

4
5 **De prácticas aisladas a la perspectiva agroecosistémica: la transformación conceptual del**
6 **rastrojo de maíz en la Región Frailesca, Chiapas**

7
8
9 Ernesto Javier Gómez-Padilla

10 Francisco Guevara-Hernández*

11 Manuel Alejandro La O-Arias

12
13
14 Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V. carretera
15 Ocozocoautla–Villafloraes, km 84.5, Apartado postal núm. 78. Villafloraes, Chiapas. México. C.P.
16 30470

17
18
19 *Corresponding author: francisco.guevara@unach.mx ORCID ID: 0000-0002-1444-6324

20
21
22 **Resumen**

23 En los trópicos, caracterizados por su riqueza biológica y cultural, se desarrollan diversos
24 agroecosistemas para la producción de alimentos. En Chiapas (México), coexisten agroecosistemas
25 tradicionales como el café, el maíz y la ganadería bovina, que sustentan a miles de familias. Sin

26 embargo, estos sistemas enfrentan retos ambientales, sociales y económicos que requieren ser
27 estudiados con enfoques alternativos, más allá de los modelos productivistas. El objetivo de este
28 ensayo es contribuir a la conceptualización del rastrojo como agroecosistema, a partir de un análisis
29 teórico-conceptual y en el estado del arte de investigaciones relacionadas en Chiapas. Este enfoque
30 busca orientar investigaciones y estrategias que mejoren la gestión y sustentabilidad de las
31 producciones de maíz y ganadería. Se revisan conceptos, metodologías empleadas y resultados
32 obtenidos en términos de productividad y sustentabilidad, con un énfasis particular en el flujo de
33 energía y el balance energético como herramientas para comprender el funcionamiento y la mejora
34 de los agroecosistemas. Como resultado, se presenta una propuesta que conceptualiza el rastrojo
35 con funciones agroecosistémicas y destaca su uso como estrategia de adaptación y resiliencia para
36 los productores ante las condiciones del cambio climático. El rastrojo se manifiesta temporalmente,
37 emerge durante la época de sequía debido a interacciones dinámicas entre diversos factores, como
38 la presencia de biomasa seca tras la cosecha de maíz, la falta de pastos en los potreros y la necesidad
39 de alimento para el ganado. Se concluye que el análisis de los agroecosistemas tropicales desde
40 una perspectiva de complejidad es esencial para su comprensión y mejora.

41 **Palabras clave:** Esquilmos, maíz, ganadería, flujo energético, Agroecosistemas tradicionales.

42

43 **Abstract**

44 **Keywords:** Residues, maize, livestock, energy flow, traditional agroecosystems.

45 **Fecha de recibido:** Octubre 27, 2024

46 **Fecha de aceptado:** Febrero 24, 2025

47

48

49

Introducción

50

51

52 Uno de los grandes retos globales es alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental, como
53 lo establece la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Entre los 17 Objetivos de Desarrollo
54 Sostenible (ODS), el “Hambre cero” (ODS-2) se presenta como uno de los más desafiantes United
55 Nations General Assembly [UNGA], (2015).

56 Según la FAO, en su informe anual 2023, el número de personas que padecen hambre superó los
57 735 millones, lo que refleja un aumento de 122 millones desde 2019 (FAO, FIDA, OMS, PMA y
58 UNICEF, 2023). En América Latina y el Caribe, más de 268 millones de personas sufren
59 inseguridad alimentaria (FAOSTAT, 2022), una tendencia que sigue el comportamiento global
60 (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2023).

61 En el escenario actual, la combinación de problemas globales cada vez más relevantes como el
62 cambio climático, la pandemia del COVID-19 y los conflictos geopolíticos han obstaculizado los
63 progresos hacia lograr el “Hambre Cero”. Adicionalmente, la tendencia productivista en la
64 agricultura ha ampliado las diferencias entre la producción, distribución y resistencia de los
65 agroecosistemas (FAOSTAT, 2022). En respuesta a esta situación, una parte importante de la
66 comunidad científica, académicos, productores, inversionistas, políticos y otros actores, buscan
67 alternativas para la producción de alimentos bajo un enfoque holístico con bases éticas, morales,
68 sociales y culturales acordes al contexto actual (Sachs et al., 2019). Estas propuestas buscan
69 complementar lo particular y lo general.

70 En la Región Frailesca de Chiapas, el rastrojo de maíz juega un papel clave en la interacción entre
71 los sistemas productivos de maíz y ganadería (Caballero-Salinas et al., 2017; Guevara-Hernández
72 et al., 2013). Aunque históricamente subutilizado, su manejo adecuado, ofrece beneficios como la
73 mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo al ser incorporado como
74 material orgánico, su uso en la alimentación animal y la generación de ingresos monetarios al ser
75 comercializado por los productores (Caballero et al., 2017). Por lo tanto, su análisis es vital para
76 comprender la dinámica del agroecosistema y elaborar estrategias sustentables que contribuyan a
77 resolver los desafíos a nivel local.

78 Además, el rastrojo contribuye a los objetivos globales de sostenibilidad, particularmente en
79 relación con el ODS-2 (“Hambre cero”) y el ODS-13 (“Acción por el clima”), ya que su uso y
80 manejo no solo promueven la producción sostenible, sino que también incrementa la resiliencia de

81 los agroecosistemas en el contexto del cambio climático (de Gortari-Rabiela & Santos-Corral,
82 2019). Estos elementos destacan su relevancia para la región Frailesca.

83 No se trata necesariamente de un nuevo planteamiento de fondo, pero sí representa una visión *ad*
84 *hoc* para atender las condiciones prevalecientes en el sector agropecuario mundial, ya que se
85 cimienta sobre la base de la Teoría General de Sistemas (TGS) (von Bertalanffy, 1975) y del
86 pensamiento complejo (Morin, 1995). La TGS proporciona una forma de observar, analizar y
87 transformar escenarios complejos al reconocer las relaciones entre todas las partes y componentes
88 del sistema (la Peña-Consuegra & Velázquez-Ávila, 2018; Maldonado, 2022). Aplicar estos
89 principios en la investigación científica permite no solo mejorar los procesos socioambientales,
90 sino también trascender hacia dimensiones económico-productivas (Becerra, 2020).

91 Este enfoque es particularmente relevante para comprender los sistemas productivos característicos
92 de la tradición cultural de la región, como el maíz y la ganadería bovina (Arias et al., 2023;
93 Camacho-Vera et al., 2021). En este contexto, el rastrojo se concibe como un sistema emergente,
94 tanto temporal como espacial, que integra ambos sistemas. Esto representa un cambio de la forma
95 tradicional de estudiar y analizar el rastrojo, que usualmente se ha centrado en prácticas aisladas
96 (Guevara-Hernández et al., 2013; Salinas-Vargas et al., 2022). En lugar de ello, se propone un
97 enfoque sistémico que reconoce su importancia en la interrelación de estos sistemas. El estudio de
98 este enfoque sistémico del rastrojo contribuirá a entender mejor la dinámica y estructura de los
99 agroecosistemas tropicales y permitirá identificar acciones o estrategias para mejorar la
100 productividad y el desarrollo económico y social en la región Frailesca.

101 El objetivo de este ensayo es contribuir a la conceptualización del agroecosistema rastrojo a partir
102 de los avances y aportes del estado del arte y análisis teórico-conceptual de investigaciones afines
103 en Chiapas, para enfocar de forma pertinente investigaciones y estrategias mejoradoras de la
104 gestión y sustentabilidad de las producciones de maíz y ganadería.

105

106

107

Enfoque metodológico

108

109

110 El estudio, de naturaleza exploratoria, descriptiva y teórico-conceptual, se basó en el enfoque
111 sistémico y el paradigma de la complejidad para abordar los agroecosistemas desde una perspectiva
112 multidimensional e integradora (von Bertalanffy, 1975; Morin, 1995; Sampieri & Mendoza, 2018).
113 Se examinaron los conceptos, metodologías y resultados relacionados con la productividad y la
114 sustentabilidad. Se llevó a cabo una búsqueda en bases de datos remotas como Google Scholar,
115 Scopus, Web of Science y SciELO, centrada en artículos científicos de los últimos cinco años y
116 libros clásicos relacionados con la Teoría General de Sistemas y el paradigma de la complejidad.
117 Además, se incluyeron tesis de doctorado y publicaciones en sitios web de organismos y
118 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales a nivel nacional e internacional. Como
119 parte del análisis, se propone una conceptualización del uso de los rastrojos, como un sistema
120 dinámico que forma parte de una estrategia temporal de adaptación y resiliencia frente a las
121 condiciones climáticas adversas que afectan a los agroecosistemas del trópico seco, especialmente
122 de la Frailesca, Chiapas.

123

124

125 **Los paradigmas de la ciencia, base del diseño de la investigación en las ciencias** 126 **agropecuarias**

127

128

129 El estudio de los agroecosistemas requiere una base teórica sólida capaz de abordar la complejidad
130 inherente a estos sistemas. Aquí es donde los paradigmas de la ciencia, como modelos de
131 pensamiento compartidos, guían el proceso investigativo al ofrecer diferentes perspectivas y
132 metodologías para resolver problemas (Morin, 1999; Guba & Lincoln, 2002; de Franco &
133 Solórzano, 2020). Los paradigmas permiten seleccionar enfoques teóricos y metodológicos
134 adecuados al responder preguntas clave desde la ontología, epistemología y metodología, lo que
135 resulta esencial al investigar la interacción de factores biológicos, sociales y ecológicos en los
136 sistemas agropecuarios.

137 En 1956, Kenneth Boulding presentó una jerarquía de sistemas basada en su nivel de complejidad,
138 que abarca desde los sistemas simples, como los mecánicos, hasta los más complejos, como los

139 sistemas sociales (Boulding, 1956). Esta jerarquía resulta clave para identificar la naturaleza y
140 complejidad de los sistemas agropecuarios y seleccionar los enfoques adecuados para su análisis.

141 Más tarde, en 1968, Karl Ludwig von Bertalanffy desarrolló la teoría general de sistemas, la cual
142 sentó las bases para entender los sistemas complejos como un conjunto de elementos
143 interrelacionados que trabajan hacia objetivos comunes (von Bertalanffy, 1968). La TGS ha sido
144 fundamental en la investigación agropecuaria, ya que permite comprender los agroecosistemas
145 como sistemas abiertos y dinámicos en los que interactúan factores ecológicos, económicos y
146 sociales.

147 Al aplicar la jerarquía de Building y la TGS, se puede analizar el rastrojo en la región Frailesca,
148 desde una perspectiva integrada. En lugar de considerarlo como un componente aislado el rastrojo
149 se entiende como parte de un sistema agropecuario más amplio que conecta la producción de maíz
150 y la ganadería bovina. Este enfoque sistémico permite entender las interacciones y complejidades
151 entre los componentes del sistema, lo que facilita la implementación de estrategias sostenibles para
152 su manejo.

153

154

155 **Complejidad de los agroecosistemas**

156

157

158 Los agroecosistemas son sistemas socioecológicos cuya complejidad depende de dos factores
159 clave: la diversidad de componentes con interacciones dinámicas y el factor cultural, que introduce
160 la acción humana. La Teoría General de Sistemas (TGS) facilita la integración de diversas
161 disciplinas, permitiendo una mejor comprensión de los sistemas ecológicos y sociales, donde
162 predominan los ciclos adaptativos (panarquía), bajo una estructura jerárquica (Boulding, 1956; von
163 Bertalanffy, 1968).

164 La TGS y el pensamiento complejo proporcionan un marco lógico que debe aplicarse mediante
165 metodologías y herramientas específicas. Un ejemplo es el análisis energético del sistema, que
166 evalúa entradas, salidas e interacciones entre subsistemas, siendo fundamental para entender y

167 optimizar los procesos agropecuarios (Purroy et al., 2016). Comprender la importancia de la
168 energía y su flujo es esencial para analizar el funcionamiento del sistema.

169

170

171 **La energía y su flujo como herramientas de análisis del agroecosistema**

172

173

174 El término energía, inicialmente propuesto para describir la capacidad de realizar trabajo, ha
175 evolucionado al comprenderse que está siempre asociada a procesos que describen su origen o
176 naturaleza (Arias, 2006; Artuzo et al., 2021). Se clasifica en energía primaria, proveniente de
177 fuentes naturales como agua, viento o sol, y en energía secundaria, generada a partir de la
178 transformación de la primera (Artuzo et al., 2021).

179 Ambas formas están regidas por las leyes de la termodinámica. La primera ley establece que la
180 energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. La segunda ley indica que todo proceso en un
181 sistema incrementa su entropía, o nivel de desorden (Lorenzón, 2020; Martínez et al., 2022). A
182 mayor entropía mayor disipación de energía y mayor complejidad (von Bertalanffy, 1975; de
183 Aragón, 1995).

184 En los sistemas productivos, la eficiencia depende de las pérdidas energéticas y el nivel de entropía.
185 Lo mismo ocurre en los agroecosistemas, donde la energía entra, se transforma en productos y
186 subproductos, y parte de ella se pierde por ineficiencia. Conocer las entradas, salidas y las
187 interacciones internas es clave para mejorar estos sistemas, aunque su naturaleza abierta y dinámica
188 limita el control total sobre ellos (Guevara-Hernández, 2007).

189

190

191 **Tipos de energía y su relación con las entradas y salidas**

192

193

194 En el análisis energético de sistemas agropecuarios se distinguen dos tipos de energía: ecológica y
195 cultural, esta última subdividida en biológica e industrial. La eficiencia del flujo energético se
196 evalúa según la relación entre insumos (energía cultural) y productos. La energía cultural implica
197 la modificación del entorno natural para satisfacer necesidades humanas (Purroy et al., 2016;
198 Giménez et al., 2022).

199 La energía ecológica, proveniente de la energía solar, es capturada por las plantas a través de la
200 fotosíntesis, transformándola en energía química con alto valor biológico, fundamental para el
201 crecimiento y rendimiento de cultivos (Hernández et al., 2019). Esta energía es esencial para
202 mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los agroecosistemas, formando parte de sus ciclos internos.

203 La energía cultural transforma un ecosistema en agroecosistema, buscando el uso eficiente de la
204 energía ecológica para lograr sustentabilidad (Giménez et al., 2022; Kumar et al., 2023). Sin
205 embargo, la dependencia de la energía industrial plantea preocupaciones ambientales y sociales, y
206 genera interrogantes metodológicas sobre su estudio y caracterización. Estas interrogantes abren
207 oportunidades para investigaciones interdisciplinarias que analicen las interacciones complejas en
208 los agroecosistemas.

209 La preparación convencional del suelo ejemplifica la complejidad del análisis energético, ya que
210 requiere maquinaria y combustibles, pero provoca pérdidas energéticas por la alteración de la biota
211 y degradación de la materia orgánica. Esto suscita la pregunta: ¿cuál es el costo energético de estas
212 pérdidas? El uso excesivo de maquinaria puede tener efectos negativos a largo plazo en el suelo y
213 el medio ambiente, y el costo energético asociado a estas prácticas, así como su impacto
214 económico, es desconocido.

215 En contraste, el laboreo mínimo o la labranza cero cambian el enfoque energético al priorizar la
216 mano de obra para siembra y cosecha, promueven el uso más eficiente de la energía local y la
217 conservación del suelo, aunque no siempre mejora la eficiencia energética.

218 Investigaciones en sistemas de maíz y ganadería bovina han evaluado la eficiencia energética.
219 Guevara et al. (2015) encontraron que la eficiencia energética en los sistemas de maíz-frijol y maíz
220 tradicional es mayor con 1.12 Mcal producidas por cada Mcal consumidas, mientras que el sistema
221 comercial alcanzó 0.99, lo que destaca que la diversificación y el uso de maíces criollos requieren
222 menos insumos. En un estudio ampliado, Guevara et al. (2018) demostraron que tanto la agricultura

223 de conservación como la convencional presentaron alta eficiencia energética, con producciones de
224 9.08 y 9.27 MJ por unidad de energía consumida, respectivamente.

225 Martínez et al. (2021) tipificaron a los productores de la Región Frailesca en cinco grupos según
226 su eficiencia energética, que osciló entre 9.73 y 17.29 MJ, indicando un balance energético
227 positivo. En contraste, los sistemas ganaderos tienden a ser menos eficientes que los agrícolas,
228 debido a la pérdida de energía en la cadena alimentaria y el metabolismo animal (Funes-Monzote,
229 2009; Hernández et al., 2019). No obstante, la eficiencia puede variar según los objetivos
230 productivos, tecnologías y sistemas de producción. Por ejemplo, Reyes et al. (2013) encontraron
231 que en sistemas ganaderos de carne en Tecpatán, Chiapas, la eficiencia energética superaba casi
232 cinco veces el consumo de energía, atribuido a su operación económica y sostenible. En estudios
233 de Valdivieso-Pérez et al. (2019), se reportaron eficiencias de 1,65 a 2,8 en unidades de producción
234 ganadera de doble propósito en Chiapas.

235

236

237 **Complejidad y dinamismo: los agroecosistemas ganadería y maíz de la** 238 **Frailesca**

239

240 **Agroecosistema ganadero**

241 La ganadería bovina en México está ampliamente extendida. Según el informe del Servicio de
242 Información Agroalimentaria y Pesquera del año 2022 (SIAP, 2024), se produjeron alrededor de
243 13.5 millones de toneladas de carne bovina y una producción de 13 105 millones de litros de leche,
244 cifra 2.0 % mayor en comparación con 2021. Chiapas es uno de los estados representativos del país
245 en producción de carne y leche con más de 107 000 toneladas y 436 000 litros respectivamente
246 (SIAP, 2024). En el territorio Chiapaneco, la Frailesca es una de las regiones de mayor actividad
247 productiva. Del total de ganaderos del estado, esta aporta el 27 %, lo que involucra alrededor de 7
248 000 productores registrados en el padrón (Asociación Ganadera Local Villaflores, 2023; Unión
249 Ganadera General Estatal de Chiapas, 2023).

250 La complejidad del sistema ganadero se puede abordar desde tres elementos fundamentales:

251 La subjetividad: Se refleja en la diversidad del sistema y sus variantes: en manejo, la racionalidad
252 socioproductiva y las estrategias de vida. Estos sistemas han evolucionado hacia una mayor
253 diversificación, adaptándose a condiciones económicas, ambientales y sociales cambiantes. De
254 formas esencialmente ganaderas, ahora se encuentran sistemas mixtos de producción, donde,
255 además de la ganadería, se incorporan cultivos perennes y anuales destinados a la alimentación
256 humana y animal, y una diversificación en especies animales (Herrán et al., 2023).

257 La diversidad y dinamismo de componentes y sus interacciones: Se reflejan en las diversas formas
258 productivas que integran ganadería, maíz y otros cultivos (Aguilar et al., 2023). Esta diversidad
259 implica la incorporación de nuevos elementos, lo que aumenta la complejidad de las interacciones
260 entre sus componentes, las cuales, a su vez, se manifiestan de manera no lineal y con desequilibrios
261 a través del tiempo. Por lo tanto, su implementación requiere una evaluación integradora y
262 dinámica de los recursos naturales disponibles, el estatus económico y tecnológico del productor,
263 así como los elementos socioculturales. Este enfoque holístico determina la forma y efectividad
264 del manejo (Bernués et al., 2019).

265 La incertidumbre en el contexto: Se manifiesta a través de las condiciones geopolíticas cambiantes,
266 crisis económicas, complejidades sociales y el cambio climático. Estos factores impactan directa o
267 indirectamente en el escenario ganadero, que crean un entorno caracterizado por la imprevisibilidad
268 y la necesidad de adaptación constante (Blanco et al., 2020).

269

270 **El agroecosistema maíz**

271 El maíz (*Zea mays* L.), es una de las especies más profundamente ligadas al acervo cultural y a la
272 alimentación del pueblo mexicano (García & Giraldo, 2021). Anualmente se cultivan en México
273 alrededor de 7 millones de hectáreas de maíz y las producciones del grano superan los 26 millones
274 de toneladas al año. De esta cantidad, el estado de Chiapas aporta 1.4 millones de toneladas (SIAP,
275 2024). En el territorio chiapaneco, la región Frailesca establece siembras anuales que sobrepasan
276 las 61 000 ha con un rendimiento medio de 3.45 t·ha⁻¹ y producciones de más de 205 000 t, lo que
277 la convierte en una de las regiones más productoras del estado (SIAP, 2024).

278 En La Frailesca, el uso excesivo de agroquímicos y pesticidas, junto con la deforestación acelerada,
279 ha desencadenado procesos de degradación en los suelos y una notable disminución de su
280 capacidad productiva (Bernal et al., 2020). Debido a estas razones, se ha documentado un

281 incremento en la implementación de sistemas mixtos, donde se integra la ganadería y la producción
 282 agrícola como estrategia y componente fundamental en el aseguramiento de la sustentabilidad y el
 283 sustento familiar (Caballero-Salinas et al., 2017).

284 Dentro del contexto de estas formas de producción, se han identificado variantes comunes y
 285 particulares. En estudios realizados por Martínez et al. (2021), se tipificaron grupos de productores,
 286 en función de componentes como: rendimiento y eficiencia, perfil maíz y consumo energético
 287 (Cuadro 1).

288 **Cuadro 1.** Características tipológicas de productores de la Región Frailesca y su eficiencia
 289 energética.

Tipos de productores	Presencia de productores (%)	Eficiencia energética (MJ)
Tipo I (Maiceros pequeños)	27	17.29
Tipo II (Productores mayores o Maiceros)	9	16.10
Tipo III (Productores de subsistencia o de bajo perfil)	7	13.72
Tipo IV (Productores mixtos ganadería-maíz)	5	9.73
Tipo V (Productores maíz-rastrojo o bajo perfil II)	52	10.14

290 **Fuente:** Martínez et al. (2021)

291 Los resultados muestran que los grupos de productores presentan diversidad en sus sistemas de
 292 manejo agrícola, que incluyen enfoques convencionales, agroecológicos y mixtos. Los “Maiceros
 293 pequeños” destacan por su eficiencia energética, mientras que los “Productores mayores” tienen
 294 una eficiencia similar, aunque están menos representados (Cuadro 1).

295 Los “Productores maíz-rastrojo”, aunque son el grupo más grande, enfrentan un impacto negativo
 296 en la recuperación de suelos y eficiencia energética debido a su comercialización de rastrojos. Por
 297 su parte, los “Productores mixtos maíz-ganadería” son menos numerosos y muestran una eficiencia
 298 aún menor por el bajo uso de insumos industriales y la presencia de suelos poco productivos
 299 (Cuadro 1).

300 En la Frailesca, destaca la notable diversidad de maíces locales, la cual no solo sirve para
 301 conceptualizar el término, sino también para caracterizar a los productores y su contribución a la
 302 preservación (Guevara et al., 2019, 2020, 2021). Algunas variedades tienen una historia ancestral,

303 mientras que otras han surgido de mezclas con nuevos individuos y selecciones por características
304 morfoagronómicas, socioculturales y de consumo, lo que ayuda a preservar su identidad y genes
305 (Guevara & Mariaca, 2023; Gómez-Padilla et al., 2024).

306 Arias et al. (2022; 2023) caracterizaron 80 unidades de producción familiar en 20 comunidades de
307 la Frailesca, resaltando que las familias con mayor participación colectiva y personas mayores
308 logran un equilibrio en la protección de los maíces locales. Sin embargo, los jóvenes tienden a
309 priorizar actividades más rentables, como la ganadería, los maíces híbridos y el café, lo que
310 representa un riesgo significativo para esta tradición.

311 La diversificación de los sistemas de producción de maíz va más allá de una modalidad de
312 producción, integrando factores generales y específicos en los enfoques y prácticas que los
313 agricultores y ganaderos emplean para su subsistencia y desarrollo. Esto debe considerarse en los
314 estudios, utilizando variables cuantitativas y cualitativas bajo un enfoque sistémico.

315 En la Frailesca, el agroecosistema maíz está intrínsecamente vinculado al sector ganadero. Uno de
316 sus aspectos más destacados es la capacidad dinámica de integrar ambos sistemas, desempeñando
317 un papel crucial en la producción agropecuaria y el sustento económico familiar a nivel local y
318 regional. Lo que muchos consideran prácticas agrícolas y ganaderas ha evolucionado hacia un
319 enfoque más complejo, con diversas funciones y beneficios que requieren un estudio profundo por
320 sus implicaciones.

321

322

323 **El rastrojo: de práctica cultural a una visión sistémica**

324

325

326 **Importancia del rastrojo en la ganadería**

327 En regiones con periodos prolongados de sequía y escasez de pastos locales, la ganadería enfrenta
328 el desafío de mantener un soporte alimenticio durante todo el año. Esto hace imprescindible la
329 introducción de insumos externos que encarecen el proceso productivo (Caballero-Salinas et al.,

330 2017). En este contexto, el maíz cobra relevancia por el aprovechamiento de los restos de cosecha,
331 conocidos como rastrojos o esquilmos (Reyes et al., 2013).

332 La cosecha de maíz genera grandes cantidades de rastrojo, que representan un potencial de usos
333 muy diverso. Según estudios, la relación del rendimiento de rastrojo/grano para maíz es de
334 aproximadamente 46.6 % de producción de grano y 53.4 % de rastrojo (Reyes et al., 2013). En la
335 Frailesca de Chiapas, el 52 % de los productores combinan el cultivo de maíz con el uso del rastrojo
336 como parte del manejo agrícola. Sin embargo, esto no siempre mejora la eficiencia energética
337 (Martínez et al., 2021), lo que plantea interrogantes sobre los factores que influyen en el
338 aprovechamiento del rastrojo en términos de eficiencia y sostenibilidad.

339

340 **Temporalidad y su impacto**

341 La utilización del rastrojo también depende de la temporalidad. Se manifiesta cuando coinciden
342 tres elementos: 1) Disponibilidad del rastrojo y arvenses en los suelos agrícolas; 2) Baja o ninguna
343 disponibilidad de pasturas en los potreros; y 3) La constante demanda de alimentos en el hato
344 ganadero. Estos elementos suelen ser evidentes durante el periodo de diciembre a mayo, momento
345 en el que el rastrojo cobra mayor relevancia (Reyes et al., 2013).

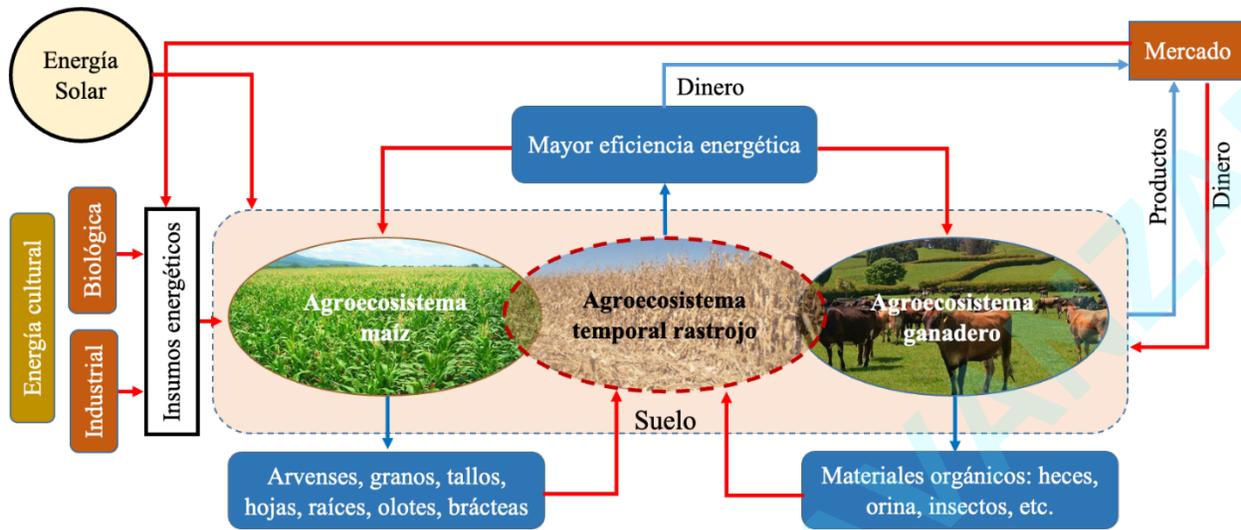
346

347 **El rastrojo como agroecosistema**

348 Generalmente, el rastrojo se asocia a la práctica del rastrojeo, ya sea mediante pastoreo directo o
349 como forraje (Vargas et al., 2023). Sin embargo, solo el 27 % del rastrojo se utiliza para este fin,
350 lo que indica que existen otras alternativas (Reyes et al., 2013). En la Frailesca, el rastrojo se
351 incorpora al suelo como parte de las prácticas de agricultura de conservación, se vende en pacas o
352 se arrienda el terreno para el pastoreo de ganado, y se comercializa el totomoxtle (brácteas de la
353 mazorca) tanto para alimentar a los animales como para elaborar artesanías.

354 Desde una perspectiva sistémica, el concepto de agroecosistema rastrojo permite comprender
355 mejor el contexto productivo actual y cómo este elemento actúa como un puente entre la
356 producción agrícola de maíz y el sector ganadero. Al analizar el rastrojo como un agroecosistema,
357 es fundamental definir sus objetivos, límites, entradas, salidas, componentes e interacciones. De
358 esta manera, el rastrojo se erige como un elemento crucial para el estudio del flujo energético de

359 ambos agroecosistemas, uniendo sus dinámicas y potencialmente haciéndolos más eficientes
 360 (Figura 1).



361
 362 **Figura 1.** Agroecosistema temporal rastrojo. Subsistemas, elementos, interacciones y flujo de
 363 energía.
 364

Fuente: Elaboración propia

366 Elementos clave del agroecosistema rastrojo

367 Límites

368 El agroecosistema rastrojo es un sistema abierto, dinámico y temporal, lo que implica limitaciones
 369 en espacio, tiempo y cultura. Por un lado, existe un límite espacial que abarca los agroecosistemas
 370 de maíz y ganadería; por otro, un límite temporal que define el periodo de manifestación, y
 371 finalmente, un límite asociado a la diversidad de usos.

372 Entradas y Salidas

373 En el agroecosistema rastrojo, las entradas fundamentales son el terreno agrícola y la biomasa
 374 residual del agroecosistema maíz, así como algunos de sus subproductos. También se consideran
 375 entradas los insumos y el trabajo necesario para el corte, empaclado y transporte de la biomasa. Las
 376 salidas principales son la biomasa, que depende del componente cultural y se manifiesta de la
 377 siguiente manera:

- 378 • Biomasa incorporada al suelo para el agroecosistema de maíz.

379 • Biomasa de área agrícola exportada como componente al agroecosistema ganadero.

380 • Biomasa exportada como alimento animal.

381 • Biomasa exportada para otros usos.

382 Las dos primeras variantes generan flujos y ciclos internos en una holarquía superior del
383 agroecosistema integrado, mientras que las últimas dos son consistentes con procesos extractivos
384 que aportan directamente a la rentabilidad (Figura 1). Las entradas están determinadas por la
385 energía solar (ecológica) y la energía cultural (insumos y trabajo) requeridas por los
386 agroecosistemas de maíz, ganadería y el rastrojo propiamente dicho (Figura 1).

387 *Componentes*

388 El agroecosistema temporal rastrojo incluye como subsistemas el cultivo de maíz, la actividad
389 ganadera y el manejo del suelo. Entre estos, se establecen relaciones lineales, de competencia, de
390 regulación y cíclicas (Figura 1).

391 En los subsistemas se generan productos o subproductos que se utilizan dentro del sistema o que
392 constituyen salidas que trascienden sus límites, generando ingresos adicionales y permitiendo el
393 retorno de parte de la energía al agroecosistema.

394 El subsistema maíz: aporta esencialmente el suelo con biomasa residual de maíz y plantas arvenses,
395 a partir de la cual, según el factor cultural, se presentan diferentes configuraciones. Se genera
396 principalmente grano seco que se comercializa o se incorpora al subsistema ganadería como
397 alimento. Si parte del maíz se cosecha como elote, la biomasa remanente se utiliza de igual forma
398 en el agroecosistema ganadero o se comercializa. La presencia de arvenses es crucial, ya que
399 constituyen biomasa verde y fresca que el ganado en pastoreo prefiere para su alimentación, junto
400 con los granos de maíz esparcidos en el suelo al finalizar la cosecha (Reyes et al., 2013).

401 El subsistema ganadero: Genera material orgánico que se utiliza en el subsistema de maíz para la
402 fertilización del suelo o se comercializa. Este subsistema aporta productos como leche, carne y
403 queso, que se llevan al mercado para su comercio, permitiendo que parte de estos recursos
404 monetarios ingresen nuevamente al agroecosistema para su reproducción.

405

406

407 **Conceptualización del agroecosistema temporal rastrojo**

408
409
410 El agroecosistema rastrojo de la región Frailesca, es un sistema abierto, temporal, se manifiesta
411 cuando hay sequía prolongada y desaparece cuando inicia el periodo de lluvia. Es dinámico, por la
412 temporalidad en su manifestación la disponibilidad del producto rastrojo y la diversidad asociada
413 a la práctica de su aprovechamiento.

414 La visión y conceptualización del rastrojo como agroecosistema adquiere una importancia
415 fundamental en el análisis y la interpretación de las complejas dinámicas socioproductivas y
416 ambientales que caracterizan un entorno de elevada complejidad. Esta perspectiva no solo sienta
417 las bases esenciales para futuras investigaciones, sino que también aboga por un enfoque
418 interdisciplinario y holístico. Su objetivo principal es avanzar en la comprensión e implementación
419 de mejoras en el sector agropecuario, especialmente en las regiones tropicales.

420

421

422 **Conclusiones**

423

424

425 Las bases conceptuales del paradigma sistémico y de la complejidad han sido fundamentales para
426 estudiar y comprender los agroecosistemas de la región Frailesca de Chiapas. El estudio reveló
427 que, mediante herramientas como el análisis del flujo energético y la eficiencia energética, se han
428 establecido mejoras en el funcionamiento de estos sistemas, así como en las relaciones entre el
429 hombre y su entorno agropecuario. El rastrojo se manifiesta como un agroecosistema temporal que
430 emerge durante la época de sequía, resultado de interacciones dinámicas entre factores como la
431 biomasa seca tras la cosecha de maíz, la escasez de pastos en los potreros y la necesidad de alimento
432 para el ganado. Estos hallazgos subrayan la importancia de una gestión integral y sostenible de los
433 recursos agropecuarios en la región.

434

435

Agradecimientos

436 Se agradece al CONAHCYT por la beca otorgada al primer autor para cursar los estudios de
437 posgrado en el DOCAS de la UNACH. Al ICTIECH, por financiar parcialmente la presente
438 investigación mediante el proyecto: *Rescate de germoplasma del agroecosistema milpa mediante*
439 *ferias de agrobiodiversidad en la Frailesca, Chiapas*; y coordinado por el segundo autor.

440

441

442

Referencias

443 Aguilar, J. J. R., Aguilar, J. C. E., Guevara, H. F., Galdámez, G. J., Martínez, A. F., La O, A. M.
444 A., Mandujano, C. H. O., Abarca, A. M. A., & Nahed, T. J. (2023). Classification and
445 characterization of family cattle farming systems of the Frailesca region of Chiapas, Mexico,
446 considering the contribution of cattle raising to family income. *Tropical and Subtropical*
447 *Agroecosystems*, 26(1). <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4131>

448 Arias, A. G. (2006). El concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana*
449 *de Educación*, 38(2). <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1184gonzalez.pdf>

450 Arias, Y. I., Guevara, H. F., La O, A. M. A., & Cadena, I. P. (2022). Caracterización y tipos de
451 familias productoras de maíz local en la Frailesca, Chiapas. *CienciaUAT*, 16(2), 155-171.
452 <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i2.1525>

453 Arias, Y. I., Guevara, H. F., La O, A. M. A., & Villegas, C. R. (2023). Caracterización de capitales
454 tangibles en unidades de producción familiar con maíces locales en Chiapas, México. *Universidad*
455 *y Sociedad*, 15(6), 446-455. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4163>

456 Artuzo, F. D., Allegretti, G., Santos, O. I. B., da-Silva, L. X., & Talamini, E. (2021). Emergy
457 unsustainability index for agricultural systems assessment: A proposal based on the laws of
458 thermodynamics. *Science of The Total Environment*, 759, 143524.
459 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143524>

460 Asociación Ganadera Local Villaflores (2023). MexicoPymes. [En línea]. Disponible en:
461 <https://mexicopymes.com/info/asociacion-ganadera-local-de-villaflores-A26C9B2076A06600>.

462 Fecha de consulta: 8 de octubre de 2023.

463 Becerra, G. (2020). La Teoría de los Sistemas Complejos y la Teoría de los Sistemas Sociales en
464 las controversias de la complejidad. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 27, 1–23.
465 <https://doi.org/10.29101/crcs.v27i83.12148>

466 Bernal, J. L. C., Cuenca, L. A. B., & Ortega, Y. B. S. (2020). Producción ganadera: La
467 deforestación y degradación del suelo, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista Científica*
468 *Agroecosistemas*, 8(1), 77-82. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/389>

469 Bernués, A., Alfnes, F., Clemetsen, M., Olav, E. L., Faccioni, G., Ramanzin, M., Ripoll-Bosch R.,
470 Rodríguez, O. T., & Sturaro, E. (2019). Exploring social preferences for ecosystem services of
471 multifunctional agriculture across policy scenarios. *Ecosystem Services*. 39:101-102.
472 <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101002>

473 Blanco, P. I., Cantalapiedra, J., & Llonch, P. (2020). Impacto del cambio climático sobre el
474 bienestar animal en los sistemas ganaderos. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 116(5).
475 <https://doi.org/10.12706/itea.2020.028>

476 Boulding, K. E. (1956). General Systems Theory—The Skeleton of Science. *Management Science*,
477 2(3), 197-208. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2.3.197>

478 Caballero-Salinas, J. C., Moreno-Reséndez, A., Reyes-Carrillo, J. L., García-Valdez, J. S., López-
479 Báez, W., & Jiménez-Trujillo, J. A. (2017). Competencia del uso del rastrojo de maíz en sistemas
480 agropecuarios mixtos en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 91–104.
481 <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.74>

482 Camacho-Vera, J. H., Vargas-Canales, J. M., Quintero-Salazar, L., & Apan-Salcedo, G. W. (2021).
483 Características de la producción de leche en La Frailesca, Chiapas, México. *Revista Mexicana de*
484 *Ciencias Pecuarias*, 12(3), 845–860. <https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5375>

485 de Gortari-Rabiela, R., & Santos-Corral, M. J. (Coord.). (2019). *Políticas globales y prácticas*
486 *locales para el cuidado del medio ambiente: México, España y Estados Unidos*. Bonilla Artigas
487 Editores. <http://digital.casalini.it/9786078636242>

488 de Aragón, M. B. (1995). La entropía y el buen uso de la energía. En *Temas de bioética ambiental*
489 (pp. 65-83). Centro Editorial Javeriano. <https://n9.cl/8s3vr>

490 de Franco, M. F.; & Solórzano, J. L. V. (2020). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación:
491 Análisis teórico. *Mundo Recursivo*, 3(1), 1-24.
492 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8474590>

493 FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF (2023). Versión resumida de El estado de la seguridad
494 alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas
495 agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Roma, FAO.
496 <http://doi.org/10.4060/cc6550es>

497 FAOSTAT (2022). Conjunto de indicadores de la seguridad alimentaria. Organización de las
498 Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FS>

499 García, L. V., & Giraldo, O. F. (2021). Redes y estrategias para la defensa del maíz en México.
500 *Revista mexicana de sociología*, 83(2), 297-329.
501 <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/iis.01882503p.2021.2.60086>

502 Giménez, G. D., Novaira, B. I., & Marini, P. R. (2022). Análisis energético en lecherías de la región
503 pampeana Argentina. Parte 1. Flujos de energía. *Agronomy Mesoamerican*. 33(3). 49024.
504 <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/49024/51364?inline=1>

505 Gómez-Padilla, E. J., Llaven-Martínez, J., Gómez-Padilla, E., La O-Arias, M. A., & Guevara-
506 Hernández, F. (2024). Caracterización de maíces locales de la región Frailesca de Chiapas:
507 diversidad morfológica y productiva. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 4(2), 1–16.
508 <https://doi.org/10.5154/r.rchsat.2024.04.04>

509 Guba, E., & Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. Por
510 los rincones. *Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, 113-145.
511 https://santototunja.edu.co/cong/images/curso/guba_y_lincoln_2002.pdf

512 Guevara, H. F., & Mariaca, M. R. (2023). Importancia actual de los maíces locales (*Zea mays* L.):
513 Aportes y reflexiones etnobotánicas desde Chiapas, México. *Universidad y Sociedad*, 15(6), 438-
514 445. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4162>

515 Guevara, H. F., Hernández, R. M. A., Basterrechea, B. J. L., Fonseca, F. M. A., Delgado, R. F.,
516 Ocaña, G. M. J., & Acosta, R. R. (2020). Riqueza de maíces locales (*Zea mays* L.) en la región
517 Frailesca, Chiapas, México: Un estudio etnobotánico. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*,
518 37(3), 223-243. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7499570>

519 Guevara, H. F., Hernández, R. M. A., Basterrechea, B. J. L., Pinto, R. R., Venegas, V. J. A.,
520 Rodríguez, L. L. A., & Cadena, I. P. (2019). Maíces locales; una contextualización de identidad
521 tradicional. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1),
522 369-381. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652019000100026&script=sci_arttext&tlng=en)
523 [86652019000100026&script=sci_arttext&tlng=en](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652019000100026&script=sci_arttext&tlng=en)

524 Guevara, H. F., Hernández, R. M. A., Ortiz, P. R. H., Acosta, R. R., Rosabal, A. L., La O, A. M.
525 A., Pinto, R. R., Martínez, A. F. B., & Reyes, S. M. B. (2021). Maíces locales de la Frailesca
526 chiapaneca: diversidad, usos múltiples y distribución. Ediciones Inca y Unidad de divulgación
527 científica-UNACH-UNACH-Red de estudios para el desarrollo Rural A.C . <https://n9.cl/wf3lt>

528 Guevara-Hernández, F., Delgado-Ruiz, F., La O-Arias, M. A., Rodríguez-Larramendi, L. A., Ortiz-
529 Pérez, R., Delgado-Ruiz, J. A., Venegas-Venegas, J. A., & Pinto-Ruiz, R. (2018). Análisis
530 comparativo energético-económico del agroecosistema maíz del bajo prácticas convencionales y
531 de conservación en la región Frailesca, Chiapas, México. *Revista de La Facultad de Agronomía*
532 *(LUZ)*, 35, 343–364. http://revfacagronluz.org.ve/PDF/articulos/201835/3/2018353_343-364.pdf

533 Guevara-Hernández, F., Pinto-Ruiz, R., Camacho-Villa, T. C., Reyes-Muro, L., & Fonseca-Flores,
534 M. de los Á. (2013). Usos múltiples de los rastrojos: soluciones diversas. In M. L. Reyes, V. T. C.
535 Camacho, & H. F. Guevara (Eds.), *Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México*
536 (1st ed., pp. 188–206). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
537 [https://www.researchgate.net/publication/263011380_Rastrojos_manejo_uso_y_mercado_en_el_](https://www.researchgate.net/publication/263011380_Rastrojos_manejo_uso_y_mercado_en_el_centro_y_sur_de_Mexico)
538 [centro_y_sur_de_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/263011380_Rastrojos_manejo_uso_y_mercado_en_el_centro_y_sur_de_Mexico)

539 Guevara-Hernández, F., Rodríguez-Larramendi, L. A., Hernández-Ramos, M. A., Fonseca-Flores,
540 M. de los Á., Pinto-Ruiz, R., Reyes-Muro, L., Guevara-Hernández, F., Rodríguez-Larramendi, L.
541 A., Hernández-Ramos, M. A., Fonseca-Flores, M. de los Á., Pinto-Ruiz, R., & Reyes-Muro, L.
542 (2015). Eficiencia energética y económica del cultivo de maíz en la zona de amortiguamiento de
543 la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas, México. *Revista mexicana de ciencias*
544 *agrícolas*, 6(8), 1929–1941.
545 [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342015000801929&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
546 [09342015000801929&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342015000801929&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

547 Guevara-Hernández, H. F. (2007). ¿Y después qué?... action-research and ethnography on
548 governance, actors and development in Southern Mexico. Wageningen University and Research.
549 <https://n9.cl/l4oh3>

550 Hernández, R. R., Armstrong, A., Burney, J., Ryan, G., Moore-O’Leary, K., Diédhiou, I., Grodsky,
551 S. M., Saul, G. L., Davis, R., & Macknick, J. (2019). Techno–ecological synergies of solar energy
552 for global sustainability. *Nature Sustainability*, 2(7), 560-568. [https://doi.org/10.1038/s41893-019-](https://doi.org/10.1038/s41893-019-0309-z)
553 0309-z

554 Herrán, A., M., Guevara, H. F., La O, A. M. A., Mandujano, C. H., Nahed, T. J., & Aguilar, J. J.
555 (2023). Evolution of conventional to diversified livestock production systems in the Mexican
556 tropics. *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Del Zulia*, 40 (Supplement),
557 e2340Spl06–e2340Spl06. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v40.supl.06](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v40.supl.06)

558 Kumar, Ch. M. S., Singh, S., Gupta, M. K., Nimdeo, Y. M., Raushan, R., Deorankar, A. V., Kumar,
559 T. M. A., Rout, P. K., Chanotiya, C. S., Pakhale, V. D., & Nannaware, A. D. (2023). Solar energy:
560 A promising renewable source for meeting energy demand in Indian agriculture applications.
561 *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 55, 102905.
562 <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102905>

563 Lorenzón, E. E. (2020). *Sistemas y Organizaciones*. Libros de Cátedra. Editorial de la Universidad
564 Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/99629>

565 Maldonado, C. E. (2022). Teoría de los problemas complejos. *Cinta de Moebio*, 74, 109–120.
566 <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/s0717-554x2022000200109>

567 Martínez, A. F. B., Guevara, H. F., La O, A. M. A., Aguilar, J. C. E., Rodríguez, L. L. A., & Pinto,
568 R. R. (2021). Tipificación socio-agronómica y energética de productores de maíz en la región
569 Fraileasca, Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*,
570 38(1), 176-198. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n1.09](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n1.09)

571 Martínez, S. M. F., Cruz, R. L. F., Flores, M. L. J., García, N. N. Y., & Reyes, Á. T. (2022).
572 Segunda Ley de la Termodinámica. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del*
573 *Río*, 9(18), 48-51. <https://doi.org/10.29057/estr.v9i18.8900>

574 Morin, E. (1995). El pensamiento complejo. Gedisa. Madrid.

575 Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO.
576 <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/1448>

577 la Peña-Consuegra, G., & Velázquez-Ávila, R. M. (2018). Algunas reflexiones sobre la teoría
578 general de sistemas y el enfoque sistémico en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de*
579 *Educación Superior*, 37(2), 31–44. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142018000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
580 [43142018000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142018000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

581 Purroy, V. R., Gallardo, L. F., Díaz, R. P., Ortega, J. E., López, O. S., & Torres, H. G. (2016). Flujo
582 energético-económico como herramienta para tipificar agroecosistemas en el centro del estado de
583 Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7), 91-101.
584 [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282016000100009&script=sci_abstract&tlng=pt)
585 [90282016000100009&script=sci_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282016000100009&script=sci_abstract&tlng=pt)Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la
586 investigación científica. *Avances en Psicología*, 23(1), 9-17.
587 <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>

588 Reyes, M. L., Camacho, V. T. C., & Guevara, H. F. (Eds.). (2013). Rastrojos: manejo, uso y
589 mercado en el centro y sur de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas
590 y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. i-viii, 1-242 p.
591 [https://www.researchgate.net/publication/263011380_Rastrojos_manejo_uso_y_mercado_en_el_](https://www.researchgate.net/publication/263011380_Rastrojos_manejo_uso_y_mercado_en_el_centro_y_sur_de_Mexico)
592 [centro_y_sur_de_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/263011380_Rastrojos_manejo_uso_y_mercado_en_el_centro_y_sur_de_Mexico)

593 Sachs, J. D., Schmidt, T. G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J.
594 (2019). Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nature sustainability*,
595 2(9), 805-814. <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0352-9>

596 Salinas-Vargas, D., Maldonado-Peralta, M. de los Á., Rojas-García, A. R., Graciano-Obeso, A.,
597 Ventura-Ríos, J., & Maldonado-Peralta, R. (2022). Evaluación de rastrojo y de grano en maíces
598 nativos en Guasave Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(8), 1481–1488.
599 <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v13i8.3354>

600 Sampieri, R. H., & Mendoza, T. C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas*
601 *cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera Edición). McGraw Hill México. pp. 753. ISBN: 978-1-
602 4562-6096-5. <https://tinyurl.com/jhsn3tjw>

603 SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2024). Panorama agroalimentario: La
604 ruta de la Transformación Agroalimentaria 2018-2024. Edición, 2024. <https://n9.cl/y0i8pf>

605 Unión Ganadera General Estatal de Chiapas (2023). Unión Ganadera General Estatal de Chiapas.
606 Recuperado 7 de octubre de 2023, de <https://chiapasganado.wordpress.com/>

607 United Nations General Assembly [UNGA] (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda
608 for Sustainable Development. United Nations: New York, NY, USA.

609 Valdivieso-Pérez, I. A. (2019). *Carne y leche: ciclo de vida y eficiencia energética en diferentes*
610 *sistemas ganaderos del estado de Chiapas* [El Colegio de la Frontera Sur].
611 <https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/2502>

612 Vargas, L. S., González, A. B., Villanueva, J. L. J., Martínez, I. V., Huerta, H. V., Sánchez, C. C.
613 D., & Ventura, M. Á. C. (2023). Dinámica del pastoreo en la asociación cultivos y ovinos de
614 agroecosistemas de clima templado en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14(3),
615 572-591. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6288>

616 von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*
617 (George Braziller).

618 von Bertalanffy, L. (1975). *Perspectives on General System Theory: Scientific-philosophical*
619 *Studies* (George Braziller).

620