



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN  
*Campus Loma Bonita*

---

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA GANADERÍA  
BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO EN LOMA BONITA, OAXACA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**PRESENTA:**

**JOSÉ CRESCENCIO MORA RAMÓN**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**DRA. MA. TERESA KIDO CRUZ**

**LOMA BONITA, OAXACA, 2024**



# Universidad del Papaloapan

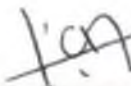
FECHA:	28 de Febrero del 2024
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/060/2024
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. JOSÉ CRESCENCIO MOÑA RAMÓN**  
**P R E S E N T E:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“Modelo de economía circular para la ganadería bovina de doble propósito en Loma Bonita, Oax.”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dra. Ma. Teresa Kido Cruz.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.  
terra ubérrima, mens aperta  
Bou Lo-tama, chi jí jú

  
MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA  
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dra. Gladis Morales Teran. Jefa de Carrera de la Lic. En Zootecnia  
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
C.c.p. Dra. Ma. Teresa Kido Cruz  
C.c.p. Archivo.

**OAXACA**



# Universidad del Papaloapan

*Terra Liberrima. Mens Aperta*

## Licenciatura en Zootecnia

Oficio número JCLZ/42/2024

Asunto: Asignación de sinodales de examen profesional  
Loma Bonita, Oaxaca a 28 de febrero del 2024

**M.E. Yesenia Barrientos Arenal**  
Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
**PRESENTE**

Mediante la presente, le informo que esta jefatura, con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del egresado **C. José Crescencio Mora**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado "**Modelo de economía circular para la ganadería bovina de doble propósito en Loma Bonita, Oaxaca**", para obtener el título de Licenciado en Zootecnia.

### Titulares:

Presidente: M.C. Julián Cotera Rivera  
Secretario: Dra. Tania Zúñiga Marroquín  
Vocal: Dra. Ma. Teresa Kido Cruz

### Suplentes:

Dr. Nicolás Valenzuela Jiménez  
M.C. Carlos Iván Medel Contreras

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.

  
**Dra. Gladis Morales Terán**  
Jefa de Carrera de Lic. en Zootecnia  
**LICENCIATURA  
EN ZOOTECNIA**

Atentamente

Vo. Bo.

  
**M.C. Héctor López Arjona**  
Vice Rector Académico  
**VICE-RECTORIA  
ACADEMICA**

C.c.p.: M.C. Héctor López Arjona. Vice Rector Académico. Para su conocimiento  
C.C.p: Archivo

## DEDICATORIA

**Dedico este trabajo a:**

**Mi madre:** Lic. Liliana Ramón Ortega

**Mis abuelos maternos:** Lic. Bonifacio Ramón Montor y Lic. Rosalina Ortega Muñoz.

**Mis abuelos paternos:** el señor Crescencio Miguel Ramírez † y la señora Rosalía Solís Palma

**Mis hermanas:** Ing. Reyna del Carmen Mora Ramón y Yuxi Yatzil Morales Ramón.

**Mi tía y primo:** Lic. Karitina Ramón Ortega y Ángel Ramón Ortega

**Mi novia:** Lic. Julissa Torres Corona.

Quienes han sido mi fuente inagotable de inspiración y apoyo a lo largo de este arduo pero gratificante viaje académico.

Su aliento constante y creencia inquebrantable en mis capacidades han sido mi guía y luz en los momentos más desafiantes. Agradezco profundamente su generosidad, paciencia y comprensión.

Este logro no habría sido posible sin su influencia positiva en mi vida.

**Con todo mi cariño y gratitud.**

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de tesis ha sido un viaje lleno de desafíos y logros, y no podría haber llegado a su culminación sin el apoyo y la colaboración de muchas personas excepcionales a las que quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesora la **Dra. Ma. Teresa Kido Cruz**, cuya orientación experta y dedicación incansable han sido fundamentales para dar forma y enriquecer este trabajo. Sus conocimientos, paciencia y motivación constante han sido el faro que me ha guiado a lo largo de esta travesía académica.

**A los profesores y personal de la institución**, agradezco la calidad de la educación que he recibido y las oportunidades que me han brindado para desarrollarme como estudiante y como individuo. Sus enseñanzas y orientación han sido esenciales para mi formación.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la **Dra. Tania Zúñiga Marroquín** y al **M.C. Julián Cotera Rivera** por su invaluable contribución como revisores de mi tesis. Su dedicación, conocimiento y orientación fueron fundamentales para mejorar la calidad de mi trabajo académico. Agradezco sinceramente sus valiosos comentarios y sugerencias, los cuales enriquecieron significativamente mi investigación. Su compromiso y profesionalismo han dejado una marca positiva en mi trayectoria académica, y estoy agradecido por la oportunidad de haber contado con su guía experta durante este proceso.

**A mi familia**, a quienes mencioné anteriormente, le expreso mi profundo agradecimiento. Su apoyo incondicional, comprensión y amor han sido la fuerza

impulsora detrás de cada paso que he dado en este camino. Cada sacrificio que han hecho ha sido un recordatorio constante de la importancia de la unidad familiar en la consecución de metas.

**A mis amigos Erick Tadeo Mortera, Jaime Sánchez Cadeza, Maryela Aguilar Villaseñor y colegas**, cuya presencia ha sido un regalo invaluable, les agradezco sinceramente. Sus palabras de ánimo, discusiones estimulantes y momentos compartidos han hecho que esta experiencia sea significativa y memorable. Su apoyo ha sido un recordatorio constante de que el trabajo académico también puede ser un viaje colectivo.

En definitiva, este proyecto no sería una realidad sin la contribución de cada una de las personas mencionadas. Su influencia positiva ha dejado una marca indeleble en esta investigación y en mi desarrollo como estudiante y persona. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
3. HIPÓTESIS.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
4.1. Revisión teórica del concepto de desarrollo sostenible .....	6
4.2. Economía lineal y ganadería .....	10
4.3. Impactos de la ganadería lineal .....	12
4.4. Economía circular.....	17
4.5. Comparación entre economía lineal y circular .....	20
4.6. Modelos empresariales de economía circular .....	21
5. METODOLOGÍA.....	24
5.1. Descripción del área de estudio.....	24
5.2. Método de investigación-acción participativa (IAP) .....	24
5.3. Sistematización y análisis .....	29
6. RESULTADOS .....	31
6.1. Fase 1. Ejes centrales y diagnóstico.....	31
6.2. Fase 2. Delimitación de objetivos que responden a la detección de determinados síntomas .....	42

6.3. Fase 3. Recoger posibles propuestas de solución (Apertura a todos los puntos de vista existentes en relación a la problemática y objetivos definidos).....	52
6.3.1. Estrategias de economía circular para erosión de suelo. ....	55
6.3.2. Estrategias de economía circular para fauna silvestre. ....	58
6.3.3. Estrategias de economía circular para reducir el uso del combustible fósil.	61
6.3.4. Estrategias de economía circular para el objetivo 3, Promover la circularidad y longevidad del producto .....	62
6.3.5. Estrategias de economía circular para el objetivo 4, Rediseñar la salida de residuos .....	63
6.3.6. Estrategias de economía circular para el objetivo 5, optimizar el valor .....	64
6.3.7. Disponibilidad a aceptar el modelo .....	64
7. CONCLUSIONES .....	67
8. RECOMENDACIONES .....	69
9. LITERATURA CITADA .....	71
10. ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables y recolección de datos. ....	29
Cuadro 2. Identificadores para anonimizar .....	30
Cuadro 3. Disponibilidad a implementar medidas de economía circular .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de recursos en la economía circular .....	20
Figura 2. Ejes centrales. ....	25
Figura 3. Variables para la herramienta de evaluación. ....	30
Figura 4. Ejes centrales de análisis.....	31
Figura 5. Residuos en el rastro municipal de Loma Bonita, Oaxaca .....	50
Figura 6. Modelo de economía circular para la ganadería bovina doble propósito	54

## RESUMEN

El trasladar una economía lineal a una economía circular es un proceso inherente al desarrollo sostenible y es responsabilidad no sólo de los ganaderos sino también de todos aquellos que están inmersos en el ámbito de la actividad agropecuaria, en este trabajo se plantea un modelo de economía circular aplicado a la producción bovina de doble propósito. Para ello se ha utilizado el método de investigación-acción participativa ya que sin los productores y especialistas en las diferentes disciplinas pecuarias el trabajo no hubiera sido realizado en su totalidad. Los resultados muestran 7 estrategias que se concentran principalmente en aspectos técnicos de la unidad de producción pecuaria y se aborda la eficiencia de recursos considerando el producto y los insumos del sistema. Las estrategias de análisis se plantean en función de los principales problemas ambientales localizados en la región: erosión del suelo, reducción en la diversidad de especies de flora y fauna endémicas, uso de energías fósil y eléctrica, alta perecibilidad de los productos, desechos del sacrificio en rastro, residuos peligrosos de agroquímicos y fármacos, bolsas y sacos de empaques o suplementos de alimentos subutilizadas. Para la aceptación del modelo se entrevistó a los productores locales obteniendo una alta colaboración. Los productores rurales locales están preocupados por el medio ambiente al considerar importante el cuidado de los recursos naturales y aseguran que lo atípico de los fenómenos climáticos durante el año ha afectado sus niveles de producción y el retorno a una economía aceptable.

**Palabras clave:** economía lineal, economía circular, ganadería bovina, doble propósito, vacunos, sostenibilidad, manejo holístico.

## **ABSTRACT**

Going from a linear economy to a circular economy is a process inherent to sustainable development and is the responsibility not only of the producers but also of all those who are immersed in the field of production. In this work, a circular economy model is proposed. Applied to dual-purpose bovine production. For this, the participatory action research method has been used since without the producers and specialists in the different disciplines the work would not have been possible. The results show 7 strategies that focus mainly on the production unit but also address the product and inputs. The strategies are proposed based on the main environmental problems located in the region: soil erosion, reduction in species diversity, use of fossil and electrical energy, high perishability of products, slaughter waste, hazardous waste and packaging bags or underused supplements. To accept the model, local producers were interviewed, obtaining high acceptance.

**Keywords:** linear economy, circular economy, cattle farming, dual purpose, participatory action research

## 1. INTRODUCCIÓN

Los niveles de gases de efecto invernadero que atrapan el calor en la atmósfera del globo terráqueo están alcanzando niveles demasiado altos según la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2018). Si esto continúa así, se tendrán consecuencias irreversibles en nuestro planeta, la tierra. Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2006) sostiene que el sector ganadero, principalmente los rumiantes, es el que más genera gases de efecto invernadero, cerca de 18% más que el sector de transporte, que se mueve con motores de combustión interna con combustibles fósiles, medido en su equivalente en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Muchos de estos gases producidos son venenosos. Cabe señalar, que de acuerdo a Lorente (2010), la ganadería abierta en pastoreo también es una de las principales causas de la degradación del suelo y los recursos hídricos.

Pese a esos efectos adversos, de acuerdo con el Fondo de la ONU para la Alimentación y la Agricultura (2006), se espera que la demanda de cárnicos crezca en un 76% para 2050. “Se consumirá más carne que nunca en la historia, y se pagará un precio ambiental y humano, a menos que se haga un cambio”. Además, existen millones de personas en zonas rurales para las que la ganadería genera ingresos económicos y representa una forma de subsistencia. Por tanto, dejar de criar vacunos no es opción; pero resulta apremiante encontrar la manera de lograr un equilibrio, sin afectar a las poblaciones con actividades pecuarias que dependen

de ella, cuando se tenga ese balance entre consumo de satisfactores y producción animal se podrán aprovechar los recursos sin dañar en lo posible el planeta.

En el mundo actual, predominan los procesos de producción de la economía lineal, esto es, “comprar, utilizar y desechar”. Situación que es grave por la gran cantidad de contaminación que se genera. Bajo este contexto, el cambio hacia un modelo de economía circular es uno de los grandes temas a enfrentar. Se reconoce que la economía lineal se basa en la producción de bienes a partir de materias primas para su posterior compra por parte de los consumidores quienes más tarde, tras haber hecho uso o consumido los productos en cuestión, desechan los materiales sobrantes evitando de esta forma que estos puedan ser reutilizados (Alcubilla, 2015).

En contraste, la economía circular se basa en lograr que el uso de los recursos naturales en los procesos de producción y consumo sea sostenible, para lograr el crecimiento económico y el bienestar humano. Utilizar de forma constante respetando el medio ambiente, a los residuos de las actividades agropecuarias se evitarán problemas de contaminación ambiental y reducirá la emisión de gases de efecto invernadero que es uno de los principales retos a los que se enfrenta el sector ganadero en la actualidad (Ortiz, 2019).

Modernizar y adaptar la ganadería al nuevo paradigma climático no es tarea sencilla, pero existen soluciones sin agotar a corto plazo los recursos naturales persistiendo el desarrollo económico y social, que pueden coadyuvar a resolver esta

problemática y una de las estrategias consiste en utilizar modelos de la economía circular; es decir, aprovechar los recursos obtenidos dentro del propio proceso productivo al mismo tiempo que se minimiza el impacto generado en el medioambiente. El punto de partida del sistema pecuario con enfoque a la economía circular tiene un fin y un reinicio para cerrar el círculo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Generar estrategias de manejo de recursos e insumos derivadas del modelo de economía circular que sean aplicables a la ganadería bovina en Loma Bonita, Oaxaca.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Reconocer los principales problemas ambientales generados a partir del proceso de producción en bovinos de doble propósito.
- Identificar los factores de la economía circular que afecten positivamente el desarrollo e implementación de los procesos productivos en la ganadería bovina.
- Analizar y sistematizar los modelos de economía circular que reporta la literatura en base a los problemas detectados en las explotaciones pecuarias monitoreadas.
- Proponer estrategias de economía circular aplicables a la ganadería de la región bajo estudio.

### **3. HIPÓTESIS**

Los elementos de los modelos de economía circular ajustados a la producción tradicional de bovinos de doble propósito son aplicables y generadores de sostenibilidad ambiental, económica y social al sector ganadero de Loma Bonita, Oaxaca.

## **4. REVISIÓN DE LITERATURA**

En este apartado se hace una revisión teórica sobre los paradigmas del desarrollo sostenible, enfatizando la persistencia de los recursos naturales, en términos de la economía circular, en donde las empresas agropecuarias son vistas como agentes centrales de desarrollo económico y social pero aún más importante ambiental. Los temas centrales de la discusión son: El desarrollo sostenible de la ganadería, la importancia de pasar de la economía lineal a la circular, los preceptos adoptados por la economía circular y los modelos que al respecto existen en la literatura. En suma, se plantea una revisión bibliográfica en relación con el tema de investigación y se identifica al diagnóstico de las explotaciones bovinas locales como parte fundamental del proceso de planeación, considerando los puntos de vista y los enfoques de diversos autores.

### **4.1. Revisión teórica del concepto de desarrollo sostenible**

La idea de desarrollo sostenible surgió de la necesidad de introducir cambios en el sistema económico existente basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica. Desde los años sesenta, distintos foros internacionales, se han ocupado de estudiar estos temas, planteando los problemas ecológicos derivados del medio de desarrollo económico en el que estamos inmersos con la intención de integrar las necesidades del medio ambiente con dicho modelo de crecimiento (Larrouyet, 2015).

Así a principio de los setenta del pasado siglo, Ignacy Sachs, consultor de Naciones Unidas para temas de medio ambiente y desarrollo, propuso la palabra ECODESARROLLO para conciliar el aumento de la producción que reclamaban urgentemente los países del Tercer Mundo, con el respeto a los ecosistemas que permitirían mantener las condiciones de la habitabilidad de la tierra. Este término empezó a utilizarse en los círculos internacionales relacionados con el "medioambiente" y el "desarrollo". A pedido del entonces jefe de la diplomacia norteamericana, Henry Kissinger, quién había manifestado su desaprobación del término "ecodesarrollo", el presidente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente debió retocar dicho término (Dixon, J.A. y Fallon, L.A., 1991).

La engañosa simplicidad del término y su significado aparentemente manifiesto ayudaron a extender una cortina de humo sobre su inherente ambigüedad. A partir de la década de 1970 los científicos empezaron a darse cuenta de que muchas de sus acciones producían un gran impacto sobre la naturaleza, por lo que algunos especialistas señalaron la evidente pérdida de biodiversidad y elaboraron teorías para explicar la vulnerabilidad de los sistemas naturales (Boullón, 2006)

En 1972 el informe Meadows del Club de Roma sobre "Los límites del crecimiento" supuso la voz de alarma y el inicio del proceso de concienciación al plantear límites al crecimiento económico y cambio en el manejo de los ecosistemas con efectos catastróficos para los sistemas económicos y ecológicos. El concepto de Desarrollo Sustentable lo utilizaron por primera vez en el reporte, que llevaba por nombre "Ambiente y Desarrollo", el cual, de igual, manera se conocía como Comisión

Brundtland 1983. Esta idea de desarrollo sostenible se originó gracias a la necesidad de inducir cambios en el sistema económico existente, el cual se basaba en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica (Larrouyet, 2015).

Ya en 1987 el informe de Brundtland "Nuestro futuro común" de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, definió por primera vez el concepto de "desarrollo sostenible" como aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias. Este concepto pretendía establecer relaciones entre los aspectos ambientales, económicos y sociales (Boullón, 2006).

Las expresiones Desarrollo Sostenible, Desarrollo Perdurable y Desarrollo Sustentable se aplican al desarrollo socioeconómico, y su definición se formuló por primera vez fruto de la Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas en Asamblea de las Naciones Unidas en 1983. Dicha definición se asumió en el Principio 3ro. de la Declaración de Río en 1992. Es a partir de este informe cuando se acotó el término inglés Sustainable Development, y de allí nació la confusión entre si existe o no diferencia alguna entre los términos Desarrollo Sostenible y Desarrollo Sustentable (Martínez-Alier, 2003).

Unos años más tarde, en 1992, en la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas realizada en Río de Janeiro se elaboró la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que asume por primera vez, y a nivel mundial, el desarrollo sostenible como guía para la formulación de políticas de desarrollo racional y regional, es decir

la integración entre desarrollo y medio ambiente. En esta cumbre se estableció, además una comisión para el Desarrollo Sostenible con el propósito de impulsar el cambio de mentalidad necesaria para implementar el desarrollo sostenible. El principal resultado obtenido de esta cumbre fue un documento titulado Agenda 21 en el que se define una estrategia general de desarrollo sostenible para todo el mundo, haciendo especial hincapié en las relaciones Norte—Sur, entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo. En 1992 la Unión Europea elabora el V Programa de acción de la Comunidad en materia de medio ambiente que se titulaba “Hacia un desarrollo sostenible”. Este Programa reconoce que el camino hacia el desarrollo sostenible será largo y que el medio ambiente depende de las acciones colectivas que se tomen en la actualidad. Asimismo, asumía también la dificultad que suponía este cambio de mentalidad de los Estados Miembros, tanto en el mundo empresarial como en los propios ciudadanos. El modelo de desarrollo sostenible que pretende implantarse hace referencia a la utilización de forma racional de los recursos naturales de un lugar, cuidando que no sean esquilados para que las generaciones futuras puedan también hacer uso de ellos, dando tiempo a que los recursos se regeneren y a que se absorban los impactos que podamos generar. Asimismo, para completar un modelo de sostenibilidad en todos los sentidos, se tienen que priorizar políticas sociales y económicas a largo y corto plazo en las zonas más deprimidas, normalmente las zonas rurales, que otorguen a estas áreas un equilibrio natural y un bienestar económico, que permita a sus habitantes desarrollar una forma de vida satisfactoria y armónica acorde a sus propias necesidades. Las aproximaciones ambientalistas

al desarrollo humano surgen en un contexto en que en el mundo afloran problemas de contaminación de las aguas de ríos, lagos y mares, masiva y acelerada deforestación, polución en las ciudades, avance de la desertificación, entre otros, resultado en buena medida de modelos y estilos de desarrollo que consideren a los recursos naturales como inagotables y el lucro, el fin supremo de los agentes económicos (Larrouyet, 2015).

#### **4.2. Economía lineal y ganadería**

La economía lineal se basa en “tomar, hacer, desechar” esto provoca que en los procesos de producción se disponga de grandes cantidades de energía y otros recursos baratos y de fácil acceso (Jiménez, 2017). En este modelo no existe previsión de reutilización o reaprovechamiento de los productos pecuarios, lo que antes eran productos o mercancías, terminan convirtiéndose en basura. Generándose así una masa heterogénea de desechos, materiales biológicos, tecnológicos y otros, dificultando su separación y posterior reaprovechamiento (Mendoza, 2019). “Se ha evidenciado que, de continuar con el estilo de economía lineal, para el año 2050 se necesitarán tres veces más de materiales, 70% más de alimentos y la necesidad de agua y energía aumentarán en un 40%” (Mendoza, 2019).

Este enfoque tradicional economicista se sustenta en un punto de vista fundamentalmente antropocéntrico, donde la naturaleza es vista como un instrumento en beneficio del hombre, para ser aprovechada y mejorar la calidad material de la vida humana (Martínez, 2018). Sin embargo, Hwang citado por

(Martínez, 2018). Sostiene que en este modelo no se consideró un escenario de escasez de recursos y una vez que ésta se presentó, la tecnología y la información cobraron importancia vital. Aunque este paradigma tiene fallas, también es cierto que el incremento de calidad de vida ha traído mejoras a la población en cuanto a higiene y salud se refiere, a pesar de que también ha generado inequidad y agotamiento de los recursos.

Tradicionalmente la ganadería en condiciones de pastoreo es una de las actividades económicas que ha seguido el modelo lineal ya que suelen utilizarse una serie de recursos que se transforman y consumen, desechando todos aquellos residuos que se generan a partir de su proceso de producción animal. Un ejemplo de ello es el incremento en la capacidad de carga para intensificar la ganancia diaria de peso y cubrir la creciente demanda de carne bovina (Bava et al., 2014), provocando con ello que se promueva el uso a gran escala de recursos naturales como suelo, agua, masa forrajera y combustibles fósiles (De Vries y De Boer, 2010).

La ganadería extensiva pertenece a los sistemas de producción de tipo extractivo y de pastoreo tradicional en los que la actividad de primer lugar es la cría con engorde al sacrificio. En la mayoría de este tipo de explotación ganadera, la sumisión del ciclo de producción animal y de las condiciones climáticas es demasiado alta; ya que el nivel de inversiones en infraestructura básica, el uso de tecnología y el extensionismo agropecuario son muy bajos, asimismo el tamaño del mercado depende en gran medida de la infraestructura para el transporte (Balcázar, 1992). Esta estructura productiva tradicional no tiene en cuenta el contexto agroecológico,

generando graves consecuencias para la biodiversidad y el equilibrio del ecosistema en la crianza de bovinos productores de doble propósito.

En otra propuesta de producción animal se encuentra la ganadería intensiva tipo revolución verde, la cual no es menos dañina que la primera. Este sistema bovino de producción intensiva es un gran destructor de recursos y altamente contaminante; debido a que requiere poco espacio para su asentamiento con grandes cantidades de cabezas animal por área, el forraje requerido se obtiene gracias a la agricultura en grandes dimensiones. Por ejemplo, el 95% de la soya y cereales se producen para el consumo animal en confinamiento. De igual manera, esta agricultura es muy nociva con el medio ambiente, ya que requiere en su proceso productivo grandes cantidades de agua provenientes de mantos acuíferos subterráneos y del uso excesivo de insumos químicos y presenta una gran dependencia del petróleo como lo menciona Martínez en el 2005.

### **4.3. Impactos de la ganadería lineal**

**4.3.1. Erosión del suelo.** Implica la remoción, el desarraigo y el transporte de materiales de la capa superior del suelo por el agua, el viento, el hielo o la actividad humana (erosivos). Este proceso depende de las características físicas del suelo, la pendiente del terreno y persistencia de la vegetación que crece en el suelo y la cantidad e intensidad de las lluvias durante el año. La ganadería conformada por todos los rumiantes, tiene un fuerte impacto negativo sobre el suelo, provocando erosión, ya que los animales pisotean la capa arable del terreno compactado y arrastran rocas y otros residuos vegetales como hojas, ramas y

troncos por las laderas, además de agotar o destruir la vegetación protectora del suelo (Martin y Adad, 2006).

El proceso de degradación de la tierra por la insuficiente cantidad de ganado o nulo pastoreo en el pastizal se puede dividir en tres fases, cada una de las cuales tiene sus propias características. En la primera etapa, llamada erosión laminar, el carácter original del suelo se destruye gradual y lentamente de manera casi imperceptible. En la segunda fase, se produce una clara pérdida de materia orgánica, la superficie del suelo se vuelve más dura o densa, lo que impide la penetración del agua y de las raíces y la aparición de costras superficiales (sellos y costras). En la etapa final, las propiedades físicas y químicas del suelo se ven fuertemente afectadas por el colapso violento de los espacios porosos a medida que se acelera la erosión, lo que dificulta o incluso imposibilita el mantenimiento de los pastos. Las zanjas son la etapa más avanzada del proceso de erosión del suelo manifestada en el desgaste de la capa superficial, que suele seguir la pendiente del terreno y formar canales naturales para el flujo concentrado de agua de lluvia. (Bautista-Cruz *et al.*, 2004).

En esta fase de la erosión las dimensiones y magnitud de los daños al potrero están estrechamente relacionadas con el clima, la topografía, la geología, el tipo de suelo y la forma de manejo. El rendimiento en este paso cae a niveles mínimos, sin retorno económico para el ganadero (Casanellas *et al.*, 2014).

**4.3.2 Desechos del ganado.** Los millones de toneladas de desechos animales que se acumulan en las instalaciones de producción animal contaminan los ríos y las

aguas subterráneas. El nitrógeno y el fósforo del estiércol actúan como superfertilizantes para las algas, que crecen muy rápidamente, reduciendo el consumo de oxígeno y obstruyendo los sistemas de agua. El nitrógeno del estiércol también se escapa a la atmósfera en forma de amoníaco gaseoso, lo que provoca lluvia ácida y precipitaciones. El amoníaco en las deyecciones emitido por la ganadería es la mayor fuente de contaminación del suelo y causa mucho más daño que los automóviles y las fábricas. El peligro no se limita al ecosistema, los nitratos de nitrógeno fecal se filtran al suelo para pasar a las aguas subterráneas y al ser potables pueden causar daños graves en el sistema nervioso, cáncer y metahemoglobinemia o síndrome del bebé triste, una enfermedad rara pero mortal en los lactantes (Villar, 2016).

**4.3.3 Impactos en la fauna silvestre.** El pastoreo extensivo y continuo afecta específicamente a la vida silvestre al alterar su hábitat; en primer lugar, se afecta la composición y estructura de la vegetación, que es parte fundamental al proporcionar alimento y refugio. Los efectos del sobrepastoreo en la fauna de insectos, donde un buen ejemplo de los desequilibrios, provocados por una intervención humana inadecuada en el ecosistema es el daño que langostas y otras plagas de roedores trozadores de follaje causan a los cultivos y pastizales. La mayoría de las actividades humanas implementadas para el desarrollo en base a los diferentes usos de la tierra, tienen profundos efectos sobre la fauna de insectos. Los desequilibrios ecológicos provocados por dichas actividades, han favorecido directa o indirectamente la transformación de muchas especies de insectos, que previamente vivían en la vegetación natural, en plagas. El sobrepastoreo, producto

de un inadecuado y abusivo manejo del recurso forrajero del agostadero, provoca cambios profundos en el ecosistema agua-suelo-planta, que inducen el aumento de ciertas especies de la fauna de insectos y roedores, como langostas, saltamontes, hormigas, conejos, ratones y tuzas, que a su vez agregan nuevos impactos ecológicos al mismo ambiente

**4.3.4 Contaminación atmosférica.** En el contexto de las explotaciones de ganado vacuno, las principales fuentes emisoras de gases de efecto invernadero (G.E.I). son tres: el uso de la tierra y los cambios en su utilización (36%), la gestión del estiércol (31%) y la producción animal (25%), mientras que la producción de los forrajes, su elaboración y el transporte representan un 7% y un 1%, respectivamente (FAO, 2009).

Los desechos animales emiten CH<sub>4</sub> (metano), N<sub>2</sub>O (óxido de nitrógeno), NH<sub>3</sub> (amoníaco) y CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) dependiendo de cómo salen del sitio (sólidos o líquidos) y cómo se tratan para su recolección, almacenamiento y agricultura. La cría de animales afecta el balance de carbono del suelo utilizado para la alimentación animal e indirectamente contribuye a la liberación de grandes cantidades de carbono a la atmósfera. Lo mismo se aplica cuando los bosques se talan para el pastoreo. Los combustibles fósiles utilizados en el proceso de producción, desde la producción de alimentos para animales hasta la venta de productos, también emiten gases de efecto invernadero (Lorente, 2010).

En general, se estima (FAO, 2009) que las actividades ganaderas representan el 18% de todas las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero

reportadas en cinco sectores: energía, industria, desechos, uso de la tierra, cambio de uso del suelo, silvicultura y agricultura. En los dos últimos sectores, la participación del sector ganadero es del 50%, en comparación sólo con la agricultura, donde el sector ganadero representa el 80%. La contribución del ganado a los tres gases de efecto invernadero es la siguiente:

a) Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): El ganado es responsable de alrededor del 9% de las emisiones globales cuando se tienen en cuenta la deforestación y la degradación del pastoreo. Sin embargo, las emisiones de este sector son extremadamente difíciles de cuantificar y los valores de la CMNUCC (convención marco de naciones unidas sobre el cambio climático) para este sector tampoco son confiables, por lo que a menudo se omiten en los informes de emisiones a pesar de su importancia. Las cadenas alimentarias del ganado se están volviendo cada vez más intensivas en el uso de combustibles fósiles, y la producción de rumiantes (basada en los recursos alimentarios locales) a menudo se reemplaza por la producción monogástrica intensiva (basada en los alimentos transportados a largas distancias). Es un cambio de la energía impulsada por la fotosíntesis de los pastos a los combustibles fósiles de los granos, acompañado de un aumento en el dióxido de carbono (Espejo, 2008).

(b) Metano (CH<sub>4</sub>): la importancia del ganado en las emisiones de CH<sub>4</sub> se ha reconocido desde hace tiempo; la fermentación entérica y las excretas representan el 80 % de las emisiones de CH<sub>4</sub> agrícolas y alrededor del 35-40 % de las emisiones antropogénicas totales de CH<sub>4</sub>. Con la disminución de la producción de rumiantes

en pastoreo y la tendencia general hacia una mayor productividad en la industria pecuaria intensiva, es poco probable que la importancia de la fermentación entérica aumente aún más en el futuro. Aunque las emisiones de CH<sub>4</sub> de los desechos animales son mucho menores en términos absolutos, son grandes y crecen rápidamente (Pérez, 1986).

(c) Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O): La producción ganadera produce emisiones de N<sub>2</sub>O, el más potente de los tres gases de efecto invernadero, que representa casi dos tercios de las emisiones mundiales totales provocadas por el hombre y entre el 75% y el 80% de las emisiones agrícolas. El N<sub>2</sub>O se produce durante el procesamiento aeróbico del estiércol. (d) Amoníaco (NH<sub>3</sub>): Las estimaciones recientes de las emisiones antropogénicas mundiales de nitrógeno (N) a la atmósfera son de aprox. 47 millones de toneladas. El 94% es producido por la agricultura y la ganadería representa el 68%, principalmente debido al almacenamiento y estiércol agrícola. La contaminación resultante (principalmente la eutrofización y los malos olores) se considera más un problema local o regional que global (Deschamps *et al* 2020).

#### **4.4. Economía circular**

La economía circular es un concepto económico que se relaciona con la sostenibilidad, cuyo objetivo es que el valor de los materiales, los recursos y los productos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y así se reduzca al mínimo la generación de residuos (Mendoza, 2019).

El ciclo de vida tiene varias interpretaciones como la importante es que un bien producido bajo la licencia de Economía Circular, pueden ser sostenibles. Por

ejemplo, a través de la creación de materiales biodegradables o eco amigables, utilizando materiales/subproductos de otras industrias, maximizando, el término reusabilidad del producto, diseñando para desmontar y reutilizar sus elementos, reduciendo los desechos al final de su vida útil, y manejando tanto como sea posible como materia prima para nuevos procesos (Barragán, 2017).

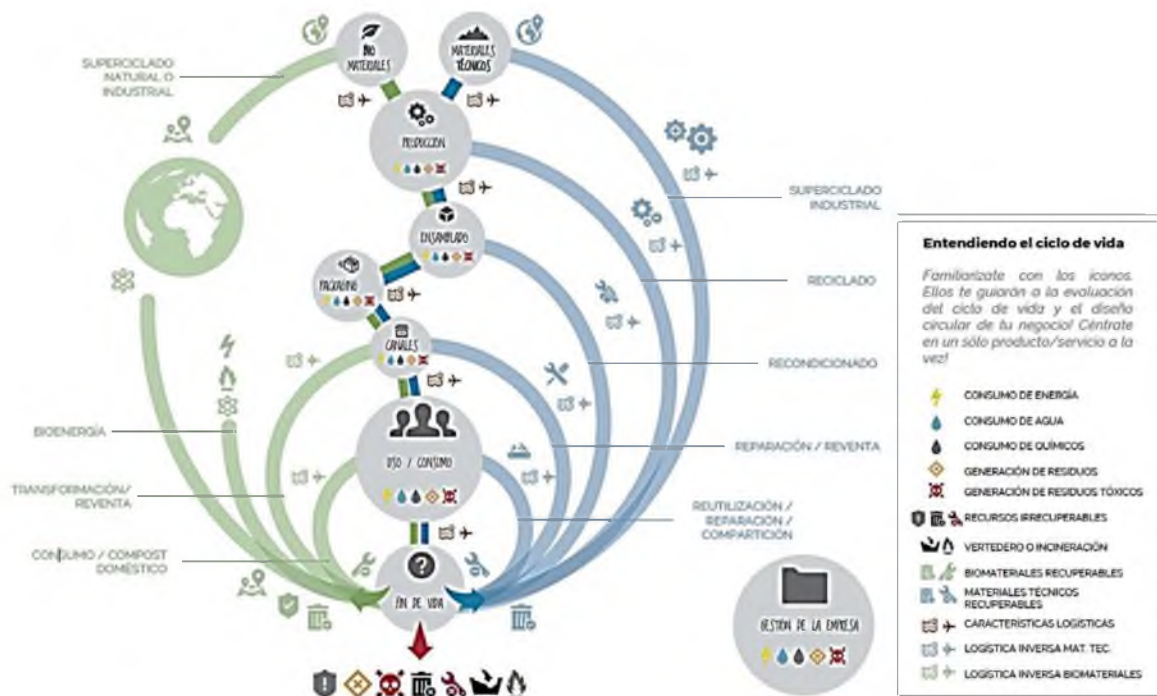
Con la economía circular se trata de convertir los hasta ahora considerados residuos, en nuevas materias primas. Y, además, generar empleo en el contexto de la llamada economía verde.

Proporciona múltiples mecanismos de creación de valor no vinculados al consumo de recursos finitos. En una verdadera economía circular, el consumo sólo se produce en ciclos biológicos eficaces; por lo demás, el uso sustituye al consumo. Los recursos se regeneran dentro del ciclo biológico o se recuperan y restauran gracias al ciclo técnico. Dentro del ciclo biológico, distintos procesos permiten regenerar los materiales descartados, pese a la intervención humana o sin que ésta sea necesaria. En el ciclo técnico, con la suficiente energía disponible, la intervención humana recupera los distintos recursos y recrea el orden, dentro de la escala temporal que se plantee. Mantener o aumentar el capital supone características diferentes en ambos ciclos (EMA Foundation, 2015).

Basándonos en estas definiciones, podemos decir entonces que la economía circular es un concepto económico interrelacionado con la sostenibilidad, cuyo objetivo es que el valor de los materiales, los recursos y los productos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la

generación de residuos. Se trata de implementar una nueva economía basada en el principio de cerrar el ciclo de vida de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía.

Esquemáticamente, Cerentola (2017) representa el flujo de recursos que van siendo utilizados en cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto. El proceso inicia con la extracción de nuevos recursos, mismos que divide en bio naturales y materiales técnicos para obtener un producto y cada vez que éste avanza hacia una nueva etapa sigue utilizando ambos tipos de recursos hasta llegar al consumidor final, no obstante, la economía circular propone en lugar de que todos estos recursos terminen en desechos se habiliten condiciones que permitan que estos se reintegren a la economía, véase la figura 1.



Fuente: Cerantola, 2017

**Figura 1. Flujo de recursos en la economía circular**

#### 4.5. Comparación entre economía lineal y circular

La economía circular, a diferencia de la economía lineal, se basa en un proceso sostenible, en el que toma un papel principal el diseño, las materias primas, la producción, el procesado, la reutilización, la reprocesamiento y el reciclaje. Se trata de una economía circular porque los residuos que se generan no se eliminan totalmente, sino que regresan al proceso de producción para fabricar nuevos productos o para otros fines. El sistema lineal parte de la idea de que los recursos del planeta son infinitos y de allí su continua explotación a gran escala. Esta explotación intensiva genera significativas externalidades negativas (deterioro) de

los sistemas naturales del planeta. Lo anterior implica presiones medioambientales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo y del capital natural (Ortiz, 2019).

Con el modelo económico y de desarrollo actual, estamos agotando ciertos recursos naturales, por lo que la economía circular propone un nuevo modelo de sociedad que utilice y optimice los materiales y residuos, dándoles una segunda vida. Así, el producto debe ser diseñado para ser reutilizado y reciclado; por lo que, gracias al eco-diseño, desde la primera pieza hasta la última pueden reutilizarse o reciclarse una vez terminada su vida útil (Alcubilla, 2015).

#### **4.6. Modelos empresariales de economía circular**

Este replanteamiento del modelo de producción y consumo desde una perspectiva circular brinda nuevas oportunidades y modelos de negocios.

Es por esta razón que se hace necesario un cambio significativo en las relaciones de los múltiples factores que intervienen en el modelo económico. Algunas de estas relaciones son: entre los sectores empresariales e industriales para beneficiarse de los subproductos; residuos entre otros; de unas y otras, entre productores-consumidores, y entre consumidores-consumidores, el sector público, entre otros (Lacy y Rutqvist, 2015) proponen un enfoque de cinco modelos de negocios circulares que se centran no sólo del lado de la producción, sino también por el lado del consumo, como fuentes alternativas de los modelos de negocios actuales.

***Cadena de suministro circular.*** Los negocios bajo este modelo comercial impulsan la producción y uso de insumos, componentes, productos entre otros,

totalmente renovables, reciclables o biodegradables como sustitutos de los lineales.

**Reducir, reutilizar y reciclaje.** El modelo de las tres erres de la ecología es una propuesta sobre hábitos de consumo responsable que aplica a zonas urbanas y rurales, cada subproducto y flujo de residuos se optimiza para maximizar su potencial de ingresos. Reducir todo aquello que genera desperdicio, reutilizar los residuos o desechos para dar usos alternos. Los residuos se reviven para otros usos; esto hace que el desperdicio ya no se vea como un problema a tratar, sino como un recurso que está completamente integrado en el modelo comercial (Ortiz, 2019).

**Construcción de productos para durar.** Conocido como el modelo de negocio de extensión de vida del producto. Este modelo está en oposición directa a la mayoría de los modelos comerciales actuales que se basan en que los consumidores reemplazan continuamente sus productos. Algunos de los principios claves son: construcción para durar, restaurar, recuperar o recomprar del mercado y actualizar.

**Plataforma de intercambio.** Ese modelo permite que múltiples clientes utilicen los mismos recursos, reduciendo la demanda de nuevas manufacturas. Los clientes también pueden acceder a miles de productos en varios puntos de precio y ubicaciones, en lugar de limitarse a una gama de productos servidos desde un sitio central (Ortiz, 2019).

**Modelo de producto como servicio (PaaS).** La característica principal de este modelo es que el rendimiento asume un papel más importante que la propiedad. El modelo PaaS puede tomar varias: Pagar por el uso: Por ejemplo, los clientes de

leasing compran derechos contractuales para usar un producto exclusivamente durante un período de tiempo más largo. Por otro lado, los clientes de alquiler compran los derechos de uso de un producto por un período corto.

**Acuerdo de rendimiento:** Los clientes adquieren un servicio y un nivel de calidad predefinidos, y las empresas se comprometen a garantizar un resultado específico.

Los anteriores modelos de negocios están más enfocados en el componente técnico que propone el modelo de economía circular. A pesar de esto, se pueden encontrar oportunidades empresariales por el lado de los procesos y productos biológicos, es decir, el otro ciclo productivo del modelo. Un ejemplo de esto es el compostaje, el cual implica una gestión adecuada de desechos y residuos para la recirculación de abono como insumo natural (Ortiz, 2019).

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. Descripción del área de estudio**

El estudio se realizó en el municipio de Loma Bonita Oaxaca, que se encuentra al norte del estado, en la región de la Cuenca del Papaloapan y dentro del Distrito Jurídico de Tuxtepec. Limita al norte con los municipios de Otatitlán, Tlacojalpan y Chacaltianguis y al este con los municipios de José Azueta y Playa Vicente, pertenecientes al estado de Veracruz; al sur con los municipios oaxaqueños de Santiago Jocotepec y San Juan Lalana (Distrito de Choapam) y al oeste con los municipios de San Juan Bautista Tuxtepec y Santiago Jocotepec. El poblado de Loma Bonita, cabecera del municipio del mismo nombre, ostenta la categoría de ciudad y tiene una superficie municipal total de 588,15 km<sup>2</sup>, representando el 0,616% con respecto al total del estado. Se localiza en la latitud: 18 grados 06´ norte y la longitud: 95 grados 53´ oeste, a 30 msnm en la margen derecha del río Obispo, afluente del río Papaloapan (SGCNEM-Gobierno del Estado de Oaxaca, 2010).

### **5.2. Método de investigación-acción participativa (IAP)**

Martínez (2018) afirma que el método constituye una opción metodológica de mucha riqueza, ya que permite la expansión del conocimiento y genera respuestas concretas a problemáticas que se plantean los investigadores y coinvestigadores cuando deciden abordar una interrogante, temática de interés o situación problema y desean aportar alguna alternativa de cambio o transformación. “El método de la investigación-acción tan modesto en sus apariencias, esconde e implica una nueva visión del hombre y de la ciencia, más que un proceso con diferentes técnicas” (Colmenares, 2012).

El método, presenta características particulares que la distinguen de otras opciones bajo el enfoque cualitativo; entre ellas se puede señalar la manera en cómo se aborda el objeto de estudio, las intencionalidades o propósitos, el accionar de los actores sociales involucrados en la investigación, los diversos procedimientos que se desarrollan y los logros que se alcanzan. En cuanto al acercamiento al objeto de estudio, se parte de un diagnóstico inicial, de la consulta a diferentes actores sociales en búsqueda de apreciaciones, puntos de vista, opiniones, sobre un tema o problemática susceptible de cambiar (Guevara *et al.*, 2020).

### ***Etapas y las fases de una IAP***

**Fase I.** El diseño de las fases y su duración variarán en cada contexto; por lo que se deben identificar los ejes centrales en el desarrollo de la actividad y ello constituye el esqueleto de la IAP (Martí, 2008).



**Figura 2. Ejes centrales.**

Fuente: Elaboración propia en base a Ortiz, 2019.

En la figura 2, se definen 3 ejes centrales, para la actividad ganadera bovina, a partir de los cuales se diseñó el análisis y diagnóstico. Obteniendo así 3 niveles:

El primer nivel (la cadena de suministro) se considera por la importancia que tienen multiplicidad de actores y procesos desde el suministro hasta la distribución (en la cadena). Fomentando el desarrollo de procesos que no comprometan las funcionalidades eco-sistémicas, promoviendo las fuentes renovables y el cierre de ciclos biológicos y técnicos.

El segundo nivel (la empresa) ya que las organizaciones deben comprometerse con la disminución de impacto negativo de sus decisiones y actividades.

El tercer nivel (el producto) donde se desarrolla un diseño con capacidad regenerativa y restaurativa; ya que entre más perdure el producto en uso, el aporte a la economía circular será mayor (Ortiz, 2019).

**Fase II.** La delimitación de unos objetivos que responden a la detección de determinados síntomas.

Para esta fase se recurrió a la revisión bibliográfica principalmente, la información que no estuvo disponible se obtuvo mediante la observación participante y las entrevistas telefónicas y presenciales a los principales agentes involucrados; ganaderos, representantes de las asociaciones ganaderas, encargados de la producción de quesos y personal que labora en empresas de productos veterinarios.

**La entrevista.** Es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado

distinto al simple hecho de conversar. Se argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles.

La entrevista es ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, se caracteriza por los siguientes elementos: tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado; se busca que la información recabada sea lo más precisa; se pretende conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas en cuestión; el entrevistador debe mantener una actitud activa durante el desarrollo de la entrevista, en la que la interpretación sea continua con la finalidad de obtener una comprensión profunda del discurso del entrevistado. Con frecuencia la entrevista se complementa con otras técnicas de acuerdo a la naturaleza específica de la investigación (Canales, 2006).

La clasificación más usual de las entrevistas de acuerdo a su planeación corresponde a tres tipos: Entrevistas estructuradas o enfocadas, entrevistas semiestructuradas y las entrevistas no estructuradas.

**La revisión bibliográfica** se puede entender como un proceso mediante el cual se recopilan conceptos con el propósito de obtener un conocimiento sistematizado. Teniendo como objetivo procesar los escritos principales de un tema particular. Este tipo de investigación adquiere diferentes nombres: de gabinete, de biblioteca,

documental, bibliográfica, de la literatura, entre otros. La búsqueda bibliográfica y la selección de artículos científicos relevantes se desarrollará basándose en el método elaborado por Leenaars et al. (2011). Se identificarán las bases de datos científicas relevantes y apropiadas para realizar la identificación de los modelos y las estrategias de la economía circular, tales como: Science Direct, Springer Link, Wiley Online y Nature Research.

**La observación participante (OP)** permite recoger aquella información más numerosa, más directa, más rica, más profunda y más compleja. Con esto se pretende evitar en cierta medida la distorsión que se produce al aplicar instrumentos experimentales y de medición, los cuales no recogen información más allá de su propio diseño. A diferencia de la observación vulgar y cotidiana, la OP se caracteriza por ser científica, comienza con la selección de un escenario en relación con un determinado tema de investigación. La observación y registro de datos se hace de manera sistemática, así como el procesamiento de la información y la interpretación de la misma.

La OP se distingue por el grado de control que el observador tiene sobre los fenómenos, al estructurar cuidadosamente las categorías de análisis e instrumentos de recopilación de datos, así como al controlar el grado de participación en el escenario y en la interacción social (Sánchez, 2013).

**Fase III.** Apertura a todos los puntos de vista existentes en relación a la problemática y objetivos definidos. Se recogen posibles propuestas de solución, que puedan servir de base para su debate y negociación entre todos los sectores sociales

implicados. Para este apartado se entrevistaron a expertos en diversas áreas y posteriormente se corroboró lo que dijeron con la literatura. La recolección de la información se realizó en base al cuadro 1.

**Cuadro 1. Variables y recolección de datos.**

<b>EJE</b>	<b>Variable</b>	<b>Método de recolección</b>
<b>Empresa</b>	Preservar el capital natural	Entrevista a expertos (Biólogos)
	Uso de energía renovables	Entrevista a expertos (Mecatrónicas)
<b>Producto</b>	Circularidad y longevidad del producto	Entrevista (químicos especialistas en alimentos)
	Diseño de salida de residuos	Revisión de literatura
	Resiliencia a través de la diversidad	Entrevista a expertos (Zootecnistas y veterinarios)
<b>Cadena de suministro</b>	Optimización de valor	Entrevista a expertos (Especialistas en práticamente)

### 5.3. Sistematización y análisis

Para el desarrollo de la herramienta de análisis, se decidió tener en consideración tres niveles: cadena de suministro, empresa y el producto. Con estos tres niveles se busca analizar los estados de aplicación de la Economía Circular (Figura 3).

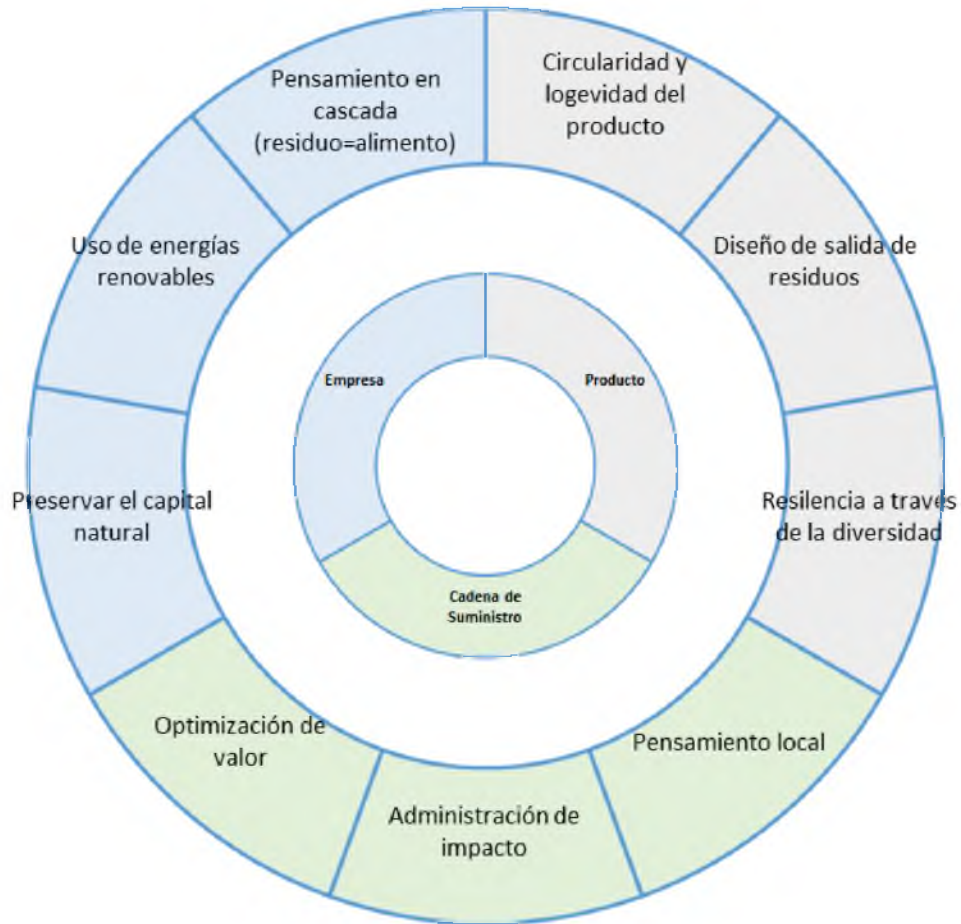
Para anonimizar a los entrevistados se recurrió a la técnica de seudonimización, en la que se reemplazan los nombres y títulos por versiones cifradas que impidan la identificación directa del individuo (Gómez-Encinas, 2010) a fin de preservar la integridad moral y física.

En el cuadro 2 se muestran los identificadores utilizados de acuerdo a la función que desempeñan. En el anexo se encuentra información más específica sobre los entrevistados.

**Cuadro 2. Identificadores para anonimizar**

Entrevistado	Identificador
Especialistas en diferentes disciplinas	Experto 1, 2, ..., n
Ganaderos	Ganadero 1, 2, ..., n
Personas dedicadas a la elaboración de quesos	Queseros 1, 2, ..., n
Trabajadores de diferentes dependencias	Trabajador 1, 2, ..., n

La sistematización y análisis de la información se realizará a partir de estadística descriptiva en función de las variables en la figura 3.



**Figura 3. Variables para la herramienta de evaluación.**

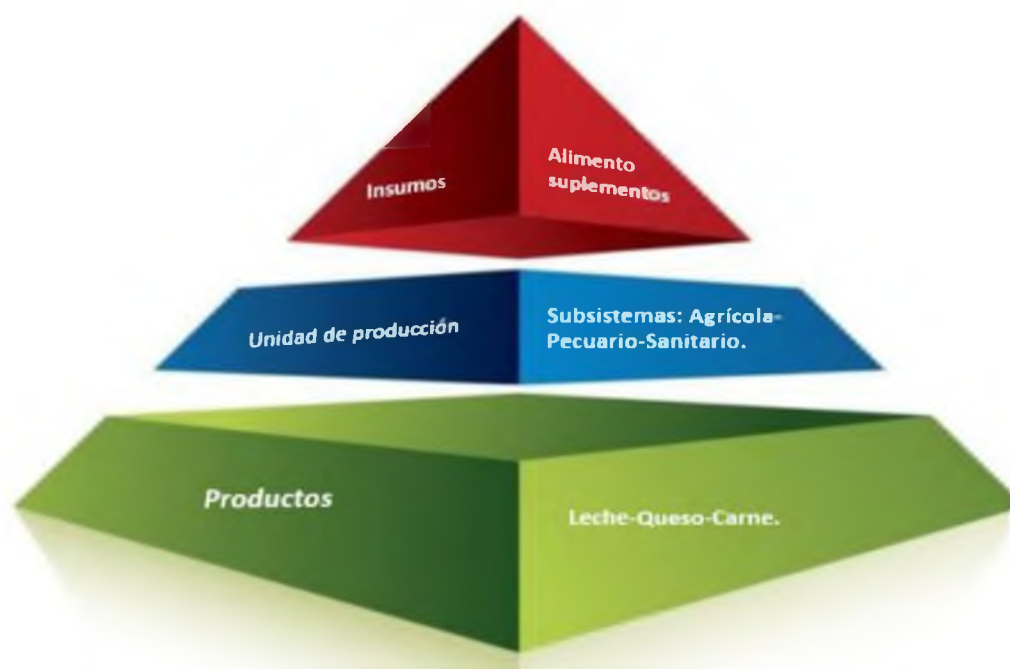
Fuente: Elaboración propia con base en Ortiz, 2019.

## 6. RESULTADOS

Para su mejor comprensión, los resultados se presentarán siguiendo el método propuesto anteriormente de investigación – acción participativa. Es por ello que este apartado se desarrollará en función de cada una de las fases que comprenden el método.

### 6.1. Fase 1. Ejes centrales y diagnóstico

La primera fase de la IAP consistió en definir los ejes del sistema pecuario a analizar (figura 4), con el objeto de realizar un diagnóstico que sea la base del modelo de economía circular.



**Figura 4. Ejes centrales de análisis**

### **6.1.1. Insumos**

Los insumos son aquellos productos o bienes esenciales para la transformación de recursos en productos finales que satisfagan los requerimientos de los consumidores. Habitualmente se utilizan muchos tipos cualitativamente diferentes de cada insumo para producir un bien (Gould, 1994 citado por Martínez y Bustillo *et al* 2008). Usualmente, se producen y distribuyen a través de un proceso conocido como cadena de suministro. De tal forma que se satisfagan las necesidades del público objetivo. Los principales insumos que se detectaron en el proceso productivo del ganado bovino son: alimento y suplementos.

#### **Alimento.**

En la región predomina la ganadería bovina doble propósito donde mayormente son utilizados los diferentes sistemas de pastoreo, pero también como apoyo a la producción, en épocas críticas forrajeras o al requerirlo los objetivos de la explotación, se adquiere alimento comercial y se opta por complementar y suplementar con residuos de cosecha de caña de azúcar picada, cascara y corona de piña de la agroindustria, cebada y levadura subproductos de la industria cervecera, melaza proveniente de los ingenios de la región, ensilado de maíz y sales minerales apropiadas para rumiantes en pastoreo.

#### **a) Pastos**

Según los datos del INIFAP (2002) los principales pastos utilizados en la ganadería de Loma Bonita son: Privilegio (*Panicum maximum*), Llanero (*Andropogon gayanus*),

Insurgente (*Urochloa brizanta*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Chetumal (*Urochloa humidicola*), Elefante (*Penisetum purpureum*), Estrella de África (*Cynodon nlemfluensis*).

De acuerdo con Velasco (2021), los pastos en la región suelen ser deficientes en minerales, por lo que el forraje no cumple en su totalidad con los nutrientes necesarios para los bovinos, aunque podemos encontrar mayor densidad de follaje, la calidad nutricional es baja en proteína bruta y alta en fibra cruda. En el sistema de pastoreo extensivo es posible disponer de pastura sin ser restringido ya que sólo se utiliza una cerca perimetral que divide los potreros de un productor con otro. Dentro del sistema antes mencionado se encuentra el pasto de forma natural sin necesidad de la intervención de la mano del hombre, o bien, inducidos bajo condiciones de temporal.

## **b) Comercial**

Purina®, la comercializadora agropecuaria más importante de la zona de estudio, maneja tres líneas de alimento para bovinos, la primera es Becerrina al 18 % de proteína bruta, éste es un alimento de alta energía (> 2.5 Mcal ED/kgMS) para la suplementación del becerro(a) mamón en potrero, como complemento de la nutrición proporcionada por la leche de la madre y el pasto para así lograr un destete entre los 7 y 8 meses con al menos 170 kgPV. Se proporciona en comederos no accesibles a la madre desde la tercera o cuarta semana o cuando se tenga el 10% de los becerros para llevarlos hasta el destete; del alimento antes mencionado se comercializa en el municipio alrededor de 2.5 ton al mes. Otra línea de alimento es

el de engorda, el cual lleva por nombre Puricarne al 12 a 18% de proteína bruta, este aporta la mayoría de los nutrientes requeridos, permite mantener en buena condición física al ganado productor de carne en épocas de sequía o falta de forraje. También puede ser utilizado como ingrediente para raciones de ganado de engorda, de este alimento en promedio se comercializa 2.5 ton al mes, incrementándose la venta en épocas de estiaje en los meses de marzo a junio. El tercer alimento de la línea Potrerina al 16 a 18% de proteína bruta, es un alimento para becerros en etapa de crecimiento. Este tipo de alimento es suministrado desde los 7 meses de edad hasta su salida al mercado para la engorda en corral, conocidos como toretes de media ceba, de este alimento se comercializa alrededor de 2 ton al mes en la región. De acuerdo a la entrevista realizada a personal técnico de Purina®, el alimento es comercializado en bultos de 40 kg, los cuales están fabricados con fibras textiles sintéticas trenzadas de Polipropileno (PP) por lo cual su vida útil mayor por su gran resistencia y pueden ser reutilizados al vaciar totalmente el alimento contenido.

### **c) Suplementos**

En un estudio realizado por Pacheco (2020) se afirma que la fuente principal de alimento en la región es el pastoreo de gramíneas introducidas por lo que se hace necesaria la suplementación alimenticia especialmente en época de secas en los meses de marzo a junio en el sureste del país. Los alimentos complementarios reportados por el autor para la región de la Cuenca del Papaloapan, en orden de proporción de uso son: cebada de cervecería 15.78%, ensilado de maíz 15.78%, caña de azúcar picada 10.52%, cascara de piña 10.52%, levadura de cerveza

10.52% y melaza 5.26%. Con ello los bovinos en pastoreo, obtienen nutrientes que los fortifican, los mantienen productivos y rentables.

En mayor proporción como suplemento en pastoreo 94.73%, son utilizadas las sales minerales comerciales, mismas que se han considerado como el tercer grupo necesario en la nutrición animal, siendo también, el que tiene mayor potencial y menor costo para incrementar la producción del ganado (Pacheco, 2020). Las marcas comerciales de mayor manejo en la zona de estudio son sal común de mar, Rumisal®, Magnofoscal®, Fosforisal®. Estos productos son comercializados en bolsas y sacos de 20 a 25 kg los cuales en su mayoría están fabricados con hules gruesos y fibras textiles sintéticas trenzadas de Polipropileno (PP) por lo cual su vida útil es prolongada y el grado de contaminación ambiental es alto ya que no se degradan fácilmente.

#### **6.1.1. Unidad de producción, Subsistema agrícola.**

En algunas unidades de producción bovina (UPP), los productores suelen tener cultivos de granos básicos, ello obedece a la necesidad de proveer alimento en temporadas de escasez de forraje; el cultivo que prevalece es el maíz criollo, debido a que sus principales características se relacionan con la precocidad para obtener grano (90 días) y con la resistencia al estrés hídrico y a las plagas comunes que atacan a la planta. Es una planta de porte bajo a medio (110-150 cm) que aguanta los vientos fuertes de la zona en épocas de nortes. Sus cabezas son cortas con sólo unas pocas filas de granos semi-harina. Tiene la relación cáscara-grano más baja de cualquier variedad mexicana, gérmenes grandes y un contenido de proteína

promedio de 12.7%, uno de los más altos entre las variedades de maíz. (CONABIO, 2010; Cabrera-Toledo et al., 2016).

El cultivo se inicia con la labranza mecánica (90,9%) y el arado tradicional egipcio (9,1%). La siembra se realiza de dos formas: tradicionalmente con tracción animal y humana (68,2%) y con sembradoras mecánicas (31,8%). Debido al corto ciclo de crecimiento del maíz, los agricultores combinan técnicas convencionales (labranza primaria) y tradicionales (labranza secundaria, surco, siembra y deshierbe) para ahorrar tiempo. La fertilización se realiza sólo con nitrógeno, 46 a 69 kg N ha<sup>-1</sup> durante el primer trabajo o al aporque (este tratamiento se logra con dos y tres sacos de urea de 50 kg con 46%N). La mayoría de los productores no utilizan técnicas para preservar la fertilidad del suelo, como lo es incorporar residuos de cosecha y abonar la tierra con estiércol animal.

### **Subsistema Pecuario.**

La ideología prevalente del ganadero es la de preservar las características del bovino criado en la región, ganar resistencia a los ectoparásitos y adaptarlos a las condiciones ambientales actuales, es por ello que, en su mayoría, el ganado proviene de la cruce de razas cebuínas y Pardo Suizo. (Ureña, 2021).

De acuerdo a Marín (2011), el sistema de producción bovino más utilizado en la región es el doble propósito, carne y leche, en el que se lleva a cabo la producción animal de manera más rústica, con bajo uso de mano de obra, aprovechándose la de tipo familiar, con lo que se reducen los costos por pago de jornales. Además, existe un bajo uso de tecnologías y de equipamiento de las instalaciones.

En referencia con esto, la infraestructura se construye con materiales que se encuentran en la región, el cual es característico del sistema doble propósito. Los animales en este tipo de manejo salen a pastorear en toda la superficie del rancho, por lo regular no se realiza rotación de potreros, se alimentan a libre acceso sin restricción alguna. Este tipo de sistema es el más común que podemos encontrarlo en la región del Papaloapan y es el que los ganaderos eligen, ya que los costos de operación son bajos, obteniendo aumentos significativos de peso vivo y leche en sus animales en la temporada donde hay mayor precipitación que son los meses de junio hasta noviembre (Velasco, 2021).

### **Subsistema Sanitario**

En un estudio realizado por Velasco (2021) se demostró que los productores de ganado bovino de la zona, llevan a cabo un plan sanitario desde que los becerros nacen, este incluye la identificación del animal, descorné, control de endoparásitos, ectoparásitos y vacunaciones, las cuales mantienen al hato bajo control de las enfermedades infecciosas más comunes; septicemias, brucella abortus, tuberculosis. Sin embargo, el control sanitario en la localidad se realiza básicamente por los productores ya que un simple ejercicio de observación permite al ganadero identificar y resolver situaciones frecuentes, aun y cuando en ocasiones se cuenta con el apoyo técnico de médicos veterinarios. Ello explica los programas de vacunación y control de otras enfermedades cuya prevención y control son responsabilidad de los propios ganaderos.

### **6.1.2. Productos (carne, leche y queso).**

#### **Carne**

La mayoría de los carniceros compra las reses en pie, sea toro, vaca o novillona en el corral del rancho con los ganaderos de la región, específicamente en las comunidades de: Loma Bonita, Arroyo Metate, San Benito Encinal, El Desparramadero, La Fuente, Buena Vista, Obispo, Guadalupe Victoria, Mixtán, El Mirador o San Felipe. Pero es necesario que antes de realizar la compra-venta del semoviente el tablajero revise la calidad cárnica del animal, lo que de manera general se hace partiendo con la revisión de la condición corporal y la edad. Se examinan los huesos de la cadera, la complexión de la cara, las costillas, los cachos y los dientes.

Cuando se termina la evaluación y el animal cumple con las condiciones de calidad, en escala de flaco, regular, gordo y supremo, se lleva a cabo la transacción, en efectivo con moneda nacional en el rancho del proveedor y es el carnicero quien se debe encargar de trasladarla para el sacrificio que posteriormente es realizado en el rastro municipal de Loma Bonita.

Por lo general el carnicero local, mata reses los lunes y los sábados. Sólo en caso de que previamente se adquiriera un animal chico o las ventas en mostrador sean buenas entonces se sacrifica los miércoles, aunque esto depende de cada carnicería y del mercado. Posteriormente la carne en canal es transportada por una camioneta hacia la carnicería, en transporte propio del carnicero y/o hay dos prestadores del rastro que ofrecen este servicio y se les paga flete por el acarreo y

en ocasiones la matanza animal. Debido a los costos y al tipo de equipamiento del transporte varios carniceros suelen pagar por este servicio. Las camionetas cuentan con un camper grande de aproximadamente metro y medio con ganchos para colgar las canales, lo cual es muy recomendable ya que permite el escurrimiento. Además, los carniceros llevan tinas o rejillas grandes donde el transportista coloca el resto de la carne. Durante el trayecto la carne se limpia y se seca con el trapo limpio y ligeramente húmedo.

Una vez en la carnicería, el tablajero debe escoger las piezas de carne para producir los diferentes cortes para que sean vendidos luego al detalle. Por lo general, la carne contiene huesos que no son fáciles de cortar, por lo que se debe utilizar una sierra circular: La más utilizada es una de altas revoluciones por minuto (entre 1.800 a 2.200 revoluciones por minuto) y que pueda vencer fácilmente la dureza del hueso. Debido a que la carne llega caliente es necesario prender un ventilador y se pone en los ganchos para que se enfríe. La finalidad de refrigerar las carnes es evitar su deterioro por acción de los microbios existentes en el aire. Cuanto más pronto se realice el enfriamiento de la carne menos posibilidades tienen los microbios de reproducirse. Sin embargo, es necesario tomar algunas medidas para conservar la calidad de la carne. La carne no debe ser congelada, por lo tanto, la temperatura del refrigerador debe ser menor a  $-1.4^{\circ}\text{C}$ .

Por otra parte, la carne no debe ser colocada en pilas uno sobre otro. Por lo general, cuando se coloca la carne de esta forma, la sangre aún contenida en las piezas colocadas abajo, se escurre reduciendo la calidad de la carne. Cambia el color de

la superficie a un rojo más oscuro y la textura de la superficie se convierte rugosa por la pérdida de agua.

Éste es el último paso, donde la carne se pasa a las respectivas neveras o congeladores para ser comercializadas o vendidas. El carnicero realiza los cortes necesarios para efectuar la venta al por menor. Es muy importante transmitir imagen de variedad, calidad y limpieza. Por ello, se debe exponer la mayor variedad posible de productos cárnicos clasificándolos y colocándolos de un modo ordenado en la zona de mostrador y en las vitrinas frigoríficas. Se cortan: chuletas, bistecs, carne en piezas para guisar, chamberete, hueso para sopa, costilla cargada, falda para tacos, carne molida, carne preparada (tasajo), vísceras, hígado y/o mondongo. Todo ello se pone en exhibición hasta que se realiza la venta.

En caso de que no se venda toda la carne en el día, ésta se mete al refrigerador y se saca al día siguiente. Sin embargo, no es muy recomendable repetirlo por muchos días por lo que el carnicero debe reforzar sus estrategias de venta o bien ofrecer la carne a los taqueros locales.

## **Leche**

Una característica importante de la ganadería en Loma Bonita es la flexibilidad de su función zootécnica, al producir leche a través del ordeño de las vacas paridas y carne cuando los becerros son destetados, actividad que se lleva a cabo cuando cumplen 7 meses de vida. Este sistema contribuye con cerca de un tercio de la leche líquida que se consume en México (INIFAP 2002 citado por Martínez *et al.*, 2012).

En un estudio realizado por Martínez y colaboradores en la zona de la presente investigación (2012) se afirma que: el ordeño del hato y otros trabajos en la unidad de producción generalmente los realiza el productor con la ayuda de al menos una persona en turnos de seis horas, de 5 a. m. a 11 a. m., todos los días durante todo el año. La mano de obra empleada, para esta tarea es en su mayoría (76,8%) familiar; sin embargo, para cubrir el resto de trabajadores se emplean jornaleros locales que son contratados semanalmente y no están afiliados a los dueños del rancho. En este tipo de producción, conocido como rejeguería la mayoría de los animales se ordeñan una vez al día de forma manual dejando un cuarto de ubre sin ordeñar. La producción de leche se estimula con el apoyo de los terneros y, a veces, con la ayuda de hormonas administradas vía inyección a la vaca. Después del ordeño, la vaca se libera para que el cuarto restante sea succionado por el ternero. El ordeño suele comenzar a las 6 de la mañana y dura unas 3 horas. La producción media por vaca es de 6,2 litros de leche al día. Esto da como resultado un aporte de 1,300 litros por vaca, a lo largo de su ciclo productivo con una duración media de 210 días en promedio, mientras los terneros son destetados para la venta o engorde en la explotación. Sin embargo, a pesar de que la higiene es un hábito recomendable antes de realizar la ordeña, se resalta que sólo un 13.3% de los productores lava las ubres, y de estos sólo un 10% las seca. Mientras que al finalizar la obtención de la leche únicamente, el 3.3% sella los pezones de las ubres con solución desinfectante a base de yodo, práctica común en el ordeño mecánico.

## **Queso**

En la comunidad de Loma Bonita, los productores manejan a los bovinos desde la extracción de leche hasta la entrega de la misma. Por lo general el productor lleva el líquido hasta la puerta del recaudador del lácteo, mientras que otra forma es cuando el comprador recoge la leche en la puerta del rancho del productor, en la sala de ordeño o en un lugar acordado. Todo esto es para la obtención por procesamiento del queso fresco o jarocho y el quesillo o queso tipo Oaxaca; para el cual se requieren un promedio de entre 7 y 10 litros de leche para obtener 1 kg de queso fresco y 1 kg de quesillo. Los revendedores son aquellos comerciantes locales que adquieren el queso fresco y queso de hebra a las queserías ubicadas dentro de la región, consiguiendo venderlos en menudeo al consumidor final, dentro este grupo de negocios podemos encontrar tiendas de abarrotes o pequeños comercios especializados en la venta de lácteos y la venta de otros productos como carne de pollo, de res, frutas y verduras (Martínez *et al.*, 2013).

### **6.2. Fase 2. Delimitación de objetivos que responden a la detección de determinados síntomas**

La fase 2 del método consiste en identificar la problemática ambiental que produce la explotación de ganado bovino en sus tres ejes (cadena de suministro, producto y empresa) y en función de ello proponer objetivos que contribuyan a la creación del modelo. En este apartado se enumeran los objetivos propuestos y se describe el

alcance del problema, mismo que fue identificado mediante el proceso de entrevistas a expertos en ganadería y a productores pecuarios.

### **1. Preservar el capital natural.**

El capital natural en la ganadería en estudio implica una gran variedad de recursos disponibles, sin embargo, para acotar la problemática en este caso sólo se hace referencia a la problemática erosión de suelo y a pérdida en la biodiversidad, específicamente a la fauna silvestre local.

En el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, **la erosión del suelo** se presenta en todas las unidades de producción visitadas; a través de la observación directa fue posible identificar todas fases de erosión mencionadas en la literatura, siendo las más frecuentes la erosión laminar fase 1 y fase 2. Una revisión más exhaustiva fue la realizada por Velasco (2021) quien realizó un estudio sobre indicadores ambientales en 3 sistemas de producción bovina en el municipio, en éste se muestra que dentro de sistema productivo de doble propósito se encontraron “daños por salpicadura”, refiriéndose a los lugares en los cuales los animales se recuestan para descansar y protegerse del sol. Además, también encontró sobre-flujo en el 25% de la superficie, originado principalmente por caminos definidos que son transitados por los animales para moverse entre las zonas de descanso, alimentación y ordeña. Finalmente, entre las prácticas defectuosas que observó, encontró zanjas, barreras vivas y barreras muertas, la mayoría de estas prácticas no son las apropiadas para poder contrarrestar los efectos y consecuencias del proceso de erosión.

La degradación y fragmentación de los suelos impactan en **la diversidad de especies** y sus procesos ecológicos ya que inciden directamente sobre su hábitat. La ganadería extensiva provoca consecuencias que afectan a la sociedad, a los ecosistemas y las comunidades biológicas. Los cambios en la distribución de animales y el incremento del riesgo de extinción de especies, especialmente las que requieren de hábitats con determinadas características, resultan especialmente críticos para el cuidado ambiental.

Kido et al. (2019) llevaron a cabo un estudio sobre fauna que se desarrolló en el municipio de Loma Bonita, el estudio tuvo dos fases, en la primera hicieron una amplia revisión bibliográfica para determinar el número de especies que había tenido presencia en la región, encontrando un total de 88 especies que clasificaron en aves, reptiles y mamíferos. Sin embargo, determinaron que de esas 88 especies sólo 78 aún tienen presencia en la zona y 10 existieron en el pasado. Dentro de la fauna que ya no se observa se encuentran: del grupo de aves: espátula rosada y cigüeña; del de reptiles: culebra índigo, culebra de vientre punteado y culebra cordelilla chata, y del de mamíferos: ocelote, pecarí de collar, venado temazate, tigrillo, nutria y Agouti negro. Aun y cuando no es posible atribuirle a la ganadería esta pérdida en especies, cabe mencionar que entre los entrevistados se encuentran los ganaderos de la región quienes declararon que antes veían en su zona de trabajo estos especímenes y ahora ya no, lo que se explica por qué la actividad ganadera ha desmontado áreas selváticas para establecer potreros con praderas para pastoreo de los rumiantes como bovinos, borregos, cabras y no rumiantes como el caso del cerdo pelón y equinos de trabajo de los ranchos.

## **2. Usar energía renovable.**

La energía consumida en los sistemas agropecuarios proviene del trabajo humano y animal, de la materia orgánica, los insumos industriales y del sol. Parte de ésta se transforma en producto, y el resto se pierde en el proceso (Funes *et al.*, 2009). La producción agropecuaria en la zona de estudio, se basa en sistemas tradicionales, lo cual conlleva a que en la mayoría de ocasiones se invierta mucha más energía de la requerida para el buen funcionamiento del sistema. Actualmente en Loma Bonita, Oaxaca se requieren aportes de energía fósil y eléctrica en todas las etapas de la producción, como el uso directo de la energía en maquinaria agrícola, extracción de agua de riego y bebida, operaciones de establecimiento y mantenimiento de los cultivos, equipo agrícola para cosecha, transporte para traslado de animales, alimentos y la infraestructura y equipo para conservación de los productos.

## **3. Promover la circularidad y longevidad del producto.**

### **a) Carne**

En entrevista, los carniceros locales aseguraron que una vez que la carne llega a la carnicería, el dueño escoge las piezas de carne para generar los diferentes cortes y así lograr su posterior venta a detalle. Debido a que la carne llega caliente es necesario prender un ventilador y colocarla en los ganchos para que se enfríe. Regularmente, la carne que no se vende el día que llega, se guarda en los congeladores, donde puede permanecer como máximo por 3 ó 4 días. Lo más recomendable es tener clientes para lograr la venta lo más rápido posible, pero en

caso de no conseguirlo y evitar pérdidas los carniceros optan por comercializarla como carne molida o venderla a un precio más económico a los taqueros de la comunidad.

Los desechos tales como pellejos, huesos y grasas son eliminados en contenedores con pedal, los carniceros afirman que ellos se aseguran de que no causen malos olores mientras se encuentran dentro del establecimiento, por lo que es importante que los tiren cada día al finalizar la jornada. Esto lo realizan las personas encargadas de recoger la basura de manera particular, en la zona suelen ser individuos autorizados por el ayuntamiento y generalmente usan una carreta con un animal de tiro para ello. Estos pepenadores van recolectando en carnicerías y tiran los desechos cárnicos en el basurero municipal al aire libre sin ningún tipo de tratamiento para los residuos orgánicos (pellejos, vísceras y huesos) y van revueltos con el resto de basura doméstica que tira la comunidad con destino al basurero.

## **b) Leche**

La comercialización de leche se realiza por 3 vías; 1) ambulante: el productor lechero va directamente con el consumidor a su domicilio y entrega el producto, esta entrega se hace en botellas de plástico que después son desechadas por el comprador final; 2) por consignación a queseros: el producto se entrega el mismo día en contenedores, ya sea en el rancho o en puntos de caminos cercanos y 3) venta a empresas procesadoras como Liconsa o Nestlé, las cuales tienen centros de acopio y tanques de enfriamiento.

Es debido a esta forma de comercialización que la leche no genera muchos residuos sólidos, estos se circunscriben a los envases, que para este caso son las botellas de plástico, las bolsas y los envases tetra pack para el caso de las zonas urbanas.

Cabe señalar, que en el caso de Liconsa o Nestlé algunos grupos de productores deben depositar la leche en cisternas refrigerantes. Ésta se enfría a 4 °C, para evitar la generación de bacterias, hasta que las pipas de recolección pasan por ella. La limpieza de estos contenedores debe hacerse periódicamente ya que suelen acumular grandes cantidades de grasa. Esto se debe a que el vaciado del tanque se hace por la parte inferior del mismo provocando así un desnatado parcial del producto que posteriormente es difícil de remover. De esta manera, se genera como residuo grandes cantidades de una mezcla de agua y grasa, lo cual generalmente es aprovechada por animales de traspatio como los cerdos.

### **c) Queso**

La industria del queso en Loma Bonita vende sus productos en el mercado local. Las queserías son artesanales y se ubican en la localidad. En este estudio se identificaron 15 personas dedicadas a esta actividad. Se entrevistó a la Sra. Paulina, cuando se le cuestionó sobre el proceso de producción, dijo que el suero se desecha directamente por el drenaje, siendo éste el efluente que mayor contaminación provoca durante la producción. De acuerdo con Carrillo (2007), es aconsejable que los sueros no sean vertidos directamente al cauce ya que contienen una gran cantidad de lactosa y proteínas, lo que provoca incrementos en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Si las aguas residuales se mezclan con sustancias

como grasas o aceites, su contaminación aumenta debido a que el incremento en la concentración de DBO incide en el contenido de oxígeno disuelto y subsecuentemente en el deterioro de los ecosistemas acuáticos. No obstante, otra productora, la Sra. Lucia, dijo que vendía el lactosuero. Es relevante destacar que en Loma Bonita el suero, subproducto lácteo, tiene muy buena aceptación por los criadores de cerdos y para becerros destetados en la zona, lo que da un valor agregado de la leche al queso.

En un estudio realizado por Valencia *et al.* (2009) estimaron que para producir 1 kg de queso se necesitan aproximadamente 10 L de leche de vaca, misma cantidad que la reportada por Martínez (2012) para la producción de 1 kg de quesillo, y esto produce en promedio 8 kg de suero. Dicho subproducto contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de la leche: 95 % de lactosa (azúcar de la leche), 25 % de las proteínas y 8 % de la materia grasa de la leche.

Finalmente, los residuos sólidos contaminantes fueron las bolsas de plástico en las que se comercializan los diferentes tipos de quesos.

#### **4. Rediseñar la salida de residuos.**

##### **a) Desechos del sacrificio del ganado**

Loma Bonita cuenta con un rastro municipal para el sacrificio de los animales mismo que opera de lunes a viernes en un horario de 6 a 10 de la mañana y los sábados de 5 a 10 am. Éste es rústico y no se mantiene en buen estado de conservación y ni de funcionamiento de las instalaciones y equipos. Existe un médico veterinario

responsable de la inspección sanitaria por parte de la federación y un inspector municipal que es encargado de verificar la procedencia y facturas de compra venta con pagos correspondientes de matanza municipal. El sacrificio, aliñado y limpiado de vísceras se realiza sobre el piso y es el carnicero quien debe vigilar que se lleve a cabo sobre la piel de animal para que la carne no toque en ningún momento el suelo y se contamine. También es responsabilidad del tablajero contratar los servicios de las personas que van a realizar tanto el aliñado como la limpieza, estas actividades se hacen por separado con personas dedicadas a estos oficios por generaciones.

Una vez terminado el proceso, el carnicero retira la carne y la sangre para trasladarlos a las carnicerías locales. Siendo los trabajadores del rastro, 4 personas, los que se encargan de la limpieza y desechos.

El M.V.Z Alfredo, quien es el encargado del rastro municipal en el periodo 2022 al 2024 de Loma Bonita Oaxaca, nos indicó que los subproductos como lo son huesos, piel, suero fetal bovino (en caso de que la vaca este gestante) y cálculos biliares, son comercializados por los trabajadores que laboran con él a compradores ajenos al rastro. En el caso de la piel retiran todo el cebo, curten la piel con sal y la almacenan para que pasen los compradores por ellas; el cebo retirado de la piel es colectado para su conservación y posteriormente se vende a otro comprador; el suero fetal bovino es extraído al momento del sacrificio y con ayuda de tubos de ensayo con anticoagulante se conserva donde de igual manera será almacenado; los huesos son congelados para su conservación y posteriormente cuando la

persona encargada de adquirirlos llega se realiza la venta. Los cálculos biliares son almacenados y también comercializados. Dichos compradores llegan por los subproductos al rastro los días 15 y 30 de cada mes. Como puede apreciarse en todos estos subproductos se están aplicando ya los principios de las estrategias de economía circular pues se convierten en insumos para otros productos a elaborar.

Sin embargo, lo que sí es desechado y de manera inapropiada en el rastro después del sacrificio de las reses son las orejas, los fetos en caso de que el animal este preñado, la punta de la cola, los cuernos y pezuñas, dichos desechos son colectados en un tambo, donde posteriormente son depositados al basurero municipal de Loma Bonita Oaxaca e incluso se observó que algunos de ellos terminan dentro de los terrenos del rastro (Véase figura 5).



**Figura 5. Residuos en el rastro municipal de Loma Bonita, Oaxaca**

El rastro municipal es administrado por la regiduría de salud del municipio de Loma Bonita y no depende de las asociaciones ganaderas locales. Los ganaderos en la región en ocasiones sacrifican los vientres y sementales que han cumplido su objetivo productivo con el fin de dar valor agregado a los animales comercializando los productos y subproductos cárnicos en la comunidad o asociados con carniceros locales, lo que es indicativo de una mejora económica en el precio de los animales y no tanto en el control de actividades de control ambiental y buenas prácticas de manejo animal dentro del rastro municipal.

#### **b) Residuos peligrosos**

Los desechos de fármacos y agroquímicos utilizados en la ganadería de Loma Bonita se encuentran dentro de las fuentes importantes de contaminación, ya que una vez terminado o suspendido el tratamiento médico y/o las labores agrícolas los sobrantes, junto con los medicamentos y líquidos caducos son vertidos directamente al drenaje casero o tirados en los contenedores de residuos sólidos urbanos. Estos productos en la mayoría de ocasiones son antibióticos, hormonas, analgésicos, tranquilizantes y/o herbicidas.

Los antibióticos, así como los productos con propiedades antibacterianas, antivirales, desinfectantes o secantes son agentes generalmente muy solubles y a menudo tienen una baja biodegradabilidad, por lo que son contaminantes ambientales biológicamente activos y su manejo y disposición final inadecuados pueden generar un impacto ambiental negativo sobre ecosistemas terrestres y acuáticos (Quesada-Peñate *et al.*, 2009, Fatta-Kassinou *et al.*, 2011).

### **c) Bolsas de empaque de alimento y suplemento**

Otro residuo generado por la ganadería son los empaques de alimentos comerciales al igual que el de sales minerales utilizadas para la suplementación de los bovinos, dichos empaques llegan a tardar varios años en degradarse, lo cual repercute en el planeta, todo esto ha causado que se generen alternativas para alargar su vida útil, entre ellos se encuentra el reutilizarlos para guardar maíz otra opción podría ser generar un centro de acopio para poder incorporarlos con una planta tratadora la cual a través de ellos pueden realizar rafia, o nuevos costales después de que su vida útil haya concluido.

### **5. Optimizar de valor.**

Los bovinos tienen un sistema digestivo que puede aprovechar el material fibroso y transformarlo en alimentos de alta calidad nutricional, entre ellos carne y leche. Pero este mismo sistema digestivo también genera metano por sus características innatas. La producción de metano de los rumiantes está influenciada por una variedad de variables, incluyendo el consumo de alimento, la composición de la dieta, la digestibilidad, el procesamiento previo del alimento y la frecuencia de alimentación (Carmona *et al* 2005).

### **6.3. Fase 3. Recoger posibles propuestas de solución (Apertura a todos los puntos de vista existentes en relación a la problemática y objetivos definidos)**

La fase tres es la etapa final de este proyecto, misma que concluye con la propuesta de un modelo de economía circular que sea viable y aceptado por los ganaderos

locales. A continuación, se presenta el modelo global sugerido por los expertos y la literatura (Figura 6) y posteriormente la disposición del productor a adoptar estrategias de economía circular. Al ser éste el principal agente de cambio es necesario que acepte el modelo.

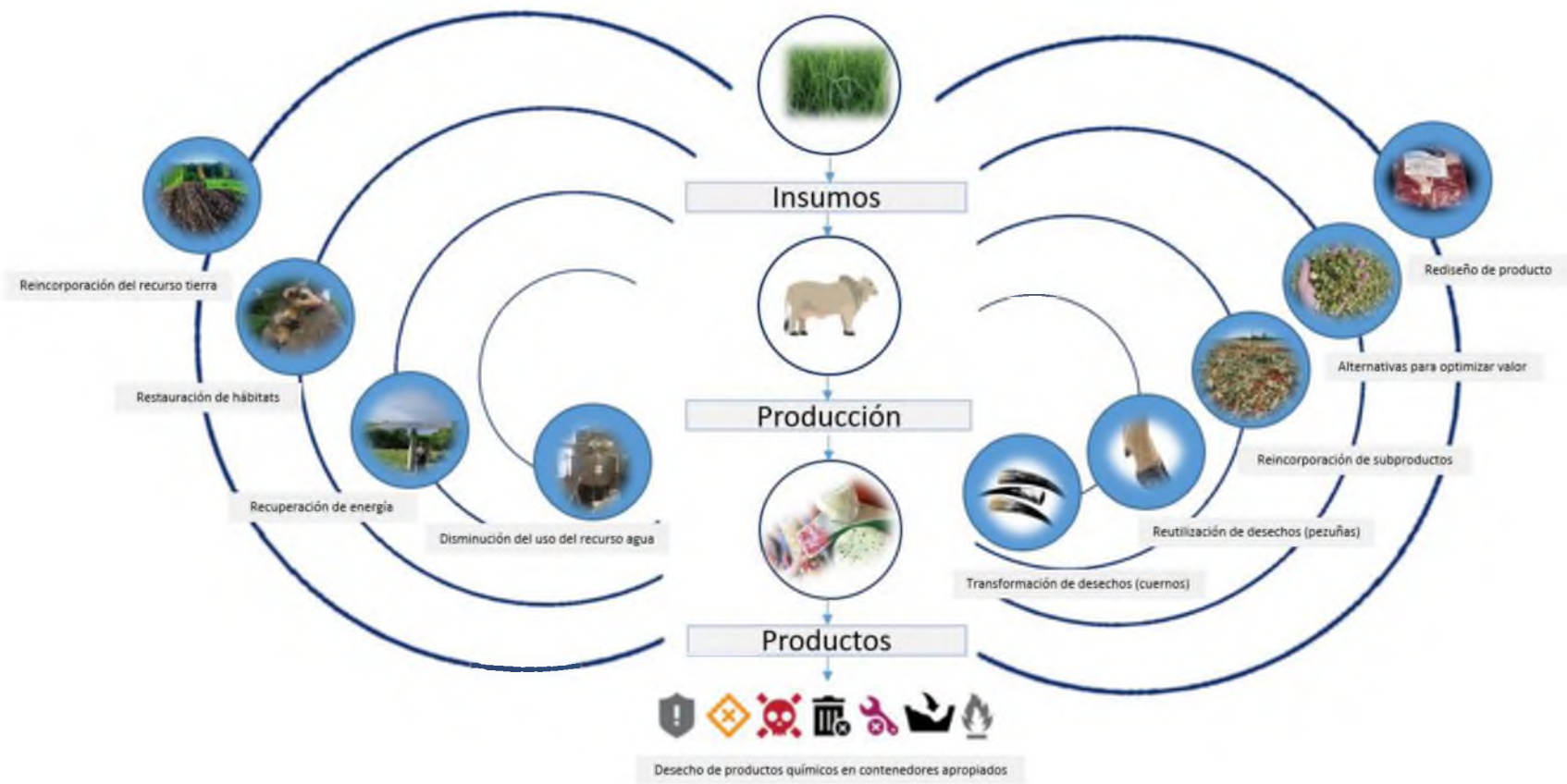


Figura 6. Modelo de economía circular para la ganadería bovina doble propósito

**6.3.1. Estrategias de economía circular para erosión de suelo.** En este apartado se enlista cada una de las propuestas que se sugieren para el objetivo 1 **preservar el capital natural.**

**1) Contar con praderas que tengan pastos bien establecidos con persistencia perenne durante todo el año.**

“La erosión no suele presentarse cuando se cuenta con recursos forrajeros que sean perennes, esto se debe a que estos tienen cobertura total, cabe mencionar que es necesario evitar el deterioro del recurso, esto puede suceder: por mal manejo, por quemas accidentales o por inundación en terrenos bajos” (experto 1). Esta idea es respaldada por Anomale et al. (2016) quienes aseguran que las praderas perennes pueden ser de gramínea o alfalfa y cumplen con un doble objetivo; la producción de alimento para ganado y la recuperación de suelos. Por su parte, Muñoz y Rodríguez (2013) probaron 12 variedades de especies perennes de pastos forrajeros y sus resultados muestran una reducción importante en erosión, así como un incremento en la fertilidad de los suelos. Finalmente, Demanet (2019) recomienda la variedad perenne *Festuca arundinacea Schreber*, el autor asegura que, aunque es de lento establecimiento, una vez establecida forma pasturas densas y persistentes y posee una rápida capacidad de rebrote.

**2) Establecer sistemas silvopastoriles**

“Una de las características de los sistemas silvopastoriles es su capacidad de prevenir la erosión, puesto que suelen conservar el suelo. Además de que permiten una diversidad de nutrientes al animal a causa de la combinación de pastos y

arbustos o leguminosas los cuales aportan gran cantidad de proteína, otra razón es que son altamente apreciados por su aporte de madera, la cual es usada para la infraestructura básica de la explotación pecuaria y algunas especies maderables utilizadas para muebles. Para lograr un buen establecimiento del sistema se deben tomar en cuenta que los arbustos para esta zona son guásimo (*Guazuma ulmifolia*), mulato (*Bursera simaruba*), muchites (*Pithecellobium dulce*), cocuites (*Gliricidia sepium*), guaje (*Leucaena leucocephala*), y pino blanco (*Pinus strobus*). Para contar con una cobertura alta se requiere de robles (*Quercus robur*), nacastes (*Enterolobium cyclocarpum*), cedro (*Cedrus*), macaya (*Placea amoena Phil*), moral (*Morus nigra*), huachilote (*Parmentiera edulis*), primavera (*Roseodendron donnell-smithii*), amates (*Ficus insipida*), sauce (*Salix babylonica L*), melina (*Gmelina arborea*) y palmas de coyol (*Acrocomia aculeata*) los cuales deben ser usados de forma intercalada dentro del potrero y como cercos vivos tomando en cuenta que siempre deben ser establecidos en las orillas de los cuerpos de agua, todo esto nos da como resultado microclimas por los diferentes estratos arbóreos y cobertura vegetal en el terreno, además de considerarse un ambiente de confort para los animales que pastorean dentro de este sistema” (experto 1).

“Un sistema silvopastoril, además de cuidar el medio ambiente busca diversificar los productos obtenidos, ello hace que el productor tenga mayores ingresos y que el sistema presente más beneficios que desventajas, ya que el tener muchos árboles en la UP no requiere de grandes gastos y más si seleccionas bien las especies que plantarás” (experto 6). Concordando con los expertos, Nair et al (2009), citado por Alonso (2011), afirma que los sistemas silvopastoriles son también una opción para

revertir los procesos de degradación de los pastizales, ya que brindan una vasta protección física del suelo y contribuyen a la recuperación de la fertilidad gracias al establecimiento de leguminosas las cuales fijan el nitrógeno al suelo.

### **3) Siembra de árboles que no tiren sus hojas en temporada crítica**

“La utilización de arbustos y árboles como *Bursera simaruba* (mulato), *Leucaena leucocephala* (guaje), *Gliricidia sepium* (cocuite), *Hibiscus rosa-sinensis* (tulipan) *Parmentiera edulis* (huachilote), *Platea amoenaPhil* (macaya), *Gmelina arborea* (melina), aparte de aportar proteína a la alimentación del ganado vacuno reducen la gota de lluvia debido a que no pierden sus hojas en temporadas críticas, también algunos resisten humedades altas y ayudan a mantener el agua fresca (sauce, amate, nacaste, melina y macaya) y pueden ser utilizados como cercos vivos” (experto 5). Es de reconocer por los ganaderos locales la contribución a la diseminación de semilla de árboles, arbustos, palmeras y gramíneas que escapan a los procesos digestivos de los rumiantes lo que contribuye a la recuperación forestal y cobertura forrajera de áreas donde pastorean y descansan los animales.

Según Ortega (2013), para que un árbol o arbusto sea forrajero, debe poseer ventajas nutricionales, productivas y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. Entre las características principales debe aumentar la producción de los animales cuando estos lo consumen, tolerar la poda y tener un rebrote vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área. En este sentido, existe una gran variedad de plantas con potencial de uso para la implementación de arreglos en SSP que van desde

sistemas simples como los árboles dispersos en potrero, a orillas de cuerpos de agua y las cercas vivas, hasta sistemas intensivos más complejos con alta densidad arbórea o arbustiva para el ramoneo directo (Uribe et al,2011).

**6.3.2. Estrategias de economía circular para fauna silvestre.** Para la problemática relacionada con la disminución de la fauna, también contemplada dentro del objetivo 1, **preservar el capital natural**, se propone:

**1) Mantener o reactivar conectividad**

“Sembrar árboles para que los animales puedan moverse o trasladarse en la sombra para no aislarlos, ya que uno de los grandes problemas de las practicas agropecuarias es la fragmentación del hábitat. Si el ganadero establece árboles hace corredores de manera que se puedan mover tanto las especies voladoras como las terrestres, así se hace un poco más sostenible ya que de alguna manera no afecta tanto la estructura del hábitat” (experto 2).

De acuerdo con el Departamento del Medio Ambiente de Bizkaia (BFA, 2015), la diversidad especies depende de los ecosistemas en que habitan, sin embargo, la estructura se ha ido deteriorando a lo largo de los años por lo que se hace necesario la reestructura de los hábitats centrada en los procesos de conectividad. Según Jardel (2015), la conservación de lo biodiversidad es fundamental el mantenimiento de los hábitats para ello es necesario seguir dos principios: a) mantener la conectividad y b) mantener la heterogeneidad del paisaje. Cabe señalar que tanto los expertos entrevistados como los autores citados recomiendan como prioritario: “Establecer un sistema de monitoreo de fauna silvestre para tener un listado de que

especies hay, cuando están, sobre qué tiempo e incluso en que parte del rancho, para a partir de ahí calificar si la fauna es nociva o neutral, ya que en fauna silvestre hay algunas que pueden ejercer un efecto dañino” (experto 2).

## **2) Establecer un sistema de ganadería regenerativa**

“Considero que una de las principales estrategias que los productores de las UP que deberían implementar es la alternativa de la ganadería regenerativa, ya que esta busca que el suelo sea más fértil restaurando los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos de los ecosistemas, al hacer esto se pueden introducir más especies vegetales que servirían como albergue para la fauna silvestre” (experto 6). La ganadería regenerativa es adaptable a las características particulares de todo lo que compone el sistema de producción, por ende, es una propuesta que permite generar rendimiento económico, por el incremento en su capacidad de carga y la conservación de ecosistemas se conserva las franjas protectoras de las distintas fuentes hídricas presentes, propiciando la conservación y el incremento de la fauna silvestre (Flores, 2023).

## **3) Disminución del uso indiscriminado de agroquímicos y fármacos que afecten a la fauna del suelo**

“Reducir la cantidad de agroquímicos y fármacos debido a que estos afectan directamente a la fauna del suelo lo que repercute en que los ciclos del suelo no se puedan restaurar de manera apropiada” (experto 6).

Debido al uso excesivo de Ivermectina (fármaco de amplio espectro), su residualidad en las heces del ganado genera un desequilibrio en la descomposición natural de esas deyecciones, de las cuales se obtiene el abono para el suelo y el crecimiento del forraje para el ganado. Su protagonista, el escarabajo, quien realiza el importante proceso de descomposición y transformación de estos desechos, con el uso excesivo de ivermectina se ve alterada su capacidad locomotora y sensorial, interrumpiendo la simbiosis entre la materia fecal, la planta y el suelo, la pérdida de los nutrientes además de los microorganismos e insectos que en el suelo habitan e interactúan, presentan un desequilibrio ambiental enorme, mencionado por Molina y Lozano (2016).

Torres y Capote (2004), afirman que el principal efecto del uso de agroquímicos en la biodiversidad vertebrada es la disminución de las poblaciones por envenenamiento secundario y agudo; las poblaciones no afectadas de manera directa, evidencian problemas de envenenamiento crónico, manifestando consecuencias a nivel ecológico individual. Sin embargo, es aún incierta la predicción de los daños que puedan seguir ocasionando los agroquímicos sintéticos en el ambiente debido a su persistencia y a la interacción entre los diferentes compuestos.

Cabe señalar que ante esta problemática tanto los expertos como la literatura hacen especial hincapié en que además de implementar las estrategias es necesario atender actividades de educación ambiental a todos los implicados dentro del área ganadera.

**6.3.3. Estrategias de economía circular para reducir el uso del combustible fósil.** Para esta problemática detectada inmersa en el objetivo 2, **usar energía renovable**, se formulan las siguientes estrategias:

**1) Implementar un consumo energético híbrido**

“Usar un porcentaje reducido de energía fósil y el resto usar energía solar mediante paneles solares, ya que en la región son una buena opción para el alumbrado general, el suministro de agua usando bombas hidráulicas eficientes, guardando la energía en baterías, los equipos de oficina (computadoras, impresoras, entre otras) pueden operar con una buena cantidad de paneles instalados” (experto 7). Díaz (2012), recomienda la combinación de fuentes de energía ya que a partir de ello es posible obtener mayor calidad energética y además se depende menos de factores como clima o disponibilidad de combustibles. Cabe señalar que los expertos entrevistados como la literatura describen las energías limpias como un sistema para lograr reducir el combustible fósil, pero no para reemplazarlas, de igual manera hacen hincapié en que este tipo de energía no es 100% eficiente ya que las baterías en donde esta es guardada no son de mucha duración y su componente principal es el litio.

**6.3.4. Estrategias de economía circular para el objetivo 3, Promover la circularidad y longevidad del producto**, se formulan las siguientes estrategias:

**1) Realizar el salado, secado y marinado de la carne**

“El salado, marinado y secado podría alargar un poco más la vida útil de la carne, en esta región se vende como cecina” (experto 3). La conservación de alimentos puede eliminar desperdicios en todo el mundo, un método eficaz para llevar a cabo este proceso es la reducción del contenido de humedad ya que esta inhibe y disminuye la actividad microbiana y enzimática, siendo ventajoso para la conservación a largo plazo (López et al., 2020). Yotsuyanagi et al., (2016), citado por Calvo (2019), afirma que una de las funciones tecnológicas que presenta la sal en los productos cárnicos, ya que residen en el efecto bactericida que ejerce, es la extracción de agua de las células de las bacterias.

**2) Considerar los factores ante mortem y post mortem**

“Considerar los factores antemortem y postmortem para poder controlar las características tanto microbiológicas como sensoriales de la carne” (experto 4). De acuerdo con Hernández (2013) existen 3 características determinantes en la calidad de la carne; fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas; Son diversos los factores que pueden incidir en ellas, sin embargo, uno sobre el cual el productor tiene control es el manejo pre-mortem, si se cuidan todas las actividades que lo componen como traslado, tiempo de espera y aturdimiento entonces se obtendrá una mejor calidad de la carne y con ello una vida más prolongada de anaquel.

**6.3.5. Estrategias de economía circular para el objetivo 4, Rediseñar la salida de residuos**, se formulan las siguientes estrategias:

**1) Generación de subproductos**

“En la industria cosmetológica se están aprovechando diferentes tipos de subproductos, de los bovinos se usa la grasa extraída ya que con el procesamiento adecuado es posible la obtención de artículos diversos. El residuo obtenido puede ir dirigido, por ejemplo, a la elaboración de jabones por tener una menor calidad” (experto 4). “Los huesos y la sangre extraídos de los bovinos pueden utilizarse como suplementos de la alimentación animal” (experto 3). En un proyecto realizado por el Instituto Tecnológico Superior de Juan Rodríguez Clara (Aguayo, 2022) se describen diferentes procesos para la utilización de los residuos que provienen de frigoríficos, rastros y rastros TIF, donde los usos que se le pueden dar son los siguientes: a) elaboración de cueros de bovino para la fabricación de bolsos, cinturones y chaquetas; b) tratamiento de cuernos de bovinos, para la fabricación de aretes, peines y botones; c) elaboración de fertilizante orgánico con harina de cuernos y pezuñas de bovinos, elaboración de jabón con grasa de bovino, elaboración de gelatina con huesos de bovino y elaboración de harina de sangre de bovino. Por su parte, Beltran y Perdomo (2007) aseguran que las harinas de sangre se utilizan para elaboración de fertilizantes y alimentos como galletas o fideos.

## **2) Comercializar el lactosuero como suplemento alimenticio**

“A través de la liofilización, el lactosuero puede usarse en la industria porcina” Existe evidencia que el calcio del suero lácteo es de mayor biodisponibilidad y se usa suplementos nutricionales en ganado (Poveda, 2013).

**6.3.6. Estrategias de economía circular para el objetivo 5, optimizar el valor**, se formulan las siguientes estrategias:

### **1) Mejorar las condiciones nutricionales**

De acuerdo a Bonilla y Lemus (2012), si se mejoran las condiciones nutricionales del forraje y se implementan sistemas más eficientes de suplementación con diferentes estratos vegetales se logra una disminución en las emisiones de CH<sub>4</sub>. Los autores también aseguran que al mejorar las características de la fermentación ruminal se presenta una mayor productividad. Según Wittenberg (2008), citado por Aguiar y Rojas (2014), una de las mejores estrategias para reducir la emisión de metano en la ganadería de doble propósito es el cambio en la alimentación, por ejemplo, se podría agregar la ingesta de leguminosas modificando así la fermentación ruminal hacia una mayor producción de ácido propiónico.

**6.3.7. Disponibilidad a aceptar el modelo.** En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los productores de bovinos doble propósito sobre su disposición a aceptar las medidas de economía circular propuestas por la literatura y los especialistas. Específicamente se les pregunto si estarían dispuestos a... (Véase cuadro 3).

**Cuadro 3. Disponibilidad a implementar medidas de economía circular**

Estrategia	Sí (%)	No (%)
¿Establecería praderas que cuenten con especies que logren producir durante todo el año y puedan proteger al suelo de la erosión?	100%	0%
¿Estaría dispuesto a implementar praderas que utilicen árboles, que cumplan la función de cerca viva o puedan llegar a ser comercializados como madera?	97%	3%
Contar con arbustos como el tulipán rojo que no tiren sus hojas en temporadas críticas y estos favorezcan de manera proteica a la alimentación del ganado.	90%	10%
Implementar la siembra de árboles para lograr disminuir la pérdida de especies originarias del ecosistema.	97%	3%
Estaría dispuesto a establecer un sistema de ganadería regenerativa como un enfoque sostenible el cual busca restaurar y mejorar los ecosistemas a través de prácticas agrícolas responsables.	93%	7%
Se animaría a evitar el uso excesivo de agroquímicos y medicamentos sustituyéndolos por productos orgánicos para reducir dentro de la unidad de producción los efectos negativos a la fauna del suelo	93%	7%
Reducir el uso de gasolina en los motores de las bombas reemplazándolo por equipo como bombas que utilicen energía solar.	93%	7%
¿Le preocupa cómo afecta el manejo de los animales antes y la manipulación de la carne después del sacrificio?	77%	23%
Sabe que hay subproductos que se comercializan, por ejemplo, la grasa, los cuernos, las pezuñas y los huesos que son generados por la comercialización de la carne bovina.	63%	37%
¿Le parece rentable comercializar dichos subproductos?		
Incluir leguminosas como el guaje,} el pica pica mansa en la alimentación del ganado para poder reducir la producción de metano por parte de los animales.	90%	10%

Los resultados del cuadro 3 muestran una gran disponibilidad por parte de los ganaderos a realizar cambios en su unidad de producción para favorecer al medio ambiente, aunque cabe resaltar que en algunos casos como: el de la estrategia referente a la ganadería regenerativa, establecer pastos resistentes, la utilización de árboles como cercos vivos o arbustos y leguminosas que favorezcan la

alimentación del ganado y la sustitución de agroquímicos por productos orgánicos, un 5% de los productores están realizando una de las estrategias sugeridas, sin embargo la cantidad restante (95%) no están realizando ninguna práctica en sus ranchos.

En el caso de las respuestas negativas altas como la preocupación de la manipulación de la carne y la comercialización de los subproductos generados por el sacrificio de los animales, los entrevistados lo asocian ya sea en algunos casos por falta de interés y por los elevados costos manufactura para dichos residuos.

## 7. CONCLUSIONES

El desarrollo de la ganadería bovina tradicional en la zona de estudio realiza prácticas de economía lineal que dañan el ambiente, de manera puntual se encontró: erosión del suelo por inadecuados pastoreos y malas prácticas de manejo forrajero, reducción en la diversidad de especies de flora y fauna, uso de energías fósil y eléctrica como base de la producción, alta perecibilidad de los productos residuales de plástico, hule, laminas y vidrios, desechos del sacrificio animal en centros de matanza, residuos peligrosos de fármacos y agroquímicos en botellas y bolsas de empaques.

En la academia la sensibilidad y conocimiento del cuidado ambiental es alto. Esto resulta especialmente importante ya que facilita el cambio de economía lineal a economía circular. Se resalta la falta de extensionismo del cuidado ambiental al sector agropecuario, en la región es escasa la concientización de la preservación de los recursos naturales y podemos decir que a veces nula las acciones por parte de autoridades responsables y competentes sean federales, estatales y municipales.

Los principios de economía circular son aplicables a la ganadería bovina en la zona de estudio, lográndose el objetivo de este proyecto: proponer un modelo de economía circular para esta actividad económica.

El modelo completo propone 12 estrategias asociadas a 5 objetivos: Preservar el capital natural de los recursos naturales, usar energía renovable en sustitución paulatina de las tradicionales, promover la circularidad y longevidad del producto

(diseñar, producir y consumir bienes de manera que se minimice el desperdicio y se maximice la reutilización de recursos), rediseñar la salida de residuos propios en el proceso y optimizar valor económico al reducir, reutilizar y reciclar desechos de la explotación pecuaria.

En general los productores rurales locales están preocupados por el medio ambiente ya que el 100% contestó de manera afirmativa cuando se le cuestionó si consideraban importante el cuidado ambiental y el mismo 100% aseguró que efectivamente cree que el cambio ambiental ha afectado sus niveles de producción, en referencia a lo atípico que se presentan los fenómenos climáticos durante el año donde las tierras de temporal y secano necesitan mayor gasto de energía en bombeo, transporte, distribución y almacén para hacerles llegar agua a las plantas y animales, lo que dificulta un retorno económico aceptable.

## 8. RECOMENDACIONES

Las estrategias que mayor aceptación manifestaron los productores fueron mantener o reactivar conectividad de la flora con la fauna, establecer un modelo de transición a ganadería regenerativa, disminución del uso indiscriminado de agroquímicos y fármacos en sus actividades agropecuarias que afecten a la flora y la fauna del suelo, implementar un consumo energético híbrido en el alcance de sus posibilidades de infraestructura y mejorar las condiciones nutricionales de los animales implementando un manejo holístico del recurso forrajero del rancho ganadero, que involucren al conjunto agua-suelo-planta-temperatura ambiental-animal.

Es por ello que si se quiere implementar los principios de economía circular en una explotación bovina de doble propósito en la zona se sugiere que se empiece por estos 3 puntos:

- a) Se recomienda hacer una asignación de costos y beneficios a cada una de las estrategias propuestas que permita priorizar decisiones respecto a su implementación.
- b) Es necesaria la realización de estudios técnicos que identifiquen en qué medida cada una de las estrategias puede reducir el daño ambiental a corto y mediano plazo. De esta manera será fácil convencer con argumentos sólidos tanto a ganaderos y agricultores como a actores claves responsables del equilibrio ecológico de la región (académicos, gobierno e instituciones no gubernamentales).

c) Aun y cuando se detectó cierta sensibilización en los productores agropecuarios de Loma Bonita respecto al daño ambiental latente, se recomienda establecer campañas de educación ambiental, divulgación y extensionismo rural que enfatizen la concientización real y compartida sobre el cuidado e importancia de los recursos naturales a heredar a nuevas generaciones, no sólo dirigida a los productores del campo sino al público en general.

## 9. LITERATURA CITADA

Aguayo, P. M. 2022. Guía para la venta de subproductos de bovinos en Juan Rodríguez Clara, Isla y Azueta. Instituto tecnológico Juan Rodríguez Clara. Documento de trabajo. 38 p.

Aguar Z. E. y Rojas B. A. 2014. Métodos utilizados para reducir la producción de metano endógeno en rumiantes. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/17582>. Consultado el 23 de abril de 2023.

Alberto S.M 2019. Ganadería sustentable: eficiencia y servicios ecosistémicos (II). El economista. Disponible en: <https://www.economista.com.mx/opinion/Ganaderia-sustentable-eficiencia-y-servicios-ecosistemicos-II-20190716-0127.html>. Consultado el 29 de abril del 2022.

Alcubilla L. 2015. De la economía lineal a la circular: un cambio necesario. Disponible en: [https://elpais.com/elpais/2015/10/30/alterconsumismo/1446190260\\_144619](https://elpais.com/elpais/2015/10/30/alterconsumismo/1446190260_144619). Consultado el 26 de abril del 2022.

Alonso J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 45(2):107-115.

Anomale M.V., Peñafort C., Bocco O., Macor L., Bruno M., Bagnis, E. 2016. Recursos forrajeros. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/210-Recursos\\_forrajeros\\_UNRC.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/210-Recursos_forrajeros_UNRC.pdf). Consultado el 5 de octubre del 2023.

Balcázar A. 1992. La ganadería bovina en Colombia 1970-1991. *Coyuntura Agropecuaria*. 34(9). Disponible en :

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3665/2/9695407%20Articulo.pdf>. Consultado el 4 de julio del 2023.

Barragán M.Y.C 2017. Economía circular y desarrollo sostenible: retos y oportunidades de la ingeniería ambiental (Tesis de Ingeniería). Universidad Estatal De Milagro, Milagro, Ecuador. 21p.

Bautista C.A., Etchevers B.J., del Castillo R.F., Gutiérrez C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13: 90-97.

Beltrán F.C., Perdomo R.W.F. 2007. Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el Matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1106&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1106&context=ing_alimentos). Consultado el 15 de diciembre del 2023.

BFA (Departamento del Medio Ambiente de Bizkaia). 2015. Estrategia para la protección, mejora y gestión de la biodiversidad en Bizkaia. Disponible en: [https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO9/Temas/Pdf/Patrimonio\\_Natural/ESTRATEGIA%20BIODIVERSIDAD/Cas\\_Estrategia%20Biodiversidad%20\(Para%20publicar\).pdf?hash=1b7a2215c34381fa97908214ce105d50&idioma=CA](https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO9/Temas/Pdf/Patrimonio_Natural/ESTRATEGIA%20BIODIVERSIDAD/Cas_Estrategia%20Biodiversidad%20(Para%20publicar).pdf?hash=1b7a2215c34381fa97908214ce105d50&idioma=CA). Consultado el 9 de septiembre del 2023.

Bonilla C.J.A., Lemus F.C. 2012. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 3(2):215-246.

Boullón R. 2006. Espacio Turístico y Desarrollo Sustentable. *Aportes y Transferencias, Argentina*.10(2):17-24.

Bravo A.M.B., García R. 2016. Aplicación del sistema de gestión de calidad y el sistema de gestión ambiental basado en las normas ISO en una zona natural andina. *Revista Caribeña de las Ciencias Sociales*. Disponible en <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/08/gestion.html>. Consultado el 25 de abril del 2022.

- Canales C.M. 2006. Metodologías de la investigación social. Santiago. LOM Ediciones; 2006. p. 163-165.
- Cano, G. M. 2021. Recubrimientos activos para alargar la vida útil de quesos (Tesis de maestría). Universidad politécnica de Valencia, España. 47 p.
- Capsavida. 2018. La economía circular, uno de los retos de la ganadería. Disponible en: <https://capsavida.com/blog/la-economia-circular-reto-ganaderia/> consultado el 15 de marzo del 2022.
- Carmona J.C., Bolívar D.M., Giraldo L.A. 2005 El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.18:49-63.
- Carrillo A.J.L. 2002. Tratamiento y reutilización del suero de leche. *Revista Conversus*. IPN, México. 10:27-30.
- Casanellas J.P., Reguerín M.L.A., Claret R.M.P. 2014. Edafología: uso y protección de suelos. Mundi-Prensa Libros. 607 p.
- Castelán V.R.C. 2019. Susceptibilidad ambiental a la desertificación en la microcuenca del río Azumiatla, Puebla, Mexico. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 6:91-101.
- Cerantola, N. 2017. Econcavas evaluación del ciclo de vida. Disponible en: <http://ecologing.es/nicolacerantola@ecologing.es>. Consultado el 9 de octubre del 2023.
- Colmenares A. 2012. Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Revista Latinoamericana de Educación*. 3(1): 102-115. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/116557522/IAP-Joel-Marti-La-Investigacion-Accion-Participativa-Estructura-y-Fases>. Consultado el 5 de mayo del 2022.

- Cruz H.A., Hernández G.A., Enríquez Q.J.F., Gómez V.A., Ortega J.E., Maldonado G.N.M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto mulato (*Brachiaria híbrido* 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(4):429-443.
- Demagnet F.R. 2019. Manual de las especies forrajeras. Osorno, Chile. WATT'S S.A. 268 p.
- Departamento del Medio Ambiente de Bizkaia (BFA). 2015. Estrategia para la protección, mejora y gestión de la biodiversidad en Bizkaia. Disponible en: [https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO9/Temas/Pdf/Patrimonio\\_Natural/ESTRATEGIA%20BIODIVERSIDAD/Cas\\_Estrategia%20Biodiversidad%20\(Para%20publicar\).pdf?hash=1b7a2215c34381fa97908214ce105d50&idioma=CA](https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPTO9/Temas/Pdf/Patrimonio_Natural/ESTRATEGIA%20BIODIVERSIDAD/Cas_Estrategia%20Biodiversidad%20(Para%20publicar).pdf?hash=1b7a2215c34381fa97908214ce105d50&idioma=CA). Consultado el 9 de septiembre del 2023.
- Deschamps S.L., Domínguez V.A.J.A., López.V, García G.M.A., González R.C., Carmona.D., Méndez.G.E., Ortega R.L. 2020. Hacia una Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones en México: una propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/14347>. Consultado el 25 de noviembre del 2023.
- Díaz R.J., Pabón F.L., Pardo G.A. 2012. Sistema híbrido de energía utilizando energía solar y red eléctrica. *Revista Lámpsakos*. 7:69-77. Disponible en: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=613965334005>. Consultado el 18 de diciembre del 2023.

- Dixon J.A., Fallón. L.A. 1991. El concepto de sustentabilidad: sus orígenes, alcances, y utilidad en la Formulación de políticas. *Desarrollo y Medio Ambiente*. CIEPLAN, Santiago de Chile. (2).
- Ellen MacArthur Foundation (EMA). 2015. Hacia Una Economía Circular: Motivos Económicos Para Una Transición Acelerada. Reino Unido. Disponible en: <http://repositorio.ampf.org.ar/greenstone/sites/localsite/collect/economia/index/assoc/D219.dir/hacia-una-ecomomia-circular.pdf>. Consultado el 18 de septiembre del 2023.
- F.A.O sala de prensa. 2006. La ganadería amenaza al medio ambiente. Disponible en: <https://www.fao.org/Newsroom/es/news/2006/1000448/index.html> consultado el 15 de marzo de 2022.
- Flores T.Z., Arenas S.F.A. 2023. Ganadería regenerativa como una alternativa productiva sostenible a través del pastoreo ultra alta densidad. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10567/3461>. Consultado el 12 de octubre del 2023.
- Guevara A.G.P., Verdesoto A.A.E., Castro M.N.E. 2020. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). 4(3): 163-173 Disponible en: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>. Consultado el 5 de mayo del 2022.
- Hernández B.J., Aquino L.J.L., Ríos R.F.G. 2013. Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. *Revista Nacameh*. 7(2):41-64.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias). 2002. Producción y manejo de forrajes tropicales. 1er edición. 443 p.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2018. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-)

[2018/Presentacion%20de%20principales%20%20resultados.pdf](#).

Consultado el 15 de enero del 2023.

Jardel P.E.J. 2015. Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal. Zapopan Jalisco, México. 130 p.

Katherin J.S. 2017. La implementación: economía circular, procesos comerciales y marketing (Monografía de ingeniería) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. 47 p.

Kido, C. M. T., Zuñiga, M. T., Kido, C. A. 2019. Caracterización de la fauna silvestre en Loma Bonita, Oaxaca y su valoración desde la perspectiva local. *Revista de Geografía Agrícola*, 63: 137-159. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.63.07>.

Lacy P. y Rutqvist, J. 2015. Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage. Palgrave Macmillan UK. DOI:10.1057/9781137530707

Larrouyet, C. (2015). Desarrollo sustentable. Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154>.

López V.E.C., Castillo T.M., Pilatowsky F.I., Santis E.L.F., Castillo T.B. 2020. Isotermas de sorción de humedad, calor isostérico y energía libre de Gibbs de las hojas de stevia. *Revista de procesamiento y conservación de alimentos*, 45. DOI: 10.1111/jfpp.15016.

Lorente Saiz, Alberto. 2010. Ganadería y cambio climático: una influencia recíproca. Disponible en: <https://geographos.ua.es/article/view/2010-v1-ganaderia-y-cambio-climatico-una-influencia-reciproca>. Consultado el 15 de marzo del 2022.

- Lorente, A. Ganadería y Cambio Climático: Una Influencia Recíproca. Univ. Alicante. 2010.
- Manrique A., Mendinueta K., Castañeda C. 2017. Ensilado de mango y lactosuero. *Microciencia*. 6:20-37.
- Marín S G L. 2011. Sistemas de Producción Animal I. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. Colombia. 105 p.
- Martí J. 2008. La investigación - acción participativa. Estructuras y fases. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/116557522/>. Consultado el 5 de mayo del 2022.
- Martin N., Adad. I. 2006. Generalidades más importantes de las ciencias del suelo. En: *Disciplina Ciencias del Suelo*. Tomo I. Pedología. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 504pp. Consultado el 1 de abril del 2023.
- Martínez Allier, J. 2005 El ecologismo de los pobres. conflictos ambientales y lenguajes y valoración” Editorial Icaria – Antrazyt. FLACSO. Barcelona.
- Martínez C. 2018. Investigación descriptiva: definición, tipos y características. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva>. Consultado el 5 de mayo del 2022.
- Martínez C. C. J, Cotera, R. J, Kido C. M. T. 2013. Canales y márgenes de comercialización de productos lácteos en Dobladero, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14125584011>. Consultado el 6 de agosto de 2023.
- Martínez C.C.J., Cotera R.J., Abad Z.J. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 30:816-824.
- Martínez D.J.P., y Bustillo G.L. 2008. Los enfoques del desarrollo sustentable. *Interciencia*. 33(5):389-395. Disponible en:

- <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933512>. Consultado el 29 de abril de 2022.
- Martínez H. 2005. La cadena de la carne bovina en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18807/43863\\_55622.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18807/43863_55622.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Consultado el 2 de diciembre del 2023.
- Mendoza B.D. 2019. De una economía lineal a una circular, en el siglo XXI. Disponible en: [https://bdigital.uncuvo.edu.ar/objetos\\_digitales/14316/falappa-fce.pdf](https://bdigital.uncuvo.edu.ar/objetos_digitales/14316/falappa-fce.pdf) Consultado el 22 de abril del 2022.
- Meo A.I. 2010. Consentimiento informado, anonimato y confidencialidad en investigación social. La experiencia internacional y el caso de la sociología en argentina. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales* 44:1-30. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=495950240001>. Consultado el 10 de noviembre del 2023.
- Milera M. 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 17(3):7-24.
- Molina L.D., Lozano L.P. 2016. La desertificación del suelo, aspectos y estrategias de Lucha. *Publicaciones E Investigación*. DOI: [10.22490/25394088.1591](https://doi.org/10.22490/25394088.1591)
- Naciones Unidas (ONU Medio Ambiente). 2006. ¿Cuánto le cuesta una hamburguesa al medio ambiente? Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2018/11/1445211> Consultado el 15 de marzo de 2022.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O). 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Disponible en:

<https://www.fao.org/3/i0680s/i0680s.pdf>. Consultado el 2 de octubre del 2023.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). 2018. Natural Hazards and Climate Variability/Change in Agriculture. Disponible en: [https://wmoom.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve\\_activiyarea/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factiviyarea%2FMassive%20Upload%2FWMOCAgMExpertTeam3%2D1DraftReport%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factiviyarea%2FMassive%20Upload&p=true](https://wmoom.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve_activiyarea/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factiviyarea%2FMassive%20Upload%2FWMOCAgMExpertTeam3%2D1DraftReport%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Factiviyarea%2FMassive%20Upload&p=true). Consultado el 15 de marzo de 2022.

Ortega J.A. 2013. Características nutricionales de algunas leñosas forrajeras. *Abanico Veterinario*. 3(3):42-51.

Ortiz H.S.J. 2019. Modelos empresariales de economía circular en pymes de Cali. Disponible en: <https://docplayer.es/187866814-Modelos-empresariales-de-economia-circular-en-pymes-de-cali-joan-sebastian-ortiz-hermida-directora-del-proyecto-maria-del-pilar-acosta.html>. Consultado el 26 de abril del 2022.

Pacheco, S. J. 2020. Acondicionamiento ambiental y su impacto en bienestar en unidades de producción de leche bovina de Loma Bonita, Oaxaca, México (Tesis de licenciatura). Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca, México. 59 p.

Pérez E.R. 2008. El lado oscuro de la ganadería. *Problemas del desarrollo*. 39(154): 217-227. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&tlng=es). Consultado el 8 de abril de 2023.

Pérez R. Agricultura y ganadería, competencia por el uso de la tierra, México, Ediciones de Cultura Popular. 1986. 285 pp.

- Poveda E. E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad *Revista Chilena de Nutrición*, vol. 40, núm. 4, diciembre-, 2013, pp. 397-403
- Ruíz T.E., Febles G., Alonso, J. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa con leguminosas en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 10(1):3-20.
- Sánchez C.S., Crespo L.G., Hernández C.M., García O.Y. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* y en un sistema silvopastoril de asociado con *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes*, 30(3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942007000300006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942007000300006). Consultado el 12 de octubre del 2023.
- Sánchez G.L., Bermejo L.M., Moreno L.T. 2002. Economía, ganadería y medio ambiente. *Revista Galega de Economía*. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39111218>. Consultado el 12 de abril del 2023.
- Sánchez S.R. 2013. La observación participante como escenario y configuración de la diversidad de significados. Disponible en: [erio.unlp.edu.ar/catedras/mis/wp-content/uploads/sites/126/2020/11/power-sanchez-serrano](http://erio.unlp.edu.ar/catedras/mis/wp-content/uploads/sites/126/2020/11/power-sanchez-serrano). Consultado el 5 de mayo del 2022.
- Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Estudios Municipales, Gobierno del Estado de Oaxaca, Los Municipios de Oaxaca. 2010. Enciclopedia de los Municipios de México. Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F. Disponible en: <https://www.oaxaca.gob.mx/municipios/>. Consultado el 8 de mayo del 2022.
- Simpson. R., Conrad. J. Intensificación de los sistemas de producción bovina en Centro América. ¿Porque y Cuando? Seminario IFS. Producción de Ganado

- de Doble Propósito. Mérida. Yucatán. México. 1.992. Consultado el 5 de abril del 2023.
- Soto M.V.H., Alanís M.J.L., Pech C.J.M. 2019. Un año de observaciones meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria. *Revista biológico agropecuaria tuxpan*. 7(2):2007-6940.
- Torres D., y Capote T. 2004. Agroquímicos un problema ambiental global: Uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Revista científica de ecología y medio ambiente Ecosistemas*. 13(3)2-6.
- Turrent F.A., Timothy A.Wise., Elise G.2012.Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Mexican Rural Development Research Report. 24:1-36. Disponible en: <https://www.bu.edu/eci/files/2019/06/12-03TurrentMexMaizeSpan.pdf>.
- Ureña, C. F. D. 2021. Caracterización de productores de ganado bovino e indicadores indirectos de bienestar animal, en unidades de producción de Loma Bonita, Oaxaca, México). (Tesis de licenciatura). Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca, México. 94 p.
- Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia, L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte, L. 2011.Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual Técnico. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.biopasos.com/biblioteca/Establecimiento.y.manejo.SSP.pdf>
- Valencia D.E., Ramírez C.M.L. 2009. La industria de la leche y la contaminación del agua. *Revista Elementos: ciencia y cultura*.16(73): 27-31.
- Vázquez C.M.G., Pérez C.J.P., Hernández C.J.M., Marrufo D.Ma. de la Luz., Martínez R.E. 2010. Calidad de grano y de tortillas de maíces criollos del altiplano y valle del mezquital, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 33: 49-56.

- Velasco, P. J. L. 2021. Evaluación de sustentabilidad en tres unidades de producción bovina en Loma Bonita, Oaxaca, México (estudio de caso). (Tesis de licenciatura). Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca, México. 97 p.
- Villar C.C. 2016. Medio ambiente y ganadería. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar). Consultado el 9 de marzo del 2022.

## 10. ANEXOS

### 10.1. Cuestionario para el (la) productor(a)

El objetivo de la investigación consiste en evaluar la disposición a adoptar estrategias de economía circular en la ganadería

**IMPORTANTE: Ninguna de sus respuestas se hará pública o se utilizará para otros fines que NO sean de investigación.**

Fecha	Nombre o dirección	Cuestionario Núm.

1. Edad \_\_\_\_\_ años cumplidos

2. Nivel de escolaridad \_\_\_\_\_

3. Estado civil \_\_\_\_\_

4. ¿Cuánto tiempo hace que se dedica a esta actividad? \_\_\_\_\_

5. ¿Cuántas personas viven en su casa? \_\_\_\_\_

6. ¿Es la ganadería bovina su principal actividad económica?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuál es? \_\_\_\_\_

7. Cantidad de cabezas \_\_\_\_\_

Superficie \_\_\_\_\_

8. ¿Considera que es importante el cuidado ambiental? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9. ¿Cree que el cambio climático afecte su producción? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cómo? \_\_\_\_\_

10. ¿Cuánto? Mucho \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Poco \_\_\_\_\_

11. ¿Estaría dispuesto a hacer algunos cambios en su unidad de producción para evitar el daño ambiental? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

12. A continuación voy a mencionar algunas estrategias que se sugieren para el cuidado ambiental en la ganadería bovina. Dígame si está de acuerdo con alguna de ellas

Estrategia	Sí	No
¿Establecería praderas que cuenten con especies que logren producir durante todo el año y puedan proteger al suelo de la erosión?		

¿Estaría dispuesto a implementar praderas que utilicen árboles, que cumplan la función de cerca viva o puedan llegar a ser comercializados como madera?	
Contar con arbustos como el tulipán rojo que no tiren sus hojas en temporadas críticas y estos favorezcan de manera proteica a la alimentación del ganado.	
Implementar la siembra de árboles para lograr disminuir la pérdida de especies originarias del ecosistema.	
Estaría dispuesto a establecer un sistema de ganadería regenerativa como un enfoque sostenible el cual busca restaurar y mejorar los ecosistemas a través de prácticas agrícolas responsables.	
Se animaría a evitar el uso excesivo de agroquímicos y medicamentos sustituyéndolos por productos orgánicos para reducir dentro de la unidad de producción los efectos negativos a la fauna del suelo	
Reducir el uso de gasolina en los motores de las bombas reemplazándolo por equipo como bombas que utilicen energía solar.	
¿Le preocupa cómo afecta el manejo de los animales antes y la manipulación de la carne después del sacrificio?	
Sabe que hay subproductos que se comercializan, por ejemplo, la grasa, los cuernos, las pezuñas y los huesos que son generados por la comercialización de la carne bovina. ¿Le parece rentable comercializar dichos subproductos?	
Incluir leguminosas como el guaje el pica pica mansa en la alimentación del ganado para poder reducir la producción de metano por parte de los animales.	

## 10.2. Anonimación de expertos y personas entrevistadas

Experto 1	Experto en ciencias en producción animal.	Fecha de entrevista 5 de septiembre del 2023
Experto 2	Experto en ecología y manejo de recursos naturales.	Fecha de entrevista 7 de septiembre del 2023
Experto 3	Experto en Mejoramiento y Aprovechamiento Integral de Especies Agropecuarias.	Fecha de entrevista 13 de septiembre del 2023
Experto 4	Experto en ciencias de los alimentos	Fecha de entrevista 15 de septiembre del 2023
Experto 5	Experto en genética vegetal	Fecha de entrevista 15 de septiembre del 2023

Experto 6	Experto en Biología y manejo de recursos naturales	Fecha de entrevista 18 de septiembre del 2023
Experto 7	Experto en ciencias en mecatrónica.	Fecha de entrevista 18 de septiembre del 2023
Experto 8	Especialista en Control Automático	Fecha de entrevista 21 se septiembre del 2023