favila ME, Espinosa de los Monteros A, González-Astorga J, Halffter G, Valdez-Carrasco J, Noriega JA, Galante E. 2020. Variations in genetic structure and male genitalia suggest recent lineage diversification in the Neotropical dung beetle complex *Canthon cyanellus* (Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 131: 505–520.

Rivera-Cervantes LE, Halffter G. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocanthon* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 77: 23–150.

Salomão RP, Favila ME; González-Tokman D. 2020. Spatial and temporal changes in the dung beetle diversity of a protected, but fragmented, landscape of the northernmost Neotropical rainforest. *Ecological Indicators*. 111: 105968.

Say T. 1835. Descriptions of new North American coleopterous insects, and observations on some already described. *Boston Journal of Natural History*. 1: 151–203.

Solís A, Kohlmann B. 2004. El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia.* 52: 1–73.

Von Thaden JJ, Laborde J, Guevara S, et al. 2018. Forest cover change in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve and its future: The contribution of the 1998 protected natural area decree. *Land Use Policy.* 72: 443-450.

Von Thaden JJ, Laborde J, Guevara S, et al. 2020. Dinámica de los cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (2006-2016). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 91: e913190.

Zunino M, Halffter G. 1997. Sobre *Onthophagus* Latreille, 1802 americanos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Elytron*. 11: 157–178.

Anexo 1. Scarabaeinae de Los Tuxtlas, Veracruz

No.	Especie	Referencias
sp1	*Ateuchus illaesus* (Harold, 1868)	Bates 1887, Morón 1979, Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp2	*Ateuchus perezvelai* Kohlmann, 2000	Barragán et al. 2011, Bourg et al. 2016
sp3	*Ateuchus tuza* Kohlmann y Vaz-de-Mello, 2018	Kohlmann y Vaz-de-Mello 2018
sp4	*Bdelyropsis newtoni* Howden, 1971	Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp5	*Canthidium ardens* Bates, 1887	Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Kohlmann y Solís 2006, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Salomão et al. 2020
sp6	*Canthidium centrale* Boucomont, 1928	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Kohlmann y Solís 2006, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp7	*Canthidium hespenheidei* Howden y Young, 1981	Kohlmann y Solís 2006
sp8	*Canthidium pseudoperceptibile* Kohlmann y Solís, 2006	Favila y Díaz 1997, Kohlmann y Solís 2006, Díaz et al. 2010, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp9	*Canthidium pseudopuncticolle* Solís y Kohlmann, 2004	Bates 1887, Favila y Díaz 1997, Kohlmann y Solís 2006, Barragán et al. 2011, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp10	*Canthon euryscelis* Bates, 1887	Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp11	*Canthon femoralis* (Chevrolat, 1834)	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp12	*Canthon indigaceus chiapas* Robinson, 1948	Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Díaz et al. 2010, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp13	*Canthon morsei* Howden, 1966	Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp14	*Canthon speciosus* Harold, 1868	Bates 1887, Morón 1979, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Nolasco-Soto et al. 2020, Salomão et al. 2020
sp15	*Canthon subhyalinus* Harold, 1867	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020

No.	Especie	Referencias
sp16	*Canthon vazquezae* (Martínez, Halffter y Halffter, 1964)	Morón 1979, Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp17	*Copris incertus* Say, 1835	Bates 1887, Darling y Génier 2018
sp18	*Copris laeviceps* Harold, 1869	Harold 1869, Bates 1887, Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Darling y Génier 2018, Salomão et al. 2020
sp19	*Copris lugubris* Boheman, 1858	Morón 1979, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Bourg et al. 2016, Darling y Génier 2018, Salomão et al. 2020
sp20	*Copris sallei* Harold, 1869	Díaz et al. 2010, Alvarado et al. 2014, Salomão et al. 2020
sp21	*Coprophanaeus corythus (Harold, 1863)*	Morón 1979, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp22	*Coprophanaeus gilli* Arnaud, 1997	Deloya y Morón 1998, Alvarado et al. 2014, Salomão et al. 2020
sp23	*Coprophanaeus pluto* (Harold, 1863)	Morón y Blackaller 1997, Díaz et al. 2010, Bourg et al. 2016
sp24	*Cryptocanthon sp.*	Halffter 1991
sp25	*Deltochilum carrilloi* González-Alvarado y Vaz-de-Mello, 2014	Morón 1979, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, González-Alvarado y Vaz-de-Mello 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp26	*Deltochilum pseudoparile* Paulian, 1938	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp27	*Deltochilum scabriusculum* Bates, 1887	Salomão et al. 2020
sp28	*Dichotomius colonicus* (Harold, 1867)	Bates 1887, Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp29	*Dichotomius sagittarius* (Harold, 1869)	Díaz et al. 2010, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020, Montoya-Molina y Vaz-de-Mello 2021
sp30	*Dichotomius* sp. aff. *satanas* (Harold, 1867)	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp31	*Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787)	Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Bourg et al. 2016
sp32	*Eurysternus angustulus* Harold, 1869	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Estrada et al. 1998,

No.	Especie	Referencias
		Génier 2009, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp33	*Eurysternus foedus* Guérin-Méneville, 1830	Génier 2009, Alvarado et al. 2014
sp34	*Eurysternus maya* Génier, 2009	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Génier 2009, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp35	*Eurysternus mexicanus* Harold, 1869	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Génier 2009, Barragán et al. 2011, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp36	*Eurysternus obliteratus* Génier, 2009	Morón y Blackaller 1997, Génier 2009, Bourg et al. 2016
sp37	*Ontherus mexicanus* Harold, 1868	Morón 1979, Halffter et al. 1992, Morón y Blackaller 1997, Montes de Oca 2001, Alvarado et al. 2014, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016
sp38	*Onthophagus asperodorsatus* Howden y Gill, 1993	Howden y Gill 1993, Salomão et al. 2020
sp39	*Onthophagus batesi* Howden & Cartwright, 1963	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp40	*Onthophagus championi* Bates 1887	Moctezuma y Halffter 2021
sp41	*Onthophagus crinitus* Harold, 1869	Morón 1979, Halffter et al. 1992, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998
sp42	*Onthophagus incensus* Say, 1835	Bates 1887, Favila y Díaz 1997, Díaz et al. 2010, Salomão et al. 2020
sp43	*Onthophagus landolti* Harold, 1880	Bates 1887, Favila y Díaz 1997, Estrada et al. 1998, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp44	*Onthophagus nasicornis* Harold, 1869	Bates 1887, Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Estrada et al. 1993, Estrada et al. 1998, Alvarado et al. 2014
sp45	*Onthophagus rhinolophus* Harold, 1869	Harold 1869, Bates 1887, Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp46	*Onthophagus violetae* Zunino y Halffter, 1997	Zunino y Halffter 1997, Barragán et al. 2011, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp47	*Phanaeus endymion* Harold, 1863	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Deloya y Morón 1998, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp48	*Phanaeus mexicanus* Harold, 1863	Bates 1887, Morón 1979, Morón y Blackaller 1997, Díaz et al. 2010, Salomão et al. 2020
sp49	*Phanaeus moroni* Arnaud, 2001	Morón y Blackaller 1997, Arnaud 2001, Díaz et al. 2010, Salomão et al. 2020

No.	Especie	Referencias
sp50	*Phanaeus sallei* Harold, 1863	Bates 1887, Morón 1979, Halffter et al. 1992, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Montes de Oca 2001, Salomão et al. 2020
sp51	*Pseudocanthon perplexus* (LeConte, 1847)	Favila y Díaz 1997, Bourg et al. 2016
sp52	*Scatimus ovatus* Harold, 1862	Díaz et al. 2010, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp53	*Sulcophanaeus chryseicollis* (Harold, 1863)	Morón 1979, Estrada y Coates-Estrada 1991, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016
sp54	*Uroxys boneti* Pereira y Halffter, 1961	Morón 1979, Halffter et al. 1992, Estrada et al. 1993, Favila y Díaz 1997, Morón y Blackaller 1997, Estrada et al. 1998, Delgado y Kohlmann 2007, Díaz et al. 2010, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp55	*Uroxys microcularis* Howden y Young, 1981	Delgado y Kohlmann 2007, Díaz et al. 2010, Alvarado et al. 2014, Salomão et al. 2020
sp56	*Uroxys platypyga* Howden y Young, 1981	Delgado y Kohlmann 2007, Barragán et al. 2011, Alvarado et al. 2014, Bourg et al. 2016, Salomão et al. 2020
sp57	*Uroxys transversifrons* Howden y Gill, 1987	Delgado y Kohlmann 2007

Anexo 2. Fotos de Scarabaeinae representativos de Los Tuxtlas

Phanaeus moroni macho.

Bdelyropsis newtoni.

Coprophanaeus corythus macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Copris incertus macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta)

Copris lugubris macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Dichotomius colonicus macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Dichotomius sp. aff. *satanas* macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Eurysternus mexicanus
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Ontherus mexicanus macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Onthophagus asperodorsatus macho

Phanaeus endymion macho
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

Scatimus ovatus
(foto J. L. Sánchez-Huerta).

VIII. Estudio de Caso: Palenque
Biodiversidad, Scarabaeinae y ganado

Contenido

Introducción 204

Desde las Selvas, ecotonos a los pastizales 207

¿Por qué importa conocer la diversidad? 209

Parámetros para medir los cambios que ocurren en una comunidad 210

Scarabaeinae como parámetro de cambios ambientales 212

Método de captura recomendado 213

Diversidad Vegetal de Palenque 214

ESTUDIO DE CASOS: PALENQUE 219

Sitio de estudio 219

Descripción del método de trabajo 220

Resultados 221

Análisis de casos 222

Los Scarabaeinae en selvas 222

Características de los Scarabaeinae de Palenque 224

Referencias 227

Anexo 1. CASOS 232

Anexo 2. Scarabaeinae colectados en Palenque 1965 y 1993 242

Anexo 3. Lista histórica de especies de Palenque 244

Anexo 4. Diversidad de Scarabaeinae en selvas tropicales de Mesoamérica 246

VIII. Estudio de Caso: Palenque

Ganadería, Biodiversidad y Scarabaeinae

GONZALO HALFFTER

Introducción

Para entender los problemas del campo y de los recursos bióticos regionales o nacionales, además de conocerlos, hay que comprender sus interacciones con la sociedad humana, el espacio geográfico y el tiempo. La búsqueda de alternativas de interacción ha cambiado en distintas épocas y responde a una sociedad humana cambiante. No podemos contemplar las alternativas ambientales, sin considerar el impacto que pueden tener en nuestra sociedad.

La ganadería es un excelente ejemplo de esta compleja red de interacciones. Su evolución como actividad básica, desde la introducción de las primeras vacas al territorio veracruzano, no puede separarse de la evolución del uso de los recursos bióticos y de su propiedad (González-Montagut, 1999).

Después de 400 años de expansión sin control, hoy en día en Veracruz, como en otros lugares de Latinoamérica, comienza a posicionarse una nueva generación de ganaderos conscientes de los problemas y limitaciones de su actividad en tierras tropicales. Se han abandonado algunos usos del pasado, en parte derivados de una ganadería extensionista. Se ha adquirido experiencia en la compleja relación que existe en el medio tropical entre vegetación, suelo y ganado (Murgueitio, 2009, Chará *et al*. 2011, Halffter *et al.* 2018).

Estos nuevos ganaderos son conscientes de los riesgos ecológicos y buscan solucionar los problemas de manejo de un ecosistema, que en su composición original, no contaba con las vacas introducidas por los europeos.

La adaptación de estos ganaderos a los nuevos territorios plantea problemas en diferentes aspectos, desde la degradación de los suelos, el uso del forraje, de la falta de sombra, de disponer del agua, etc. Es decir, requiere plantear una estrategia de manejo nueva, esta es la Ganadería Sustentable.

Con la ganadería sustentable realmente hay un cambio importante de mentalidad. El ganadero se aproxima más a la estrategia del agricultor. La tierra se explota en forma más racional y permanente. El nuevo ganadero, que forzosamente está proyectando su actividad a un futuro prolongado y estable, necesita conocer bien la capacidad de producción forrajera de su rancho, así como los riesgos del mal uso de suelos y agua. No sobrecargar de animales se convierte en algo sumamente importante (Voisin y Lacomte, 1962, Pinheiro, 2015).

A grandes rasgos, en el trópico húmedo mexicano se pueden distinguir dos grandes tipos de actividad ganadera. Aquella en menor proporción actualmente, que modifica muy poco el paisaje y procura mantener una porción importante de la vegetación original, es el antecedente de la ganadería que hoy llamamos sustentable (Moreno, 2011). Y la segunda tendencia, desafortunadamente la más frecuente, que ha modificado a fondo el ecosistema, sembrando pastos y quitando la mayor parte de la cubierta arbórea original, de manera que el resultado es más un agro-ecosistema, con mínima evidencia del bosque original (Barrera-Bassols y Rodríguez, 1993).

Como triste evidencia de lo anterior, es necesario poner el caso ocurrido a principio de los 80's del siglo pasado, con la destrucción de cientos de miles de hectáreas en las selvas del Uxpanapa, de lo cual sirvan una imágenes del proceso de deforestación tan rápido, para abrir espacio a potreros ganaderos, además de reacomodar a comunidades indígenas (Gómez-Pompa, s/f) (Fig. 1).

Lo que pasó en el Uxpanapa no se puede atribuir a los ganaderos. Hay que atribuirlo a los malos programas gubernamentales, que no vieron las consecuencias ambientales ni sociales a futuro, por la destrucción de la selva, un ecocidio que esperamos no se vuelva a repetir.

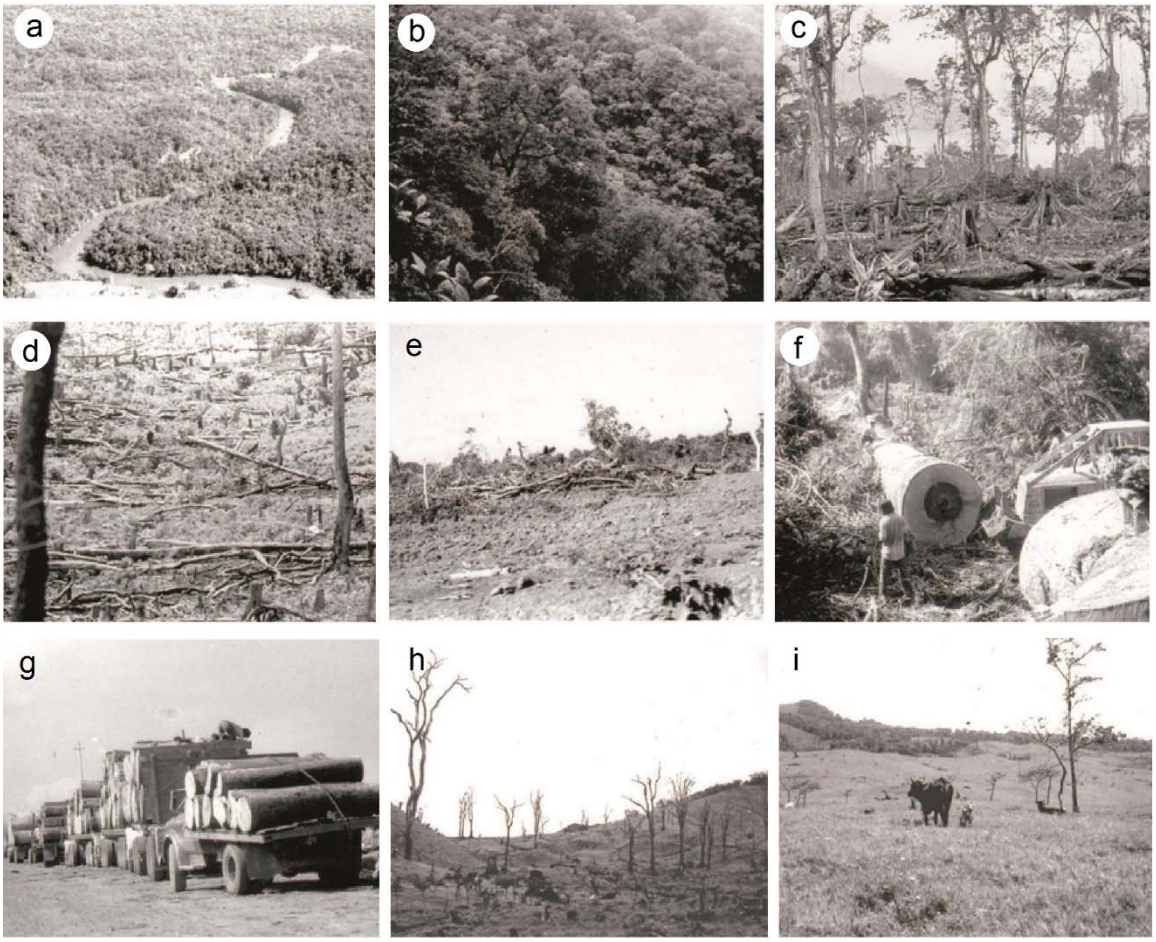


Figura 1. Selva original (a, b), inicio de corte de árboles (c, d, e), derribo y transporte de troncos (f, g) y panorama final con potreros ganaderos (h, i) (Fotos, Bulmaro Bazaldúa Baldo).

Desde las Selvas, ecotonos a los pastizales

Hace años que se dice que la ganadería es la actividad agropecuaria que más afecta al equilibrio ecológico. La ganadería ocupa el 30% de la superficie terrestre y es considerada como la principal causa de deforestación (Ellis, 2011). El pastoreo deteriora profundamente la calidad de su principal componente: el suelo. Se ha demostrado repetidas veces que la ganadería, especialmente la ganadería tropical, es causa de pérdida de biodiversidad y de tierras. Contribuye al 18% de emisión de gases por efecto invernadero (De-Blas *et al*. 2008). Por todas estas razones, la ganadería como lo indican Huerta y colaboradores (2016) es la "antítesis de la conservación".

Lograr la sustentabilidad ganadera es un reto mucho más profundo de lo que puede creerse en un primer análisis. Posiblemente ninguna actividad agropecuaria moderna es tan opuesta al equilibrio ecológico como la ganadería tropical. Empezando porque se destruye el paisaje original: la selva. Se usan terrenos con un declive inadecuado, lo cual favorece la erosión. La cantidad de animales por hectárea es siempre superior a la capacidad real de carga biológica. Y sobre todo, se crea un sistema que es totalmente distinto al original: la selva tropical, que es diversa y con muchas especies. El pastizal ganadero es un tipo de ecosistema con muy pocas especies y una explotación muy intensa.

Es por lo tanto un reto, un verdadero reto para ecólogos y ganaderos, el lograr conjuntamente un sistema en el que se conjuguen los factores más positivos de ambas actividades, productiva y científica, logrando la estabilidad a largo plazo. Puede suponerse que esa estabilidad existe cuando se piensa en explotaciones ganaderas que perduran durante mucho tiempo, pero considérese el número de cabeza que tienen estas explotaciones y si este número de cabezas, hace rentable realmente o no la explotación (Broom *et al.* 2013).

Es indudable que si hay alguna alternativa para el futuro, dada la masificación de la ganadería tropical que ya existe, esta alternativa va a requerir de un profundo conocimiento ecológico y éste sólo se puede lograr tratando de reproducir todas aquellas condiciones originales de la selva que no están

contrapuestas con la explotación ganadera. Es decir, tratando de conservar vegetación, suelo, escarabajos, etc. (Alvarado *et al*. 2017). Esto sería un sistema silvopastoril de segunda generación, en donde se lleve a cabo un análisis de la sustentabilidad a largo plazo y en donde la intervención humana tendería fundamentalmente a mantener la riqueza biológica y el equilibrio del sistema (Calle *et al.* 2013).

Es difícil tener una idea clara y definitiva sobre las bondades o serios inconvenientes del desarrollo de la ganadería en Mesoamérica, esa porción que comprende México tropical y parte de Centroamérica (Barrera-Bassols, 1996).

En las selvas que encontraron los españoles no había grandes vertebrados (Trens, 1992). Entender lo anterior es fundamental para poder comprender la historia de estas selvas. Lo que trajo Cortés son razas nuevas, es el ganado mesteño, en gran parte sustituido hacia 1940 por el ganado cebú (Sluyter, 2004).

En las selvas y los lugares boscosos tenemos una serie de procesos, en ninguno de los cuales la ganadería sería la actividad con mayor éxito. En Norteamérica el ganado viene a sustituir al bisonte que se desplazaba hace miles de años (Martin y Klein, 1989).

Finalmente, siguiendo nuestras ideas, pero estrictamente dentro de los lineamientos del FMCN, hemos preparado este ensayo en el que pretendemos conservar todo el rigor de la investigación científica, buscando mediante una reducción del vocabulario más especializado, un lector más general, en especial ganaderos o personas relacionadas con esta actividad. El resultado final va más allá de la divulgación. El objetivo de este ensayo es dar algunos conceptos teóricos para comprender este trabajo, así como ofrecer a todo aquel que le interese, la posibilidad de tener datos para comparar y analizar los suyos propios, con la diversidad y abundancia de los Scarabaeinae encontrados en colectas hechas hace años en la zona de Palenque. Incluimos información que puede ser utilizada libremente, sin más compromiso que dar crédito cuando esto sea lo adecuado. Finalmente, se resumen los resultados obtenidos de la diversidad de Scarabaeinae de Palenque, comparando con la de otras selvas

existentes, pues son los ambientes más ricos con Scarabaeinae y pueden servir de apoyo para reintroducir especies posibles en zonas con baja diversidad, como las ganaderas, una vez mejoren y aumenten sus recursos arbolados, como lo es con el sistema silvopastoril (Giraldo *et al*. 2011).

¿Por qué importa conocer la diversidad?

La biodiversidad, es el número de especies en un espacio determinado (diversidad genética) o el número y variedad de especies con respuestas funcionales distintas en este mismo espacio (diversidad fisiológica o funcional). Es de las características que mejor describen a una comunidad y que en los últimos cuarenta años se han usado de manera más repetida. La diversidad tiene su origen en la evolución, siendo uno de los conceptos básicos de la ecología. En los últimos treinta años se ha reunido una amplísima bibliografía sobre las diversidades genéticas, morfológicas y funcionales (Moreno, 2019). El problema que repetidamente se plantea, es como estudiar esta biodiversidad y como, de ser posible, hacer la comparación entre sitios diferentes, que instrumentos, que procedimientos usar.

Aunque, aparentemente es un concepto fácil de entender, cualquier medida de la biodiversidad, desde la más sencilla representada por el número de especies, tiene que "explicar" una porción importante de la realidad biológica evolutiva y traducirla en un lenguaje numérico que se preste al análisis. La idea es utilizar la biodiversidad como parámetro para medir los cambios que ocurren en una comunidad o un sitio, cambios por razones naturales o modificaciones provocadas por el hombre (Halffter *et al.* 2005).

Una alternativa universalmente aceptada para el estudio de la biodiversidad, es el uso para su configuración y medida, de uno o varios GRUPO(S) PARÁMETRO. Un grupo parámetro es un sustituto de la diversidad total por la de un grupo taxonómico, fisiológico o ecológico determinado, dando así una diversidad mucho más fácil y rápida de medir y de tratar, que puede reunirse y estudiarse de acuerdo con todo el legado matemático.

No hay un grupo parámetro universal, ya que cambia en cada una de las comunidades según los organismos más importantes y numerosos. Por lo tanto, una de las tareas a realizar es escoger los organismos que caracterizan a una comunidad y determinan su biología y características, para ver si pueden servir de parámetro (Arellano y Halffter, 2003).

Podría suponerse que si tomamos varios grupos parámetros para el análisis de la diversidad en una localidad, los resultados van a ser mejores y más ciertos. En realidad, si analizamos la literatura de los últimos treinta años, vemos que la mayor parte de los autores recomienda el uso de un solo grupo indicador, un grupo indicador para cada tipo de comunidad. Esto hace el trabajo infinitamente más sencillo en espacio y en tiempo (Halffter *et al.* 2001).

Un análisis de las publicaciones sobre biodiversidad permite apreciar que cada tipo de comunidad tiene uno o varios conjuntos de especies, cuya presencia y número nos dan una información cuantificable sobre las características del conjunto en la comunidad. Esta es la base para el uso de GRUPO PARÁMETROS O INDICADORES.

Muchos años de trabajo y una abundante bibliografía nos permite recomendar como grupo parámetro para el monitoreo de la biodiversidad en el oriente y sur de México, así como para seguir el efecto de la ganadería en estas tierras, la utilización de los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae (Insecta: Coleóptera: Scarabaeidae) (Halffter y Favila, 1993, Favila y Halffter, 1997, Celi y Dávalos, 2001, Granados *et al*. 2010, Filgueiras *et al*. 2015).

Parámetros para medir los cambios que ocurren en una comunidad

Una de las características que mejor define a una comunidad biológica es su composición en especies, junto con el número de individuos de cada una de ellas. Estos dos elementos de diagnóstico derivan del origen mismo de la flora y fauna que integra la comunidad.

Para caracterizar una comunidad ¿es posible considerar todos los organismos, o bien, hay que usar solo alguno de ellos como parámetros o representantes estadísticos del conjunto? El uso de una u otra aproximación ha

sido ampliamente debatido, indudablemente los parámetros tienen múltiples ventajas desde el punto de vista estadístico, son la tendencia actual, y se usan ampliamente en cualquier trabajo de análisis de diversidad.

Una idea que hay que abandonar es que un solo grupo de organismos, sea cual sean, puede aplicarse en cualquier circunstancia, en cualquier lugar, para estudiar la diversidad o su composición. Cada tipo de comunidad requiere de grupo(s) específicos para su estudio.

¿Cuál es el organismo o grupos de organismos más adecuado? El más adecuado será, el que nos dé respuestas más claras y terminantes, y que puedan ser fácilmente utilizables en ejercicios sobre la diversidad con significado social y económico (Cultid-Medina *et al.* 2016).

¿Cuál es el tipo de organismos que vamos a utilizar para caracterizar las selvas del Suroeste de México y los pastizales de uso ganadero intercalados en estas selvas? Tratamos de buscar un grupo parámetro que dé la mayor información posible con el menor esfuerzo de colecta y de manejo. Unos doscientos trabajos publicados apoyan el uso de los Scarabaeinae, como grupo parámetro para análisis de biodiversidad en selvas tropicales y subtropicales así como en sus ecosistemas derivados de América.

En el plano científico, sobre la investigación de la estructura y funcionamiento de las comunidades, destacan varios trabajos sucesivos sobre las selvas tropicales, su diversidad y los escarabajos Scarabaeinae como grupo parámetro, realizados en América Tropical (Halffter, 1991, Halffter *et al*. 1992, Halffter y Favila 1993; Favila *et al*. 1997; Halffter, 1998; Favila, 2005; Alvarado *et al*. 2018. De todos los ecosistemas terrestres, la selva tropical es la que tiene la mayor cantidad de especies (diversidad Alfa), los más amplios y complejos estratos ecológicos y la mayor heterogeneidad espacial (diversidad Beta) (Arellano y Halffter, 2003).

Scarabaeinae como parámetro de cambios ambientales

Por todo lo anterior, la selección de los Scarabaeinae como uno de los parámetros de la biodiversidad en las selvas tropicales, se apoya en los puntos siguientes:

1. Los Scarabaeinae son insectos abundantes en especies y en individuos en las selvas del oriente y sur de México. El número de especies se encuentra entre 25 y 55 por sitio. En cuanto al número de individuos, unos pocos días de recolección permite obtener de centenares a miles de ejemplares.
2. Existe una amplia bibliografía referente a la biología, ecología y taxonomía del grupo.
3. El muestreo es sencillo, barato y rápido. Puede ser realizado por personal no especializado.
4. La identificación es relativamente fácil y existen varias guías con fotografías de las especies, lo cual facilita mucho el trabajo.
5. Dada la abundancia, el muestreo no afecta el equilibrio biológico de las comunidades. Este es un punto muy importante que hay que tomar en cuenta en cualquier propuesta, ya que debe evitarse cualquier impacto en la fauna y flora del lugar.
6. Existe información amplia sobre: las especies y la ecología de éstas en la selva de la región; de la fauna que se encuentra en los potreros; y de las diferencias entre ambas faunas. También se han analizado cuantitativamente la diferencia entre una y otra fauna.
7. Por ser un grupo cuya alimentación, tanto en estado adulto como en estado larvario, depende directamente del ganado (excremento) existe una relación directa entre las poblaciones de ganado y número de escarabajos.
8. Tanto la composición en especies como el número de ejemplares de cada sitio son muy sensibles a las modificaciones que pueda sufrir la selva en su composición (e.g. desmonte o cambio en la composición arbórea). Lo anterior llega al punto de que la composición de especie de Scarabaeinae y el número de éstas pueden ser un método para interpretar el estado de salud de una selva.

9. Su colecta no perturba el ecosistema.
10. Son insectos muy sensibles a los productos químicos agropecuarios, en especial a insecticidas y herbicidas y en general parasiticidas. Esto da un valor adicional al grupo que permite reconocer la acumulación de toxi-químicos en el área.
11. En varios lugares del mundo se han hecho trabajos a nivel masivo de reintroducción de Scarabaeinae para control de plagas del ganado y moscas.
12. Para reducir el acúmulo de estiércol después de un cambio en la composición del ecosistema, existe una tecnología para la cría de estos insectos y su reintroducción en el campo.

Lo anterior, es para remarcar que en caso de que se decidiese la reintroducción o introducción de nuevo de algunas de las especies, existen los antecedentes para hacerlo (Amat-García *et al*. 2005, Martínez *et al*. 2015).

Método de captura recomendado

Existe un sistema de captura barato y fácil de realizar. Consiste en el uso de botes de aproximadamente 300 o 1000 ml que se entierran a distancias precisas a ras de suelo, dejando una parte superior destapada. En la parte interior del bote se coloca un poco de arena o tierra fina (en caso de no tener arena) y el cebo atractivo. Si se desea capturar las especies coprófagas, el cebo atractivo será una muestra de excremento de 100 gr, aunque hay especies que tienen hábitos necrófagos, por lo que se colectan trampas cebadas con un pedazo de pescado fresco o calmar.

Para más detalles ver el **Capítulo V**, donde se encontrará toda la información del proceso de colecta, manejo de ejemplares colectados y procesamiento de datos, para definir la riqueza y abundancia de escarabajos, como indicadores de la salud de zonas ganaderas. También se incluyen Anexos (A,B,C,D) con el listado ilustrado de las principales especies referidas en Veracruz y Chiapas, claves de identificación, y fichas técnicas de la mayoría de las especies.

Diversidad Vegetal de Palenque

GONZALO CASTILLO-CAMPOS

El Parque Nacional de la zona arqueológica de Palenque, con una extensión de 1,771 ha, fue decretado el 11 de julio de 1981 (Vargas-Márquez 1997; Vargas-Márquez *et al*. 2000), y se localiza en el límite norte de la Selva Lacandona (Díaz-Gallegos, 1996).

La vegetación de la reserva de Palenque se encuentra altamente perturbada, según Díaz-Gallegos (1996) considera que el 43.4 % (769.4 ha), de la superficie está ocupada por pastizales inducidos para el forrajeo del ganado bovino. Asimismo, la vegetación original de la zona está caracterizada por una selva alta perennifolia que ocupa una superficie del 33.7 % que corresponde a 597 ha, del total de la superficie de la reserva. Por otro lado, también se encuentra bien representada la vegetación secundaria o acahuales en diferentes etapas de regeneración, ocupando una superficie de 387.3 ha, que corresponde al 21.8 % de la superficie de la reserva (Gómez-Domínguez *et al*. 2015).

En general, con excepción del área cubierta por la selva alta conservada y protegida en la reserva del Parque Nacional de la zona arqueológica de Palenque, se puede ver un paisaje dominado por pastizales de forrajeo para ganado bovino, con pequeños fragmentos de acahuales en diferentes etapas de regeneración. Para el municipio de Palenque, la selva alta conservada en el Parque Nacional, es el reservorio más importante de los bosques que caracterizaban al municipio, antes de que se introdujeran, los pastizales que dominan el paisaje actual del municipio. Por lo que es el banco de germoplasma vegetal más importante para rehabilitar las áreas más degradadas por el pastoreo del ganado bovino.

Selva Alta Perennifolia

La selva alta perennifolia aún conservada, generalmente integra más de tres estratos arbóreos y arbustivos, sin embargo, no hay estudios que los describan, por lo tanto, para este trabajo se describen tres de ellos, con las especies citadas de la localidad. El estrato arbóreo superior a los 20 m de altura está

caracterizado por *Alchornea latifolia* Sw., *Alseis yucatanensis* Standl., *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *Astronium graveolens* Jacq., *Brosimum alicastrum* Sw., *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC., *Castilla elastica* Sessé ex Cerv., *Cedrela odorata* L., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith, *Lonchocarpus guatemalensis* Benth., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen., *Pseudolmedia glabrata* (Liebm.) C.C. Berg, *Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm., *Spondias mombin* L., *Swietenia macrophylla* King, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., *Tapirira mexicana* Marchand y *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell. En el estrato arbóreo medio inferior, de 12-18 m de altura es común encontrar a *Ardisia verapazensis* Donn. Sm., *Bauhinia ramosissima* Benth. ex Hemsl., *Coccoloba belizensis* Standl., *Erythroxylum guatemalense* Lundell, *Ficus citrifolia* Mill., *Garcia parviflora* Lundell, *Guarea glabra* Vahl, *Miconia ciliata* (Rich.) DC., *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Pisonia aculeata* L., *Swartzia guatemalensis* (Donn. Sm.) Pittier, *Trichilia pallida* Sw., *Trophis racemosa* (L.) Urb. En el estrato herbáceo es común ver a *Aphelandra schiedeana* Schltdl. & Cham., *Astrocaryum mexicanum* Liebm. ex Mart., *Calathea micans* (L. Mathieu) Körn., *Chamaedorea elegans* Mart., *Ctenitis melanosticta* (Kuntze) Copel., *Desmoncus orthacanthos* Mart., *Syngonium podophyllum* Schott y *Tectaria heracleifolia* (Willd.) Underw.

Vegetación secundaria o acahuales

La vegetación secundaria derivada de la selva alta perennifolia se encuentra en diferentes etapas de regeneración, integrando un mosaico de tonalidades en el paisaje, dominado por pastizales inducidos o cultivados para forrajeo. En el estrato arbóreo de los acahuales más regenerados es común observar a *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze, *Acacia cornigera* (L.) Willd., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex. Walp., *Hampea trilobata* Standl., *Heliocarpus donnellsmithii* Rose., *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem., *Persea americana* Mill., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose y *Trema micrantha* (L.) Blume. En el estrato herbáceo es frecuente encontrar a *Acalypha diversifolia* Jacq., *Ageratum corymbosum* Zuccagni, *Chamaecrista kunthiana* (Schltdl. & Cham.)

H.S. Irwin & Barneby., *Ipomoea squamosa* Choisy., *Momordica charantia* L., *Pavonia rosea* Wall. ex Moris. y *Sida acuta* Burn. f.

Pastizal

El pastizal inducido o cultivado para forrajeo de ganado bovino, es la comunidad vegetal dominante en el municipio de Palenque Chiapas. Sin embargo, es la menos diversa en su riqueza, están caracterizados por pocas especies de pastos, entre los más comunes se tienen a *Andropogon bicornis* L., *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhlm., pasto bermuda, pasto estrella (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), pasto estrella gigante, zacate estrella (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.), zacate pangola (*Digitaria decumbens* Stent), *Eriochloa punctata* (L.) Desv. ex Ham., *Homolepis aturensis* (Kunth) Chase, jaragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf), *Lasiacis procerrima* (Hack.) Hitchc., *Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beauv., *Panicum stoloniferum* Poir., *Panicum trichoides* Sw., grama de antena (*Paspalum conjugatum* P.J. Bergius), pasto bahía, zacate orcheta (*Paspalum notatum* Flüggé), zacate kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.), *Pentarrhaphis scabra* Kunth y *Schizachyrium condensatum* (Kunth) Nees.

Cercas vivas

Entre las diversas actividades necesarias en los sistemas productivos, está la sustitución de postes de las cercas que delimitan las parcelas de los cultivos o potreros de pastoreo. En la mayoría de los casos, es necesario sustituir los postes cada año y así evitar que se introduzcan o escapen los animales domésticos que forrajean allí. Es común en las parcelas que se desmonte, para introducir especies cultivadas (maíz, caña, calabaza, sorgo, frijol, cítricos, plátano, pasto para forrajeo, etc.). En muy pocas veces dejan un fragmento del bosque, para obtener la madera que se requiere para combustible, para la construcción, y/o para cortar los postes para sustituir los viejos o rotos.

Al tener desmontada toda la parcela, tienen que comprar los postes año con año para sustituirlos en las cercas de los potreros, cuyos costos se va incrementando, de acuerdo con la distancia de donde se obtienen. Por ésta y muchas razones más, es necesario conservar cuando menos en cada parcela, un 10% de la superficie de monte o vegetación natural, para cubrir las necesidades

básicas de autoconsumo. Asimismo, es conveniente implementar las cercas vivas con especies nativas, de doble propósito o multiusos (maderables, energéticas, medicinales, de flores y/o frutos comestibles, forrajeras, etc.), de tal forma, que también contribuyan a satisfacer las necesidades de autoconsumo o incluso, para venta y satisfacer las necesidades de la población local.

Entre las especies recomendables de doble o multipropósito se tiene a las maderables como el cedro rojo (*Cedrela odorata*), palo gateado, culimche (*Astronium graveolens*), caoba (*Swietenia macrophylla*), zapote chico (*Manilkara zapota*), hormiguillo blanco (*Cordia alliodora*), cacao, caobillo, jobo y nompi (*Tapirira mexicana* Marchand). Las forrajeras como el ramón, ojoche, ojite (*Brosimum alicastrum*), el cocuite (*Gliricidia sepium*), gasparito (*Erytrina* spp.). Las de flores comestibles, como el izote, flor de izote (*Yucca guatemalensis* Baker), cocuite (*Gliricidia sepium*), gasparito (*Erytrina* spp.). Las que tienen frutos comestibles, la guayava (*Psidium guajava* L.), aguacate (*Persea* spp.) cítricos (*Citrus* spp.).

Árboles aislados en potreros

Los árboles aislados en los potreros son muy importantes para el mantenimiento de la biodiversidad; hay estudios que han demostrado que en una hectárea de pasto para forrajeo se pueden introducir desde 35 a 50 árboles aislados, sin afectar la producción del pasto de forrajeo. El número de árboles por superficie dependerá de la altura, tamaño y arquitectura de la copa de los árboles a manejar. Es recomendable usar árboles nativos que no requieran mantenimiento, de preferencia que tengan doble o multipropósito (maderables, medicinales, frutos comestibles, flores comestibles, energéticos (leña), artesanal, forrajeros, o que atraigan a la fauna local, por ejemplo, las higueras). Entre los árboles aislados maderables, que se pueden usar en el municipio de Palenque, Chiapas, están el cedro rojo (*Cedrela odorata*), zapote chico (*Manilkara zapota*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), palo gateado, culimche (*Astronium graveolens*), hormiguillo blanco (*Cordia alliodora*), roble (*Tabebuia rosea*, *T. crysantha* (Jacq.) G. Nicholson), que tienen flores rosadas y amarillas respectivamente.

Para ver más detalles puede consultar el **Capítulo VI**, donde se describen métodos de trabajo en campo para definir la cobertura por especies, que definen junto con otros factores ambientales, el grado de perturbación de un ecosistema. También se incluyen dos Anexos E y F, con el listado ilustrado de las principales especies de importancia en ganadería de Veracruz y Chiapas, más una lista y ficha técnica de las principales especies forrajeras.

Importancia de la vegetación para captar y conservar el agua

Es indudable la importancia del agua para la vida, pero el desconocimiento del papel que juega la vegetación, sobre todo, los bosques en la captación del agua de lluvia en su ciclo natural. Por eso es muy importante recuperar los nacimientos de agua u ojos de agua en los terrenos en donde se secaron, debido al cambio de uso del suelo para establecer pastizales de forrajeo.

Un ojo de agua o manantial es el lugar donde nace, brota o emerge el agua de la tierra de forma natural, agua que generalmente proveniente de la lluvia o de los deshielos de los volcanes, lagunas o embalses. Después que se filtra en el subsuelo, el agua recorre generalmente grandes o cortas distancias de forma subterránea, brotando en lugares de menor altitud. La aportación de varios nacimientos o manantiales contribuyen a formar los ríos.

Para recuperar un manantial es necesario dejar que se regenere la cobertura vegetal arbórea o arbustiva en el sitio, aproximadamente 50 m alrededor del nacimiento de agua o manantial. Es necesario cercar el área, para evitar que las vacas y/o animales domésticos se introduzcan a ramonear o a beber agua. Recuperar un manantial lleva su tiempo, de 10 a 15 años o probablemente más, porque es necesario que la cobertura de la vegetación se estructure muy bien y se genere el mantillo orgánico sobre el suelo, que es la capa absorbente del agua de lluvia, que evita la erosión superficial del suelo y la evaporación del agua; el agua retenida por esa capa se va filtrando lentamente y prolonga la vida de los manantiales o nacimientos de agua.

ESTUDIO DE CASOS: PALENQUE

Sitio de estudio

Desde hace años se han estudiado varios aspectos de la riqueza biológica de Palenque. Las autoridades de la zona arqueológica han puesto interés en la protección del entorno natural. Esto se nota, tanto en el mantenimiento del área, como en las facilidades para estudios de la biota.

En la figura 3 se ve la ubicación de la **zona arqueológica de Palenque**, en donde se hicieron las colectas en 1965 y 1993, cuando una parte importante de la región estaba todavía cubierta con bosques (principalmente selva tropical), donde se encuentran, varias especies leñosas valiosas económicamente.

En la figura 4 se aprecia la zona arqueológica y parte del parque nacional. Indudablemente esta no era la situación en la época maya, cuando esta región estaba densamente habitada. Palenque mismo tiene su desarrollo unos 100 años D.C. y alcanza su auge entre los 300 y los 700 D.C. La población "moderna" que hoy se llama también Palenque y que está situada a 8 km, fue fundada en 1567.

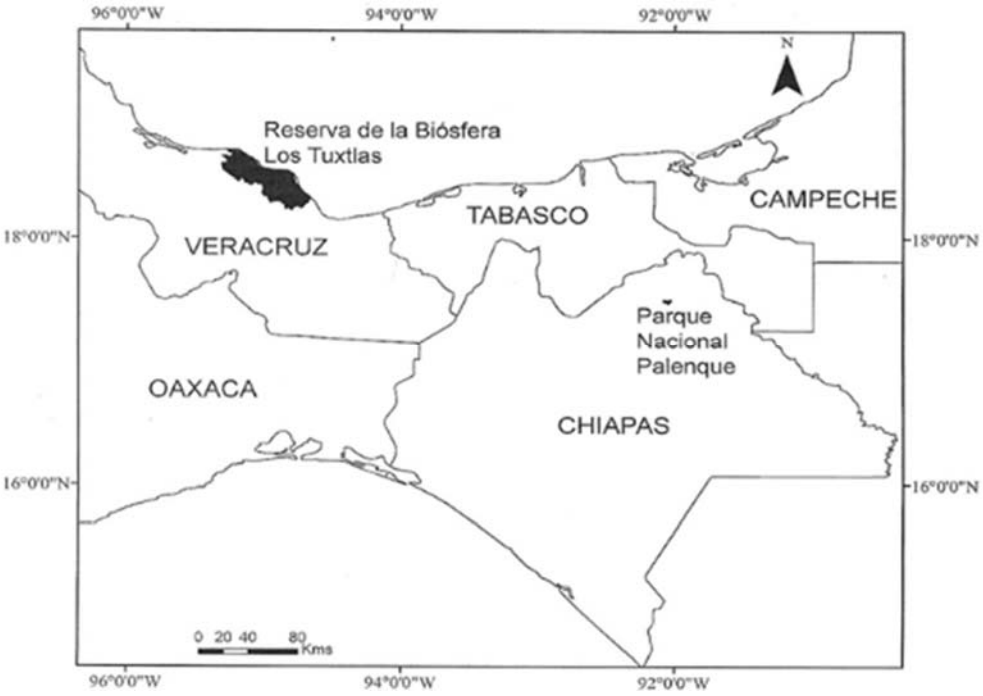


Figura 3. Parque Nacional Palenque: Localización geográfica.

Figura 4. Vista aérea de la zona arqueológica de Palenque (Google Earth Pro).

Descripción del método de trabajo

La unidad de análisis es el "caso" que representa varios días de captura, con distintos cebos-trampa a diferentes horas, todo ello con el objetivo de obtener una colecta lo más completa y representativa posible y no muchos ejemplares de una cierta especie. Así, en cada unidad de muestreo espacio-temporal o "caso" hemos trabajado con 10 o más cebos (en distintos momentos y lugares), utilizando como atractivo carroña (pescado, carne o vísceras en estado de descomposición inicial), estiércol o excremento humano (el más cómodo) o de algún animal del área y diversos frutos maduros de la selva; por último se han usado hongos como cebos. La trampa ha permanecido activa 12 a 24 horas, las de 12 horas pueden ser nocturnas o diurnas.

Por último, están las trampas para capturar Scarabaeinae voladores de altura (el número de especies y de individuos es una gran sorpresa). Son especies que en gran número vuelan atraídas por el excremento de los monos (*Alonatta*) principalmente. Los cebos de captura se colocaron a 5, 10, 15 y 20 m de altura, en ramas de árboles.

Resultados

Una detallada y completa exposición basada en datos originales (no publicados) de Palenque, están recopilados para el análisis en el Anexo 1. Invitamos al lector a llegar a sus propias conclusiones con datos reales e inéditos. El único requerimiento es dar crédito a Gonzalo Halffter y colaboradores por la información inédita.

Las colectas realizadas en varias localidades cerca de la zona arqueológica de Palenque (Cuadro 1) fueron realizadas en las siguientes dos fechas:

1ª. Expedición: 19 a 25 de mayo de 1965 (se anotan únicamente los días de trabajo intenso y continuo). Gonzalo Halffter, Responsable, Violeta Halffter, Imelda Martínez Morales (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas: IPN). 82 trampas.

2ª. Expedición: 16 a 25 de junio de 1993. Gonzalo Halffter, Director, Violeta Halffter, Jorge Lobo (Museo de Historia Natural de Madrid), Mario Enrique Favila, Imelda Martínez Morales, Enrique Montes de Oca (Instituto de Ecología, A.C.). 143 trampas.

Cuadro 1. Características de las colectas realizadas en Palenque en 1965 y 1993. Como unidad espacio-temporal se usó el término CASO, para referir a un lugar geográfico y su fauna, en un tiempo de 1 a 6 días. Todas las colectas se realizaron por Halffter y colaboradores, con excepción del caso 15, realizado por Lobo y Montes de Oca.

caso	fecha	localidad	hábitat	trampas
1	22-25/V/ 1965	Casa arqueólogo	selva	17
2	22-25/V/ 1965	Casa arqueólogo	Fuera de Selva	3
3	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogo	Selva	14
4	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogo	Borde selva	7
5	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogo	Claro, cerca selva	7
6	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogo	Potrero	2
7	12-23/VI/ 1993	Templo inscripciones	Selva	35
8	12-23/VI/ 1993	Templo inscripciones	Borde selva	6
9	12-23/VI/ 1993	Templo inscripciones	Borde selva	6
10	12-23/VI/ 1993	No definida	Potrero	2
11	12-23/VI /1993	Casa arqueólogo	Selva poco densa	5
12	12-23/VI/ 1993	Colecta aérea	A distintas alturas	8
13	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogo	A distintas alturas	4
14	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogo	A distintas alturas	11
15	12-23/VI/ 1993	No definida	Pastizal	9
16	12-23/VI/ 1993	Casa arqueólogos	Selva	27

Análisis de casos

Los cuadros síntesis con los datos de campo (material inédito) correspondientes a las expediciones de Halffter (1965, 1993), para conocer la diversidad de Scarabaeinae en Palenque, se desglosan en el Anexo 1. Este material es la base de cualquier publicación.

En primer lugar se escogieron pocos lugares de captura, en los que la selva aunque perturbada fuera continua, lugares que podrían ser fácilmente identificados para un nuevo plan de colecta, sitios como “casa arqueólogos” o “templo de las inscripciones”. En cada lugar se puso un cierto número de trampas, cebadas con excremento humano, carroña o frutas.

Los botes fueron todos del mismo tamaño, y enterrados de la misma forma, algunos enterrados de noche, otros de día y por último, otros noche y día. Cada uno es un “caso” y no se dejó hasta que no consideramos que la muestra fue obtenida en todas las trampas.

Además, en plena selva, en un árbol grande se dispusieron trampas a 5, 10, 15 y 20 m, sobre el nivel del suelo, colgando los botes con excremento o con carroña, para obtener aquellos ejemplares que se mueven a mayor altura.

Los Scarabaeinae en selvas

El número de Scarabaeinae en la selva de Palenque y la complejidad y número de funciones que desempeñan estos escarabajos, es muy elevado y característico de la estructura funcional de las selvas ecuatoriales. A continuación hacemos una comparación entre las cifras encontradas en Palenque y otros resultados publicados en selvas siempre verdes.

El número encontrado en Palenque llega a 57 según las colectas y los estudio no publicados de Halffter y colaboradores (Anexo 2 y 3). De estas especies 50 son de captura aproximadamente constante. En las selvas mesoamericanas se encuentran numerosos casos en que se llega a cifras equivalentes, aunque los datos de Palenque son altos (Anexo 4). En ningún lugar

de América se llega a las cifras de selvas de otros continentes, como es el caso de las selvas ecuatoriales en África (TAI en Costas de Marfil) en donde se han señalado 78 especies, (Cambefort, 1982).

Los valores siguientes están enlistados en una secuencia de norte a sur de manera que pueda observarse el enriquecimiento del número de especies de la amazonia. Sin embargo, se presentan valores altos desde las selvas de Mesoamérica.

- Los Tuxtlas, México - 44 especies – Favila, 2005
- Calakmul, 47 especies- Capello y Halffter, 2019
- Montes Azules, 49 especies – Navarrete y Halffter, 2008
- Laucha, Guatemala – 33 especies - Avendaño – Mendoza *et al*. 2005
- Barro Colorado, Panamá – 59 especies - Andresen y Laurance, 2007
- Guayana, Francesa – 50 especies – Feer y Hingrat, 2005
- Leticia, Colombia – 60 especies – Howden y Nealis, 1975
- Amazonia Central – 58 especies – Andresen, 2002
- Amazonia Central – 61 especies – Quintero y Roslin, 2005
- Amazonas Este - 60 especies - Scheffler, 2005
- Provincia de Santa Cruz, Este de Bolivia – 73 especies – Spector y Ayzara, 2003

El número de especies que presenta un determinado grupo, es una de las características que más los distinguen entre los distintos ecosistemas. Así, grupos que son muy abundantes en un ecosistema, por el contrario son raros en otros tipo de ecosistemas. Como se ha dicho, el número en sí mismo es un carácter muy importante. Combinando número de especie, con características de frecuencia de cada especie, se tiene un elemento de diagnóstico muy importante, quizá el más importante para la mayor parte de las comunidades.

Por su propia complejidad, el número de especies es un carácter que corresponde bien al conjunto del ecosistema, o bien, a un gremio funcional, no a una especie o grupo de especies determinadas, un ejemplo muy útil serían los escarabajos necro-coprófagos.

Lo que sí está estrechamente relacionado con la heterogeneidad de los sistemas y su capacidad para absorber situaciones diferentes, es que existan más o menos grupos de especies y estos a su vez, sean más o menos grandes.

La relación entre riqueza de funciones y de especies que la realicen, es lo que más refleja la amplitud y diversidad con que un ecosistema trabaja.

La deforestación, al reducir de manera brutal la riqueza en especie, reduce la capacidad de respuesta y la diversidad del ecosistema.

Características de los Scarabaeinae de Palenque

1. Incluye un mayor número de formas cavadoras, aunque la presencia de los rodadores, fundamentalmente a *Canthon* y formas próximas es importante.
2. Predominan las formas diurnas, aunque las nocturnas tienen una importancia muy superior a la que generalmente se presenta en el grupo.
3. Predominan las formas coprófagas, sobre las necrófagas.
4. La comunidad característica de la selva tropical es diversa, aprovechando multiplicidad de recursos entre ellos algunos de valor funcional muy pequeño. Esto no es que siempre ocurra así, ya que algunas formas como el necrófago *C. cyanellus* se encuentra muy ampliamente distribuido y consume distintos animales muertos.
5. El número de especies exclusivo de la selva tropical es alto, ya que solamente entre cuatro o cinco especies son generalistas (es decir, que pueden consumir material en putrefacción o el excremento), siendo la mayor parte de las especies, típicas de ciertas condiciones ambientales o geográficas y por lo tanto de una cierta distribución.
6. Existe una relación de tamaño y su hábito de actividad. Las especies nocturnas son en términos generales el doble de tamaño que las diurnas.
7. Muy importante en la selva siempre verde, es la presencia de especies estrictamente necrófagas, que no van más que a cadáveres de otros insectos y más excepcionalmente a cadáveres de vertebrados. El reparto de fauna es

el siguiente: 48% son generalistas; 45% son coprófagos y 7% son necrófagos.

La variación del número de especies y de ejemplares que comprende cada especie en una determinada región, debería de ser aproximadamente estable, como una de las características de descripción, que refleje la estructura funcional de esa comunidad. Sin embargo, por experiencia cuando se tienen varios datos, las cifras que se obtienen reflejan en gran parte, los resultados de la colecta y la profundidad con la cual está hecha la misma. Así, puede haber cifras sumamente variables las que se obtengan en una misma localidad, o ser algo parecido a la de otra localidad. Para ilustrar lo anterior damos a continuación una relación de las cifras de Scarabaeinae de Los Tuxtlas, Veracruz, señaladas por distintos autores (Cuadro 2). Todos ellos se refieren a los mismos escarabajos y a los mimos hábitat. Sin embargo, los resultados son muy distintos.

Cuadro 2. Lista de referencias de trabajos publicados sobre la biodiversidad de escarabajos estercoleros en la Estación biológica de Los Tuxtlas desde 1979 a la fecha.

Referencia	Número de especies
Deloya y Morón, 1998	15
Estrada *et al.* 1993	20
Estrada y Coates, 2002	24
Díaz *et al.* 2010	23
Morón, 1979	26
Barragán *et al.* 2011	29
Morón y Blaclayer, 1997	30
Alvarado *et al.* 2003	31
Favila y Díaz, 1997	34
Estrada *et al.* 1998	36
Bourg *et al.* 2016	40
Salomao *et al.* 2020	43

El caso de los escarabajos arborícolas

Los Scarabaeinae es un grupo de insectos asociados al suelo, pues pasan la mayor parte de su existencia dentro del suelo. Este no es el caso de las especies asociadas a los moros en las selvas del sureste de México, muy especialmente *Alouatta*. Estos escarabajos asociados con *Alouatta* viven en torno a los lugares

de descanso de los monos, a distintas alturas y comiendo muchas veces del excremento que está sobre los animales o ramas cercanas. Forman verdaderas nubes en torno a los monos, cosa que no se ha descrito más que puntualmente de alguna selva mexicana y que constituye una verdadera novedad en la biología de los Scarabaeinae. En Palenque se presentan tres de estas especies, todas ellas del género *Canthon* (*Glaphirocanthon): C. (gl) angustatus* Harold, *C. (gl) subhyalinus* Harold, *C. (gl) euryscelis* Bates. Halffter y Matthews (1966), son los primeros en establecer la realidad de esta asociación arbórea, aunque dando una sola referencia. Rivera Cervantes y Halffter (1999), dan la estructura de la asociación a detalle y sintetizan la forma en que se presenta.

En conclusión

El desmonte masivo de un espacio cubierto por bosque es el desastre ecológico mayor, en términos de productividad o de aprovechamiento de los recursos biológicos. Tenemos presentes las catástrofes realizadas en distintos lugares de las selvas mexicanas, con el pretexto de entregar los terrenos limpios a los agricultores. Lo anterior va contra todas las costumbres y tradiciones culturales y uso de la tierra, pero fue en su momento más que una maniobra política.

Existe una serie de estrategias silvopastoriles para el desarrollo de manchones arbolados que sirvan de sustento a una producción ganadera bien planteada. Estos manchones puede ser de distinta riqueza y formas, pero es toda una estrategia su manejo en equilibrio con áreas de pastizales. Parece ser que ésta, es una muy buena forma de conservar vegetación arbórea, vegetación arbustiva y lo que más nos interesa el ganado.

En la región de Palenque cuando el desmonte ha sido no total y se ha conservado un paisaje heterogéneo que comprende parte de selva y parte de pastizales, se puede esperar una riqueza de veinte especie de Scarabaeinae, esta fauna corresponde a la que se encuentra en lugares abiertos con algunas especies remanente forestales, pues son las más afectadas por el desmonte.

Se ha insistido mucho en que el ganadero conserve una parte importante de la cubierta forestal. Al respecto los antecedentes son malos ya que en los desmontes hechos en Veracruz, se destruyó más de lo que se conservó como cubierta forestal. Así, de los 2 millones 600 mil hectáreas de selva que tenía Veracruz en 1976, en 1982, solamente quedaba 800 millones de hectáreas, con una pérdida de 200 millones de bosques. Actualmente casi la mitad del territorio veracruzano son potreros. Esta transformación del paisaje veracruzano ha sido irremplazable y ha afectado a todas las actividades hasta la época. Deseamos que este fenómeno no continúe y se amplié.

Referencias

Alvarado F., Escobar F., Montero-Muñoz, J. 2013. Diversity and biogeographical makeup of the dung beetle communities inhabiting two mountains in the Mexican Transition Zone. *Organisms, Diversity & Evolution,* 14: 105-114

Alvarado, F., Escobar, F., Williams, D.R., Arroyo-Rodríguez, V., Escobar-Hernández, F. 2018. The role of livestock intensification and landscape structure in maintaining tropical biodiversity. *Journal of Applied Ecology,* 55(1):185-194

Amat-García, G., Gasca A., H.J., Amat-García, E. 2005. *Guía para la cría de escarabajo.* Fundación Natura. Universidad nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, Bancoideas Impresores. 80 p.

Andresen, E. 2002. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecol. Entomol*. 27: 257–270.

Andresen, E., Laurance, S.G.W. 2007. Possible Indirect Effects of Mammal Hunting on Dung Beetle Assemblages in Panama. *Biotropica*, 39(1): 141-146.

Arellano, L., Halffter, G. 2003. Gamma Diversity: Derived from and a determinant of alpha diversity and Beta diversity. An analysis of three tropical landscape. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 90: 27-76.

Avendaño-Mendoza, C., Morón-Ríos, A., Cano, E.B., León-Cortes, J. 2005. Dung beetle community (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a tropical landscape at the Lachua Region, Guatemala. *Biodiversity and Conservation,* 14: 801-822.

Barragán, F., Moreno, C.E., Escobar, F., Halffter, G., Navarrete, D. 2011. Negative impacts of human land use on dung beetle functional diversity. *PLoS ONE*. 6: e17976.

Barrera-Bassols, N. 1996. Los orígenes de la ganadería en México. *Ciencias* 44: 14-27

Barrera-Bassols, N., Rodríguez, R. (Coords). 1993. Desarrollo y medio ambiente en Veracruz: impactos económicos, ecológicos y culturales de la ganadería en Veracruz. Fundación Fundación Frierich Ebert, Xalapa, Veracruz.

Bourg, A., Escobar, F, MacGregor-Fors, I., et al. 2016. Got dung? Resource selection by dung beetles in Neotropical forest fragments and cattle pastures. *Neotropical Entomology*. 45: 490–498.

Broom, D.M., Galindo, F.A., Murgueitio, E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings: biological Sciences*, 80(1771):1-9.

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará J., Molina C.H., Zuluaga, A.F., Calle, A. 2013. A strategy for scaling-up intensive silvopastoral systems in Colombia. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7):677-693. doi: 10.1080/10549811.2013.817338.

Cambefort, Y. 1982. Les coleopteres Scaraeidae s. str. de Lamto (Cote d'Ivore): structure des peuplements et role dans l'ecosysteme. *Annales Societe Entomologique de France (N.S.)* 18:433-459.

Capello, V., Halffter, G. 2019. Listado ilustrado de las especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, Campeche, México. *Dugesiana*, 26(2): 103-131.

Celi, J., Dávalos, A. 2001. *Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental*. EcoCiencia, Quito, Ecuador. 71 p.

Chará, J., Murgueitio, E., Zuluaga, A., Giraldo, C. 2011. *Ganadería colombiana sostenible.* Mainstreaming Biodiversity in sustainable cattle ranching. Fundación CIPAV. Cali, Colombia.

Cultid-Medina, C.A., Escobar, F. 2016. Assessing the Ecological Response of Dung Beetles in an Agricultural Landscape Using Number of Individuals and Biomass in Diversity Measures. *Environmental Entomology*, 45(2): 310–319

De Blas, C., García-Rebollar, P., Cambra-López, M., Torres, A. G. 2008. Contribución de los rumiantes a las emisiones de gases con efecto invernadero. Pp. 121-150. En: XXIV *Curso de especialización* FEDNA, Madrid.

Deloya, C., Morón, M.A. 1998. Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) necrófagos de "Los Tuxtlas", Veracruz y Puerto Ángel, Oaxaca, México. *Dugesiana*. 5: 17–28.

Díaz, A., Galante, E, Favila ME. 2010. The effect of the landscape matrix on the distribution of dung and carrion beetles in a fragmented tropical rain forest. *Journal of Insect Science*. 10: 81.

Díaz-Gallegos, J.R. 1996. Estructura y vegetación florística del Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque, Chiapas. Tesis de Licenciatura, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México 63 p.

Ellis, E.C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society A.* 369: 1010-1035 https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0331

Estrada, A., Coates-Estrada, R. 2002. Dung beetles in continuos forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat asland at Los Tuxtlas, Mexiso. *Biodiversity and Conservation,* 11: 1903-1918.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., Anzures-Dadda, A., Cammarano, P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 14: 577–593.

Estrada A, Halffter G, Coates-Estrada R, Meritt, D.A. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in

the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 9: 45–54.

Favila, M.E. 2005. Diversidad Alfa y Beta de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en Los Tuxtlas, México. *m3m: Monografías Tercer Milenio*, 4:209-219

Favila, M.E., Díaz, A. 1997. Escarabajos coprófagos y necrófagos. En: González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC (eds). *Historia natural de Los Tuxtlas,* 383–384 pp. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Favila, M.E., Halffter, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 72: 1-25.

Feer, F., Hingrat, Y. 2005. Effects of forest fragmentation on a dung beetle community in French Guiana. *Conserv. Biol*. 19: 1103–1112.

Filgueiras, B.K.C., Tabarelli, M., Leal, I.R., Vaz-de-Mello, F-Z., Iannuzzi, L. 2015. Dung beetle persistence in human-modified landscapes: Combining indicator species with anthropogenic land use and fragmentation-related effects. *Ecological Indicators*, 55:65-73.

Giraldo, C., Escobar, F., Chará, J. D., Calle, Z. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 115–122

Gómez-Domínguez, H., M. A. Pérez F., J. A. Espinoza J., M. I. Márquez R. 2015. Listado florístico del Parque Nacional Palenque, Chiapas, México. *Botanical Sciences* 93 (3): 559-578. DOI: 10.17129/botsci.151.

Gómez-Pompa, A. (sin fecha). Uxpanapa. El inicio de la ecología política en México. Reacomodo de tres mil familias indígenas chinantecas. Sitio Oficial del Dr. Arturo Gómez Pompa. (consulta 8 de junio de 2021) http://www.reservaeleden.org/agp/libro/cap18.html

González-Montagut, R. 1999. Factors that Contributed to the Expansion of Cattle Ranching in Veracruz, Mexico. *Mexican Studies / Estudios Mexicanos,* 15(1):101-130, Invierno 1999

Granados, J.M., Kohlmann, B., Russo, R. 2010. Dung beetles as bioindicators of environmental impact for crops in the Atlantic region of Costa Rica. *Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad*, 6(2):181-189

Halffter, G. 1991. Historical and ecological determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82: 195-238.

Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International* 36: 3-17.

Halffter, G., Cruz, R.M., Huerta, C. (Comp.) 2018. *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. Instituto de Ecología, A.C. México, 432 p.

Halffter, G., Favila, M. E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21.

Halffter, G., Favila, M. E., Halffter V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131-156.

Halffter, G., Matthews, E.G. 1966. The natural history of dung beetle of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14:1-312.

Halffter, G., Moreno, C.E., Pineda, E. 2001. *Manual para evaluación de la biodiversidad. Reservas de la Biosfera*. M & T, Manuales y Tesis, SEA, Vol. 2, Zaragoza. 80 pp.

Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., Medic, A. (Eds). 2005 *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades α, β, γ* m3m – *Monografías 3ercer Milenio*, Vol. 4. SEA CONABIO, Grupo Diversitas & CONACYT. Zaragoza, 24211.

Huerta C., C., Arellano, L., Cruz, R.M., Escobar, F., Martínez, I. 2016. *Los escarabajos del estiércol en los potreros ganaderos de Xico*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa. 20 pp.

Howden, H.F., Nealis, V.G. 1975. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica*, 7:77-85.

Martín, P. S., Klein, R.G. 1989. *Quaternary extinctions. A prehistoric revolution*. Univ. Arizona Press, 892 p.

Martínez M. I., Cruz R. M., Huerta C.C., Montes de Oca, T. E. 2015. *La cría de escarabajos estercoleros.* Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología, A. C. 56 pp.

Moreno, C. E. 2019. *La Biodiversidad en un mundo cambiante: fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio* 284 pp. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Morón, M. A. 1979. *Fauna de Coleopteros Lamellicornios de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz*, UNAM, México.

Morón M.A., Blackaller J. 1997. Melolonthidae y Scarabaeidae. En: González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC (eds). *Historia natural de Los Tuxtla*s, 383–384 pp. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Murgueitio, E. 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina*. Avances en Investigación Agropecuaria AIA.* 13(1):3-19.ali, Colombia.

Navarrete, D., Halffter, G. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, México: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity and Conservation,* 17: 2869-2898

Pinheiro, M. L. C. 2015. *Pastoreo Racional Voisin. Tecnología agroecológica para el tercer milenio.* Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 253 pp.

Quintero, I., Roslin, T. 2005. Rapid Recovery of Dung Beetle Communities Following Habitat Fragmentation in Central Amazonia. *Ecology*, 86(12): 3303-3311.

Rivera-Cervantes L.E., Halffter G. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocanthon* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 77: 23–150.

Salomão, R.P., Favila, M.E., González-Tokman, D. 2020. Spatial and temporal changes in the dung beetle diversity of a protected, but fragmented, landscape of the northernmost Neotropical rainforest. *Ecological Indicators*, 111: 105968 doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105968

Scheffler, P. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 21:9-19.

Sluyter, A. 2004. Los orígenes ecológicos y las consecuencias de la ganadería en la Nueva España durante el siglo XVI. Faculty Publication 44. http://digitalcommons.lsu.edu/geoanth_pubs/44.

Spector, S., Ayzama, S. 2003. Rapid Turnover and Edge Effects in Dung Beetle Assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical Forest–Savanna Ecotone. *Biotropica*, 35(3):394-404.

Trens, B.M. 1992. *Historia de Veracruz.* Secretaría de Educación y Cultura, Gobierno del Estado de Veracruz, Veracruz.

Vargas-Márquez, F. 1997. *Parques Nacionales de México, Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuesta en torno a los Parques Nacionales de México*. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAP.

Vargas-Márquez, F., Escobar, S., Del-Ángel, R. (Comp.) 2000. *Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales (1899- 2000).* Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAP, Red para el Desarrollo Sostenible, A. C.

Voisin, A., Lecomte, A. 1962. *Rational grazing: the meeting of cow and grass*. A manual of grass productivity. Crosby Lockwood, London. xiv + 85p.

Anexo 1. CASOS

CASO 1: Palenque: 22– 26/V/1965 - Casa Arqueólogos – Selva (Mapa)

No. de Trampas 17
Incluye captura de altura 1
Cebo con: excremento: 157
carroña: 66
frutas: 35
altura: 10
total: 268

Especie	Noche / día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon (Glaphyrocanthon) sp. nov.	1	1			1
C. cyanellus			6		6
Deltochilum gibbosum subfaeve		16	7		23
D. pseudopharile	N5	2	29		31
Copris laeviceps		39	3		42
Eurysternus mexicanus		1			1
E. caribeaus		3			3
E. angustulus		1			1
Phanaeus endymion		4		4	6
Ph. chryseicollis		1			1
Ph. sallei			1		1
Coprophanaeus telamon corythus	N2	3	1		4
Dichotomius satanas		6			6
D. amplicollis		1	3	1	5
D. sagittarius		13	12		25
Canthidium sp. nov.		3			3
C. sp. nov.	2	1			1
Gen. nov. próximo a Canthidium		1			1
Canthidium (Neocanthidium) dispar		1			1
Uroxys boveti		6			6
Onthophagus crinitus		3	1		4
O. batesi	N39	45			84
O. rhinopyllus		2	2		4
O. atrocericeus		3			3
O. sp. nov. Grupo V		1			1
O. sharpi			1		1
O. rhinolopus		1	12		13
O. carpophilus			16		16
O. dicranius			3		3

Cebo altura: (15 m) interior selva / Excremento humano: (noche/día)

Especie	Noche / día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon Glaphyrocanthon subhyalinus					10

CASO 2: Palenque: Casa Arqueólogos - Fuera de la Selva 22-26/V/1965 (Mapa) Día - Excremento/Cadáver

No. de Trampas 3
Ejemplares en excremento: 35
Ejemplares en carroña: 45

DIA

Especie	Exc.	Carroña	Total
Canthon (Glaphyrocanthon) leichi	30		30
Canthon cyanellus		15	15

Onthophagus batesi	1		1
Onthophagus landolti	4		4
NOCHE			
Copris laeviceps	30	30	60

CASO 3: Palenque: Casa Arqueólogos – Selva 17-23 Junio 1993
No. de trampas: 14
Excremento: 8
Carroña: 5
Frutos: 1

Especie	Noche y día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon angustatus	2				2
Canthon femoralis	21				21
Canthon euryscelis D	1				1
Canthon sp. nov.	7				7
Canthon cyanellus	2				2
Megathoposoma candezei	6				6
Deltochilum gibbosum	1				1
Deltochilum psudopharile N2	14	14			28
Copris laeviceps N1	12	1			13
Phanaeus endymion	2				2
Coprophanaeus corythus	6	11			17
Dichotomius satanas	4				4
D. amplicollis	9				9
Canthidium hespenheidei	5				5
C. centrale	1				1
Uroxys microcularis	4				4
U. sp.		7			7
U. platypyga	1				1
Eurysternus caribeaus	6				6
E. mexicanus D	11				11
Onthophagus batesi N.2 D.1	30	2	1		33
O. carpoophilus N. 1 D. 12	5	6	12		23
O. rhinolophus D. 4	5	1	4		10
O. maya N.1	18	2			20
O. nasicornis D1				1	1

CASO 4: Palenque: Casa Arqueólogos – Borde de la Selva 17 – 23 Junio 1993
No. de Trampas 7
Excremento: 194
Carroña: 20
Frutas: 3
Total: 217

Especie	Noche y día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon euryscelis	N 1	1			1
C. morsei	D 2	1	1		2
C. cyanellus	D 20	14	11		25
C. viridis leechi	D 8	10			10
Deltochilum pseudopharile	N 1	1	3		4
Eurysternus mexicanus		43			43

Especie	Noche y día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Copris laeviceps	N 4	12	1		13
C. lugubris		1			1
Coprophanaeus corythus	N 1	1	2		3
Canthidium hespenheidei	N2 D1	4			4
Onthophagus carpophilus	N3 D3	3	2	3	8
O. maya	D5	5			5
O. batesi	N76	19			19
O. corrosus		79			79

CASO 5: Palenque: Casa Arqueólogos - Claro (no lejos de la selva) 17 – 23 Junio 1993
No. de Trampas 7
Excremento: 84
Carroña: 7
Total: 91

Especie	Noche y día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon (gl) leechi	D3	2	1		3
C. (gl) euryscelis		1			1
C. cyanellus	D5	1	4		5
Pseudocanthon perplexus					
Copris laeviceps	N1	2			2
Canthon lugubris	D4	4			4
Eurysthernus mexicanus	N1	2			2
Uroxys microcularis		1			1
Onthophagus landolti	D1	1			1
O. batesi	N62 D1	64	2		66
O. corrosus	N1 D1	1			2
O. carpophilus		4			4

CASO 6: Palenque: Casa Arqueólogos - Potrero (Cerca de Ruinas) 17- 23 Junio 1993
No. de Trampas: 2
Excremento: 155
Carroña: 1
Frutas:

Especie	Día y noche	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Pseudocanthon perplexus		1			
Copris lugubris		1			
Coprophanaeus telanov corythus			1		
Dichotomius colonicus		1			
Canthidium verde pequeño		1			
Onthophagus batesi		45			
Onthophagus marginicollis		32			
Onthophagus corrosus		1			
Digitonthophagus gazella		64			

CASO 7: Palenque: Templo Inscripciones 17 – 23 Junio 1993
No. de Trampas: 35
Excremento: 187
Carroña: 132
Frutas: 57

Hongos: 4

Especie	Noche y Día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon cyanellus		2			2
C. femoralis	D20	35			35
C. morsei	N3	1	3		4
C. euryscelis		2			2
C. sp. nov.		5			5
Megathoposoma candezi	D8	8			8
Deltochilum scabriusculum		3	2		5
D. gibbosum		6	14		20
D. pseudopharile	N17 N15	19	73		92
Copris lauriceps		46	2		48
Coprophanaeus corythus		20			20
Eurysternus caribaeus		10	6		16
E. caribeaus		6			6
Eurysternus sp		5			5
Dichotomius satanas	2				2
D. amplicollis	3				3
Canthidium hesperheidei	3				3
C. centrale	2				2
Canthidium A	3				3
Canthidium B	1				1
Onthophagus carpophilus -Hongos 4	23		53		76
O. chinolophus	2				2
O. maya			2		2
O. batesi		2	4		6
O. corrosus		1			1
O. crinitus		2			2

CASO 8: Palenque: Borde Templo Inscripciones 17 – 23 Junio 1993.
No. de Trampas: 6
Excremento: 17
Carroña: 4
Fruta: 6
Total: 27

Especie	Noche y Día	Excremento	Carroña	Frutas	Total
Canthon euryscelis	D9	9			9
Deltochilum gibbosun		1			1
D. pseudopharile		1	1		2
Copris lauriceps	D1	1			1
Phanaeus endymion		1			1
Coprophanaeus corythus			2		2
Canthidium		2			2
C. hespenheidei		1			1
Uroxys bidens		1			1
U. microularis		1			1
Onthophagus nasicornis			3		3
O. carphopilus			3		3

CASO 9: Palenque: Claro – Templo Inscripciones 17 – 23 Junio 1993.
No. de Trampas: 6
Excremento: 21
Carroña: 2
Fruta: 0

Especie	Noche y Día	Excremento	Carroña	Fruta	Total
Canthon euryscelis		3			3
C. leechi		3	1		4
Pseudocanthon perplexus		1			1
Copris lugubris		1			1
Eurysternus calligramus		1			1
E. angustulus		1			1
Onthophagus batesi		10	1		11
O. incensus		1			1

CASO 10: Palenque: Templo Inscripciones – 1993 -Potrero
Nada En Trampas (2) 10 Boñigas de Vaca

Especie	Total
Copris lugubris	1
Onthophagus marginicollis	6
O. batesi	4
Digitonthophagus gazella	200

ANALISIS ESPECIALES

Perchado - horas de actividad
CASO 11: Área: Casa de Arqueólogos -Selva Poco Densa
Registro De Horas De Actividad Perchado
Cebo Atracción – Excremento Humano en el Suelo

Hora de actividad	Especie	Perchados
6:00 a 10:00 hrs.	*C. femorallis*	1 / 4
6:00 a 10:00 hrs.	*Cantihidium hesperheidei*	1
6:00 a 10:00 hrs.	*Onthophagus rhinolophus*	3
6:00 a 10:00 hrs.	*O. bates*	1
6:00 a 10:00 hrs.	*O. nasicornis*	1
6:00 a 10:00 hrs.	*O. carpophilus*	1
12 hrs.	*Canthidium hesperheidei*	1
14-18 hrs.	*Canthon cyanellus*	1
14-18 hrs.	*Onthonpagus crinitus*	1
14-18 hrs.	*O. maya*	2
14-18 hrs.	*O. batesi*	1
16-17 hrs.	*Onthophagus rhinilopus*	3 0.5 - 1 m
15-18 hrs.	*Onthophagus chinolophus*	1
18:45 hrs.	*Onthophagus batesi*	7
18:45 hrs.	*O. maya*	1
18:45 hrs.	*O. batesi*	8
19:50 hrs.	*Dichotomius amplicollis*	1
20:42 hrs.	*Dichotomius amplicollis*	1 Perchado a 1 m.
18:22 hrs.	*Canthon (gl) Vazquezae*	1
21:00 hrs.	*Copris laeviceps*	

AREA: Casa Arqueólogos - Selva Poco Densa
Atracción: Pescado - Ejemplares en vuelo

Horario	Especies en vuelo	Perchados
7:50 hrs.	*Onthophagus rhinolophus*	1 perchado a 20 cm.
	O. maya	1
8:20 hrs.	*Canthidium hesperheidei*	1
9:00 hrs.	*Onthophagus rinophylus*	1
6-10 hrs.	*O. maya*	4
	O. carpopilus	1
	O. batesi	1
12:30 hrs.	*Canthon cyanellus*	1
12.45 hrs.	*Onthophagus nasicornis*	1
14:30 hrs.	*Copris laeviceps*	1

Ruinas sección c
CASO 12 21 junio 1993
Distribución Por Alturas
Suelo - Cebo Excremento Humano

Megathoposoma candezi	1
Copris laeviceps	1
Dichotomius amplicollis	5
Canthidium herpesheidei	1
Onthophagus batesi	12

Cebo pescado

Deltochilum pseudopharile	8
Coprophanaeus corithus	1
Dichotomius amplicollis	1

6 Trampas en el mismo árbol
Altura 5 m. – Cebo Excremento Humano

Canthon (gl) angustatus	31
Canthon (gl) femoralis	1
Canthon (gl) euryscelis	15
Canthon (gl) subhyalinus	3

Altura 5m. – Cebo Pescado 24 Hrs.

Canthon (gl) euryscelus	6

Cebos Aéreos 24 Horas
21 de junio 1993

Se presentan (no están publicados) las siguientes observaciones sobre los Scarabaeinae y la selva tropical:

- Comparación entre los cebos aéreos y terrestres
- En el mismo lugar
- En el mismo tiempo
- En el mismo cebo

Los cebos aéreos contienen muchos individuos por cebo y especies: 50 por cebo.
En cada cebo hay muy pocas especies: 2 o 3 por tiempo y lugar.

Altura 10 m – Excremento Humano

Canthon (gl) euryscelus	6
Canthon (gl) subhyalinus	13

Altura 15 m. – excremento humano mismo árbol

Canthon (gl) angustatus	20
Canthon (gl) femoralis	2
Canthon (gl) euryscelis	28
Canthon (gl) subhyalinus	14

Altura 15 m. – pescado mismo árbol

¿?	6

ALTURA 20 M. – EXCREMENTO HUMANO

Canthon (gl) angustatus	10
Canthon (gl) euryscelis	5
Canthon (gl) subyalinus	2

2 SECUENCIA
Suelo Aéreos
Casa Arqueólogos 1993

CASO 13

FAUNA AEREA – Compuesta por especies exclusivas de algunas selvas tropicales, más algún elemento casual. Las especies exclusivas se capturan excepcionalmente en el suelo y pueden ser muy abundantes en las alturas, en Palenque especialmente en excremento de mono aullador (*Alonatta*).

La información se da por nivel de altura. Especie exclusiva de las alturas, que sólo ocasionalmente bajan al suelo.

Altura 5 m

	Excr. Primer árbol	**Excr. Segundo árbol**	**Pescado**	**Excr. Tercer árbol**	**Pescado**	**5 mts**	**10 mts**	**15 mts**	**20 mts**
Canthon angustatus	31	1				32			
Canthon femoralis	1				7	1			
Canthon subyalinus	3	1	2		16	13			
Canthon euryscelis	21	2	1			40			
Canthon maya				1		1			

Altura 10 m

C. angustatus		2					2		
C. subyalinus	13	19		3	2		37		
C. euryscelis	6	6					12		

Altura 15 m

	Excr.	**Excr.**	**Pescado**	**Pescado**	**Pescado**
C. angustatus	18	2		20	10
C. femoralis	2			2	
C. subyalinus	14	1	1	19	2
C. eurysternus	28	1	1	30	3
C.sp. nov.		1		1	

Altura 20 m

C. angustatus	10
C. subhyalinus	2
C. eurysclis	3

CASO 14

Selva suelo / pescado

Deltochilum pseudopharile	2
Coprophanaeus telamón corythus	5
Onthophagus nasicornis	1
Onthophagus carpophilus	3

Selva: 1° altura 5 m / exc. Humano

Onthophagus rhinolopus	1

Selva - altura 5 m / copro

C. (gl.) euryscelis	16
C. (gl.) subhyalinus	7

NECRO

Histéridos	1	13
Histéridos	2	2

Selva: 2a altura 15 m / copro 1

C. (gl.) subhyalinus		2

Copro 2

C. (gl.) euryscelis	1
Histéridos	8

Necro 3

Histéridos	1	8
Histéridos	2	2
Histéridos	3	2

3ª. Altura 20 m selva / copro

C. (gl.) euryscelis	1
C. (gl.) subhyalinus	1

Necro

Histéridos	6
Histéridos	1

En todos los casos como cebo se puso excremento humano. Todos los cebos permanecieron 24 horas para capturar especies diurnas y nocturnas.

Altura 20 m

C. angustatus	10
C. subhyalinus	2
C. euryscelis	3

Ninguna de estas especies se colectó con trampas en la base del árbol.

CASO 15 selva – Casa Arqueólogos 1993
Selva – suelo - copro 24 horas

Deltochilum pseudopharile	1
Onthophagus carpophilus	4
Onthophagus nasicornis	1

Selva suelo -Tripas necro

Deltochilum pseudopharile	5
Coprophanaeus telamón	4
Onthophagus carpophilus	1

CASO 16
Palenque: selva- Casa Arqueólogos 1993
Selva suelo - 24 horas – copro

Deltochilum pseudopharile	1
Onthophagus carpophilus	4
Onthophagus nasicornis	1

Selva suelo - tripas (necro)

Deltochilum pseudopharile	5
Coprophanaeus telamón corythus	4
Onthophagus carpophilus	1

Selva suelo - pescado

Deltochilum pseudopharile	2
Coprophanaeus telamón corythus	5
Onthophagus nasicornis	1
Onthophagus carpophilus	3

Selva: 1° altura 5 m.- excr. Humano

Onthophagus rhinolophus	1

Selva: 1° altura 5 m. - copro

C. (gl.) euryscelis	16
C. (gl.) subhyalinus	7

Selva: 1° altura 5 m.- necro

Histéridos	1	13
Histéridos	2	2

selva: 2ª. altura 15 m.- copro

C. (gl.) subhyalinus	3
Histéridos	1

necro 1

C. (gl.) subhyalinus	2

necro 2

C. (gl.) euryscelis	1
Histéridos	8

Necro 3

Histéridos	1	8
Histéridos	2	2
Histéridos	3	2

3ª. Altura – 20 m. – selva -copro

C. (gl.) euryscelis	1
C. (gl.) subhyalinus	1

Necro

Histéridos	6
Histéridos	1

Síntesis de colectas en Palenque utilizando el mismo sitio y distinto cebo.

ALTURA 10 M.	**Primer Árbol Excr.**	**Segundo Árbol Excr. lluvia**	**Pescado**	**Tercer Árbol Excr.**	**Pescado**	**S 5 M**	**S 10 M**	**S 15 M**	**S 20 M**	**S Total**
Canthon angustatus		2					2			
Canthon subhyalinus	13	19		3	2		37			
Canthon euryscelis	6	6					12			

ALTURA 15 M.	**Primer Árbol Excr.**	**Segundo Árbol Excr. lluvia**	**Pescado**	**Tercer Árbol Excr.**	**Pescado**	**S 5 M**	**S 10 M**	**S 15 M**	**S 20 M**	**S Total**
Canthon angustatus	18	2						20		
Canthon femoralis	2							2		
Canthon subhyalinus	14	4		1				19		
Canthon euryscelis	28	1		1				30		
C. sp. nov.		1						1		

ALTURA 20 M.	**Primer Árbol Excr.**	**Segundo Árbol Excr. lluvia**	**Pescado**	**Tercer Árbol Excr.**	**Pescado**	**S 5 M**	**S 10 M**	**S 15 M**	**S 20 M**	**S Total**
Canthon angustatus									10	
Canthon subhyalinus									2	
Canthon euryscelis									3	

Ninguna de estas especies se colecta con trampas dispuesta en la base del árbol.

Anexo 2. Scarabaeinae colectados en Palenque 1965 y 1993

En el lado izquierdo está la lista de especies corregida de acuerdo con la taxonomía actual. En el lado derecho se señalan las correcciones, diferencias y observaciones.

	Nomenclatura actualizada	Nomenclatura Colectas 1965,1993
1	*Anomiopus cirulito* Cano, 2018	
2	*Canthidium centrale* Boucomont, 1928	*Canthidium* (*Neocanthidium*) *dispar*
3	*Canthidium hespenheidei* Howden & Young, 1981	
4	*Canthon angustatus* Harold, 1867	
5	*Canthon euryscelis* Bates, 1887	
6	*Canthon femoralis* (Chevrolat, 1834)	
7	*Canthon leechi* Martínez, Halffter & Halffter, 1964	
8	*Canthon subhyalinus* Harold, 1867	
9	*Canthon cyanellus* LeConte, 1859	
10	*Canthon morsei* Howden, 1966	
11	*Canthon vazquezae* (Martínez, Halffter & Halffter, 1964)	
12	*Copris laeviceps* Harold, 1869	
13	*Copris lugubris* Boheman, 1858	
14	*Coprophanaeus corythus* Harold, 1863	*Coprophanaeus telamon corythus* (Harold, 1863)
15	*Cryptocanthon bochilae* Mora-Aguilar & Delgado, 2018	
16	*Deltochilum carrilloi* González-Alvarado & Vaz-de-Mello, 2014	*Deltochilum gibbosum sublaeve Bates, 1887*
17	*Deltochilum pseudoparile* Paulian, 1938	
18	*Deltochilum scabriusculum* Bates, 1887	
19	*Dichotomius amplicollis* Harold, 1869	*Dichotomius sagitarius, Dichotomius centrallis*
20	*Dichotomius colonicus* (Say, 1835)	
21	*Dichotomius satanas* (Harold, 1867)	
22	*Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787)	*Onthophagus gazella*
23	*Eurysternus angustulus* Harold, 1869	
24	*Eurysternus calligramus* Dalman, 1824	su distribución es para Brasil y Guyana Francesa
25	*Eurysternus caribaeus* Herbst, 1789	
26	*Eurysternus mexicanus* Harold, 1869	
27	*Megathoposoma candezei* Harold, 1873	
28	*Onthophagus atrocericeus* Boucomont,1932	
29	*Onthophagus batesi* Howden & Cartwright, 1963	
30	*Onthophagus carpophilus* Pereira & Halffter, 1961	
31	*Onthophagus corrosus* Bates, 1887	

	Nomenclatura actualizada	Nomenclatura Colectas 1965,1993
32	*Onthophagus crinitus* D'Orbigny, 1904	
33	*Onthophagus dicranius* Bates,1887	
34	*Onthophagus incensus* Say,1835	
35	*Onthophagus landolti* Harold, 1880	
36	*Onthophagus marginicollis* Harold, 1880	
37	*Onthophagus maya* Zunino, 1981	
38	*Onthophagus nasicornis* Harold, 1869	
39	*Onthophagus rhinophylus* Harold, 1869	
40	*Onthophagus rhinolophus* Harold, 1869	
41	*Onthophagus sharpi* Harold, 1875	Distribución de Guatemala a Ecuador.
42	*Phanaeus endymion* Harold, 1863	
43	*Phanaeus sallei* Harold, 1863	
44	*Pseudocanthon perplexus* LeConte, 1847	
45	*Sulcophanaeus chryseicollis* (Harold, 1863)	
46	*Uroxys boneti* Pereira & Halffter, 1961	
47	*Uroxys microcularis* Howden & Young, 1981	
48	*Uroxys platypyga* Howden & Young, 1981	
49	*Sulcophanaeus chryseicollis* (Harold, 1863)	

Anexo 3. Lista histórica de especies de Palenque

1 *Anomiopus cirulito* Cano, 2018
2 *Bdelyropsis bowditchi* Paulian, 1939
3 *Canthidium centrale* Boucomont, 1928
4 *Canthidium hespenheidei* Howden & Young, 1981
5 *Canthidium moroni* Kohlmann & Solis, 2006
6 *Canthidium pseudoperceptibile* Kohlmann & Solis, 2006
7 *Canthidium pseudopuncticolle* Solis & Kohlmann, 2004
8 *Canthon angustatus* Harold, 1867
9 *Canthon euryscelis* Bates, 1887
10 *Canthon femoralis* (Chevrolat, 1834)
11 *Canthon leechi* Martínez, Halffter & Halffter, 1964
12 *Canthon subhyalinus* Harold, 1867
13 *Canthon cyanellus* LeConte, 1859
14 *Canthon indigaceus* LeConte, 1866
15 *Canthon morsei* Howden, 1966
16 *Canthon vazquezae* (Martínez, Halffter & Halffter, 1964)
17 *Copris laeviceps* Harold, 1869
18 *Copris lugubris* Boheman, 1858
19 *Coprophanaeus corythus* Harold, 1863
20 *Deltochilum carrilloi* González-Alvarado & Vaz-de-Mello, 2014
21 *Deltochilum lobipes* Bates, 1887
22 *Deltochilum pseudoparile* Paulian, 1938
23 *Deltochilum scabriusculum* Bates, 1887
24 *Dichotomius amplicollis* Harold, 1869
25 *Dichotomius colonicus* (Say, 1835)
26 *Dichotomius satanas* (Harold, 1867)
27 *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787)
28 *Eurysternus angustulus* Harold, 1869
29 *Eurysternus caribaeus* Herbst, 1789
30 *Eurysternus mexicanus* Harold, 1869
31 *Megathoposoma candezei* Harold, 1873
32 *Onthophagus batesi* Howden & Cartwright, 1963
33 *Onthophagus carpophilus* Pereira & Halffter, 1961
34 *Onthophagus corrosus* Bates, 1887
35 *Onthophagus crinitus* D'Orbigny, 1904
36 *Onthophagus cyclographus* Bates, 1887
37 *Onthophagus dicranius* Bates, 1886
38 *Onthophagus incensus* Say, 1835
39 *Onthophagus landolti* Harold, 1880
40 *Onthophagus longimanus* Bates, 1887
41 *Onthophagus marginicollis* Harold, 1880
42 *Onthophagus maya* Zunino, 1981
43 *Onthophagus nasicornis* Harold, 1869
44 *Onthophagus rhinophylus* Harold, 1869
45 *Onthophagus rhinolophus* Harold, 1869
46 *Onthophagus sharpi* Harold, 1875

47 *Onthophagus yucatanus* Delgado-Castillo, Peraza & Deloya, 2006
48 *Phanaeus endymion* Harold, 1863
49 *Phanaeus sallei* Harold, 1863
50 *Pseudocanthon perplexus* LeConte, 1847
51 *Sisyphus mexicanus* Harold, 1863
52 *Sulcophanaeus chryseicollis* (Harold, 1863)
53 *Uroxys boneti* Pereira & Halffter, 1961
54 *Uroxys deavilai* Delgado & Kohlmann, 2007
55 *Uroxys microcularis* Howden & Young, 1981
56 *Uroxys micros* Bates, 1887
57 *Uroxys platypyga* Howden & Young, 1981

(Lista elaborada por Fernando Escobar Hernández, octubre, 2020).

Anexo 4. Diversidad de Scarabaeinae en selvas tropicales de Mesoamérica

El número de especies o riqueza de Scarabaeinae que se encuentra en una determinada comunidad, es uno de los instrumentos más importantes para diagnosticar las características de la comunidad. A continuación se presentan un cuadro sintético de la presencia (indicado con 1) de las diversas especies de Scarabaeinae en 13 sitios distintos de selvas en los trópicos de Mesoamérica.

País	Región	Sitio	Riqueza
México	Boca de Chajul	**S1**	27
México	Calakmul	**S2**	46
México	El Ocote	**S3**	29
Guatemala	Tikal	**S4**	31
México	La Chinantla	**S5**	31
Guatemala	Lachua	**S6**	23
Belice	Las Cuevas	**S7**	35
México	Los Chimalapas	**S8**	41
México	Los Tuxtlas	**S9**	47
México	Montes Azules	**S10**	49
México	Palenque	**S11**	44
México	Sian Ka'an	**S12**	20
México	Yaxchilan	**S13**	25

No.	*Especies*	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
1	*Anomiopus panamensis*							1						
2	*Ateuchus candezei*	1									1			
3	*Ateuchus chrysopyge*							1			1			
4	*Ateuchus illaesum*				1	1				1			1	
5	*Ateuchus klugi*		1											
6	*Ateuchus laetitiae*				1									
7	*Ateuchus perezvelai*									1				
8	*Ateuchus rodriguezi*			1										
9	*Bdelyropsis bowditchi*		1		1						1			
10	*Bdelyropsis newtoni*							1		1	1			
11	*Canthidium ardens*		1					1	1	1	1			
12	*Canthidium centrale*	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
13	*Canthidium delgadoi*								1					
14	*Canthidium haroldi*							1						
15	*Canthidium hespenheidei*									1		1		
16	*Canthidium moroni*		1											
17	*Canthidium pseudoperceptibile*		1	1						1				
18	*Canthidium pseudopuncticolle*		1						1	1		1	1	
19	*Canthidium vespertinum*										1			
20	*Canthon angustatum*						1				1	1		
21	*Canthon circulatus*					1								
22	*Canthon cyanellus*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	*Canthon euryscelis*		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	

No.	*Especies*	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
24	*Canthon femoralis*	1	1	1	1	1				1	1	1		1
25	*Canthon indigaceus*		1						1	1				
26	*Canthon lamprimus*							1						
27	*Canthon lecchi*		1				1			1	1	1		1
28	*Canthon lituratus*										1			
29	*Canthon morsei*						1			1	1	1		1
30	*Canthon subhyalinus*	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1
31	*Canthon vazquezae*		1						1	1		1		1
32	*Copris incertus*		1						1					
33	*Copris laeviceps*	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
34	*Copris lugubris*	1							1	1	1	1	1	1
35	*Copris sallei*									1				
36	*Coprophaneus corythus*	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1
37	*Coprophaneus gilli*					1				1	1			
38	*Coprophaneus pluto*									1				
39	*Deltochilum carriloi*	1			1			1		1	1			
40	*Deltochilum lobipes*		1		1		1	1			1		1	
41	*Deltochilum mexicanum*			1				1						
42	*Deltochilum pseudoparile*	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1
43	*Deltochilum scalibrusculum*	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
44	*Deltochilum sublaeve*	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1
45	*Deltochilum acropyge*		1											
46	*Dichotomius agenor*				1									
47	*Dichotomius amplicollis*	1	1	1		1		1	1		1	1	1	1
48	*Dichotomius annae*										1			
49	*Dichotomius colonicus*									1				
50	*Dichotomius maya*								1					
51	*Dichotomius satanas*	1				1		1	1	1	1	1		1
52	*Eurysternus angustulus*	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1
53	*Eurysternus caribaeus*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
54	*Eurysternus fodeus*							1	1					
55	*Eurysternus magnus*		1	1				1						
56	*Eurysternus maya*				1			1		1		1		
57	*Eurysternus mexicanus*	1	1			1	1	1	1	1	1	1		1
58	*Eurysternus obliteratus*	1				1		1	1	1				
59	*Martinezidium maya*		1		1								1	
60	*Megathoposoma candezei*	1	1		1		1	1			1	1		1
61	*Ontherus azteca*										1			
62	*Ontherus mexicanus*					1			1	1				
63	*Onthophagus acuminatus*								1		1			
64	*Onthophagus anthracinus*							1						
65	*Onthophagus atrosericeus*											1		
66	*Onthophagus batesi*	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
67	*Onthophagus belorhinus*					1			1					
68	*Onthophagus carpophilus*		1	1					1		1	1		
69	*Onthophagus chryses*					1								
70	*Onthophagus corrosus*								1			1		

No.	*Especies*	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
71	*Onthophagus coscineus*		1		1						1			
72	*Onthophagus crinitus*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
73	*Onthophagus cyclographus*		1	1	1		1		1		1			
74	*Onthophagus dicranius*											1		
75	*Onthophagus igualensis*												1	
76	*Onthophagus incensus*			1	1					1	1	1		
77	*Onthophagus landolti*		1							1		1		
78	*Onthophagus longimanus*		1	1	1			1						
79	*Onthophagus luismargaritorum*				1		1		1					
80	*Onthophagus marginicollis*								1					
81	*Onthophagus maya*	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1
82	*Onthophagus nasicornis*	1								1		1		
83	*Onthophagus nitidior*													1
84	*Onthophagus petenensis*					1								
85	*Onthophagus rhinolophus*	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1
86	*Onthophagus rhinophyllus*											1		
87	*Onthophagus sharpi*				1		1					1		
88	*Onthophagus violetae*									1				
89	*Onthophagus yucatanus*		1	1							1			
90	*Phanaeus endymion*	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1		1
91	*Phanaeus melampus*										1			
92	*Phanaeus pilatei*		1										1	1
93	*Phanaeus sallei*	1		1		1		1		1	1	1		1
94	*Phanaeus wagneri*				1									
95	*Pseudocanthon perplexus*		1				1			1		1		
96	*Scatimus ovatus*			1					1		1			
97	*Sisyphus mexicanus*		1										1	
98	*Sulcophanaeus chryseicollis*					1			1	1	1	1		
99	*Uroxys boneti*					1	1		1	1		1		
100	*Uroxys chichanich*		1											
101	*Uroxys deavilai*		1	1										
102	*Uroxys microcularis*		1	1		1				1	1	1	1	
103	*Uroxys micros*	1	1		1			1						
104	*Uroxys nebulinus*				1									
105	*Uroxys platypyga*					1				1	1	1		
106	*Uroxys transversifrons*								1	1				
		27	46	29	31	31	23	35	41	47	49	44	20	25