



Agroforestería multipropósito y resiliente al clima en el Himalaya oriental

Ghanashyam Sharma

Introducción

Los productores tradicionales de varias regiones en desarrollo han transmitido a sus descendencias el conocimiento sobre sistemas complejos de producción de fincas que les permite manejar eficazmente los entornos difíciles y las variaciones climáticas, al tiempo que satisfacen las necesidades de subsistencia. Estos sistemas han tenido éxito sin depender de tecnologías agrícolas modernas como la mecanización, los fertilizantes químicos o los pesticidas. El rico legado histórico de prácticas agroforestales de la India sigue siendo reconocido por los ecologistas contemporáneos y las agencias de desarrollo (Kumar y Sikka 2014).

“La agroforestería puede mejorar la situación socio ecológica y socioeconómica de las poblaciones indígenas y mejorar los servicios ecosistémicos de montaña”.

El Centro Nacional de Investigación Agroforestal de la India (NRCA, por sus siglas en inglés) ha llevado a cabo investigaciones valiosas y útiles, como la identificación de especies arbóreas adecuadas para las diferentes zonas agroecológicas del país. Uno de los resultados del Congreso Mundial de Agroforestería de 2014 fue la promulgación de la Política Nacional de Agroforestería de la India.



Agroforestería basada en bosques alrededor de fincas cultivadas. Foto: Ghanashyam Sharma

Los sistemas tradicionales de finca en el Himalaya oriental son un ejemplo convincente de sistemas agroforestales a pequeña escala (incluidos los huertos caseros) que han sido manejados por productores indígenas durante generaciones. Estos sistemas ofrecen beneficios socioecológicos, socioculturales y socioeconómicos. Su diversa gama de árboles multipropósito, arbustos, cultivos tradicionales y ganado (Sharma et al. 2016) promueve la sostenibilidad ecológica.

Son más diversos que el monocultivo y brindan múltiples servicios a los hogares. Las prácticas predominantes de uso de la tierra en la región incluyen agrobosques y otros sistemas agroforestales, áreas de cultivos abiertos y bosques adyacentes. Este artículo analiza los esfuerzos para implementar el manejo agrícola basado en la agroforestería indígena en la región oriental del Himalaya.

Diversidad agroforestal

A principios del siglo XVII, los productores nepalíes iniciaron prácticas agrícolas en terrazas en Sikkim. Posteriormente, estos productores idearon una variedad de sistemas agroforestales dentro de Sikkim que se extendieron hacia Bután y el noreste del Himalaya. Estas innovaciones fueron adoptadas posteriormente por otros productores de montaña de la región. Las prácticas agroforestales tradicionales de la región se clasifican en siete sistemas basados en: fincas, bosques, cardamomo grande (con dos subsistemas: aliso-cardamomo y árboles mixtos-cardamomo), mandarinas, cultivos/árboles mixtos, tala y quema y jardines de té (Cuadro 1). Estos sistemas poseen el potencial de mejorar los medios de vida al proporcionar a los productores una gama de alternativas para

aumentar tanto la producción de la finca como los ingresos. Además, apoyan las funciones productivas y protectoras de los ecosistemas, incluida la promoción de la diversidad biológica, el mantenimiento de ecosistemas saludables, la preservación del suelo y los recursos hídricos, el almacenamiento de carbono terrestre y la mejora de la resiliencia.

Agroforestería basada en fincas

En este sistema, los productores manejan especies arbóreas multipropósito para forraje, leña y madera dentro y alrededor de las tierras cultivables, así como en terrazas elevadas para estabilizar el suelo. También practican cultivos intercalados bajo las copas de los árboles (foto página 145). El sistema consiste en *sukha-bari* (campos de secano) con cultivos como maíz-papa y maíz-jengibre, así como *pani-khet* (campos húmedos a base de arroz) donde el arroz es seguido por cultivos de invierno y hortalizas. La gestión eficaz de los árboles forrajeros y la producción de alimentos es fundamental para mantener el ganado.

Agroforestería basada en bosques

Este sistema integra áreas boscosas y cultivadas (ver foto arriba), incluyendo arboledas de bambú. Los productores cultivan árboles multipropósito (con funciones sociales, ecológicas, económicas y estéticas) y salvaguardan las especies maderables para la construcción y las reparaciones. Para regular el agua y evitar inundaciones, regular la erosión y estabilizar los taludes, las parcelas agroforestales se sitúan a lo largo de crestas y surcos, verticalmente y horizontalmente entre taludes. El drenaje cuesta abajo ofrece un riego constante y las laderas en terrazas están protegidas por agrobosques.

Agroforestería a base de cardamomo grande

Este sistema utiliza una diversidad de árboles de usos múltiples, incluyendo árboles forrajeros y arbustos, árboles maderables, árboles frutales, etc. (ver foto a, abajo). El cardamomo grande (*Amomum subulatum*) es un cultivo comercial valioso que se cultiva en los estados nororientales de la India, Bután y Nepal entre los 600 y los 2300 metros sobre el nivel del mar, en zonas con precipitaciones medias anuales de 1500 a 3500 mm. Su aroma y sabor distintivos lo hacen muy buscado en el mercado mundial. La producción de cardamomo grande implica un bajo volumen por planta y requiere insumos de mano de obra relativamente bajos, lo que es ventajoso para los pequeños productores.

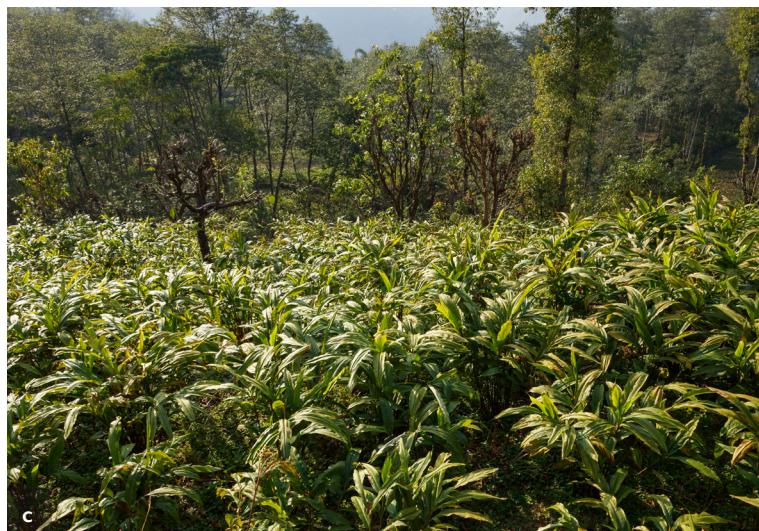
Agroforestería basada en aliso-cardamomo

El aliso del Himalaya (*Alnus nepalensis*) es un árbol que ocurre de manera natural y forma una asociación beneficiosa con el cardamomo, ya que ofrece sombra, fijación de nitrógeno y hojarasca rica en nutrientes (Sharma et al. 2008). Esta

especie pionera prospera en entornos desafiantes, como suelos propensos a deslizamiento de tierra, hábitats desnudos, laderas rocosas, orillas de arroyos y áreas naturales. Los productores establecen gradualmente una asociación de aliso y cardamomo (ver foto b, a continuación) plantando plantas jóvenes de cardamomo y regulando anualmente la densidad de árboles (Sharma et al. 2016). El sistema tiene viabilidad económica, adaptabilidad ecológica, aceptabilidad social y un considerable potencial de secuestro de carbono (Sharma y Sharma 2017).

Agroforestería mixta de árboles y cardamomo

Los árboles de sombra comunes utilizados en los sistemas agroforestales de cardamomo grande incluyen *Schima wallichii*, *Engelhardtia acerifolia*, *Eurya acuminata*, *Leucosceptrum canum*, *Maesa chisia*, *Symplocos theifolia*, *Ficus nemoralis*, *Ficus hookeri*, *Nyssa sessiliflora*, *Osbeckia paniculata*, *Viburnum cordifolium*, *Litsaea polyantha*, *Macaranga pustulata* y *Alnus nepalensis* (ver foto c, abajo). Las prácticas agroforestales de cardamomo grande también conservan elementos de biodiversidad en



Sistemas agroforestales diversos a) agroforestería de cardamomo grande; b) agroforestería de aliso y cardamomo; c) agroforestería mixta árboles-cardamomo. Fotos: Ghanashyam Sharma

la región. Este sistema promueve una gama más diversa de especies arbóreas que otros sistemas agroforestales de la región. Los árboles también sustentan a las aves y otros animales silvestres, lo que contribuye a la estructura y al funcionamiento ecológico del sistema.

Agroforestería a base de mandarinas

Este sistema (que también incluye *Albizia stipulata* y otras especies arbóreas) intercala cultivos comerciales de alto valor, como la mandarina de Sikkim (*Citrus reticulata*) y el jengibre con maíz, legumbres, trigo sarraceno, mijo, semillas oleaginosas, taro y ñame en tierras de sujá-*bari* no irrigadas (véase la foto a, abajo). El cultivo de cardamomo grande también se incluye en este sistema. El sistema es prometedor en elevaciones más bajas (250 - 1700 m). *Albizia*, otra especie fijadora de nitrógeno se cultiva comúnmente junto con otros árboles para enriquecer la fertilidad del suelo.

Agroforestería basada en cultivos/árboles mixtos (>300 m)

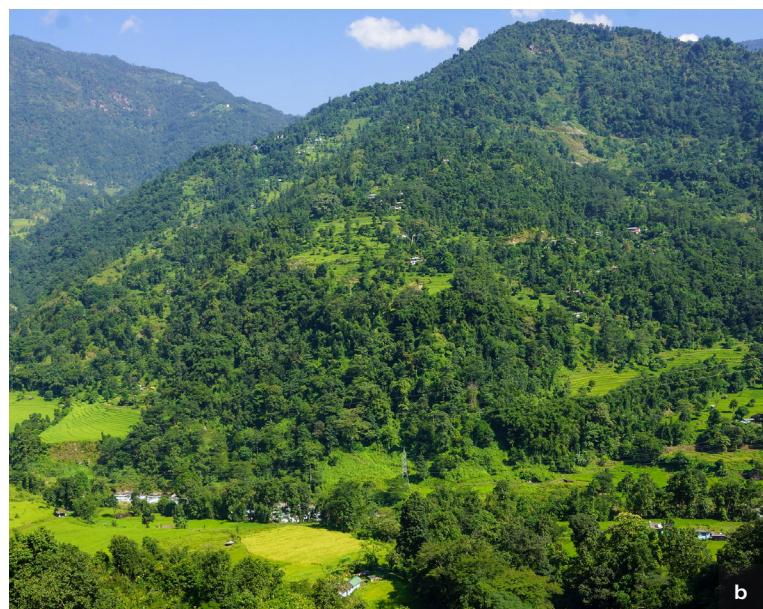
Las riberas de los ríos y las laderas en terrazas contribuyen a la diversidad genética de las variedades tradicionales de arroz, como el *krishna bhog*, el *nuniya* y el *kataka*. Este paisaje agroforestal (ver foto b, abajo) demuestra la importancia de los conocimientos ecológicos tradicionales. Algunas variedades de arroz de secano y húmedo han disminuido, mientras que las variedades de arroz de riego, como *attey*, *timmurey*, *jhapaka*, *bacchhi*, *mansaro*, *baghey-tulasi*, *champasari*, *sikrey* y *taprey*, están bien adaptadas a zonas agroecológicas que oscilan entre los 300 y los 1800 m de altitud (Sharma y Sharma 2017). Las terrazas arboladas protegen el cultivo de

arroz en las tierras altas, conservan el agua y proporcionan nutrientes.

Durante el invierno se cultivan legumbres, frijoles, maíz, trigo, trigo sarraceno, semillas oleaginosas y hortalizas. Este sistema agroforestal también integra cardamomo grande y bosques, conservando el agua, controlando las inundaciones y proporcionando nutrientes y hábitat para los animales silvestres. La región sustenta la agrobiodiversidad, conservando las prácticas tradicionales de riego y los diversos sistemas de cultivo. Numerosos productores practican la agroforestería, permitiendo que sus animales pasten dentro de estos sistemas, mientras que otros optan por alimentar a su ganado dentro de sus fincas agroforestales debido a la escasez de áreas de pastoreo.

Agroforestería de tala y quema

La comunidad indígena Lepcha en Sikkim ha ideado sistemas agroforestales adaptados tanto a los valles como a las laderas empinadas. Empleando una técnica conocida como *bhashmey-kheti*, practican la agricultura itinerante en el valle de Dzongu (véase la foto a, página siguiente). Esta técnica de tala y quema implica una serie de pasos: en diciembre, se tala una considerable extensión de bosque. Los escombros resultantes se queman como medio para generar fertilizante, una práctica que se lleva a cabo desde mediados de febrero hasta mediados de marzo. Después de esto, con el advenimiento de la temporada de monzones, se siembran los cultivos. Después de uno o dos ciclos de cultivo, la tierra se deja en barbecho, mientras se preparan nuevas áreas. Este proceso laborioso involucra a todos los miembros de la familia. Los hombres



Sistemas agroforestales diversos a) Agroforestería basada en mandarina; b) agroforestería basada en cultivos/árboles mixtos.
Fotos: Ghanashyam Sharma

se dedican a tareas físicamente exigentes y las mujeres se encargan de la limpieza de escombros, la selección de semillas, la siembra y la cosecha. Los productores cultivan variedades tradicionales de cereales, legumbres, semillas oleaginosas, tubérculos y cultivos poco utilizados y menos conocidos; las mujeres desempeñan un papel crucial en la salvaguardia y conservación de las semillas.

Este método se basa en la fertilidad del suelo de los bosques talados para cultivar una amplia gama de cultivos, que abarcan el arroz de secano, el arroz húmedo, el maíz, el trigo, la cebada descascarillada, el trigo sarraceno, el mijo, los amarantos en grano, la avena, el sorgo, las lágrimas de Job (*Coix lachryma*), el jengibre, la cúrcuma, vegetales y legumbres, el chayote (*Sechium edule*), el ñame domesticado y silvestre (*Dioscorea spp.*), la yuca, la colocasia (*Colocasia esculenta*), y una variedad de especies de cucurbitáceas. La región de Dzongu tiene actualmente un único arrozal de secano de tierras altas (*tuk-mor-zho*), una antigua práctica del pueblo Lepcha. También cultivan naranjas, mandarinas, guisantes, peras, ciruelas, aguacates y cardamomo grande, así como comestibles silvestres, que abarcan plantas medicinales y aromáticas.

Hasta principios de la década de 2000, la agricultura itinerante (*sudyom prek shyon* o *sudyom hong shyong*) era el método agrícola predominante practicado por los Lepcha en las empinadas laderas de la zona de Dzongu. Los ecos de este enfoque aún persisten en las partes altas de Dzongu, donde se cultiva una amplia gama de cultivos.

Jardín de té

El jardín de té Temi (*Camellia sinensis L.*), establecido en 1969, abarca un área de 176 hectáreas a lo largo de laderas empinadas que van desde los 1,200 a 1,800 m de altitud. Este té alcanza un precio superior en el mercado internacional. El primer brote de té Temi alcanzó un precio récord de 10,250 rupias por kg (124 dólares) en 2023. El jardín es operado por el Gobierno de Sikkim y produce aproximadamente 100 toneladas métricas de té al año, que se procesan y envasan *in situ*. Recientemente, el jardín de té ha sido certificado como orgánico, lo que ha provocado un aumento de la demanda.

Las colinas de Darjeeling tienen una superficie total de 241,700 hectáreas, de las cuales se estima que el 40% está cubierto por bosques, el 40% por *khasmal* (bosques de uso comunitario) y municipios, el 2% por plantaciones de quina y el 18% por plantaciones de té (véase la foto b, abajo). Plantado por primera vez en 1839, el té Darjeeling tiene una calidad que es el resultado del clima, las condiciones del suelo, la altitud y el procesamiento meticuloso. Cada año se cultivan unas 10,000 toneladas métricas, repartidas en 17,500 hectáreas de tierra. El té tiene su propio aroma especial, una fragancia rara que llena los sentidos. El té de Darjeeling ha sido saboreado por conocedores de todo el mundo. El primer brote de este té se vendió por unos 278 dólares por kg en 2023.

Este sistema integrado ofrece ventajas ecológicas y económicas y promueve la conservación de la biodiversidad. El sistema incluye: 1) el cultivo en callejones (té cultivado entre hileras de especies leñosas/no leñosas), lo que beneficia la fertilidad del suelo, el secuestro de carbono y el control de la



Diversos sistemas agroforestales a) agroforestería basada en la tala y quema; b) sistema agroforestal basado en huertos de té, valle de Teesta, Darjeeling. Fotos: Ghanashyam Sharma



erosión; 2) el cultivo intercalado de té con jengibre, cúrcuma o árboles frutales que diversifica los ingresos y mejora el control de plagas; y 3) la preservación de los hábitats naturales

(arroyos, estanques, bosques) dentro de las plantaciones de té para promover la biodiversidad y favorecer a los polinizadores, aves y mamíferos.

Cuadro 1. Dinámica de rodales en siete sistemas agroforestales

Parametro	Sistemas agroforestales						
	1. Basada en fincas	2. Basado en bosques	3. Basado en cardamomo grande	4. Basado en mandarina	5. Basado en cultivos-arboles	6. basado en tumba y quema	7. basado en jardines de té
Densidad de árboles (árboles ha ⁻¹)	198 ± 25	843 ± 132	417 ± 17	280 ± 54	723 ± 124	153 ± 34	78 ± 34
Área basal (m ² ha ⁻¹)	6.43 ± 1.21	21.36 ± 3.66	19.51 ± 3.43	5.10 ± 1.23	12.51 ± 1.49	3.87 ± 2.6	3.12 ± 0.5
Biomasa árboles (t ha ⁻¹)	12.84 ± 2.54	59.45 ± 3.25	64.61 ± 5.81	15.21 ± 26	23.42 ± 4.53	10.32 ± 31	6.32 ± 42
Productividad primaria neta (t ha ⁻¹)	4.65 ± 1.87	8.43 ± 2.39	12.61 ± 3.26	3.51 ± 1.26	5.13 ± 0.99	6.35 ± 24	No estimado
Rendimiento de los cultivos (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	1.14 ± 1.65	0.21 ± 0.04	0.31 ± 0.10 1	1.25 ± 0.50 2	0.26 ± 0.12 1	2.18 ± 1.45	0.68 ± 0.51
Recolección de PFNM comestibles (kg ha ⁻¹)	124 ± 24	207 ± 5.34	30.41 ± 6.91	50 ± 12	105 ± 20	2.76 ± 1.05	No producido
Colecta de forraje (t ha ⁻¹)	2.36 ± 0.89	5.73 ± 2.54	0.21 ± 0.09	2.81 ± 1.35	3.57 ± 2.18	1.65 ± 0.65	No producido
Producción de hojarasca (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	9.35 ± 3.26 3	7.34 ± 2.17	10.25 ± 0.46	4.80 ± 1.81	6.93 ± 2.51	1.98 ± 0.35	No colectado
Residuos de cultivos (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	8.42 ± 2.47	0.17 ± 0.02	No colectado	3.24 ± 1.32	No colectado	1.53 ± 1.05	No colectado
Hojarasca de suelo (t ha ⁻¹)	5.23 ± 25	8.23 ± 2.15	34.91 ± 1.24	4.76 ± 2.11	26.87 ± 3.86	3.78 ± 1.25	No colectado
Extracción de residuos (t ha ⁻¹)	0.21 ± 0.04	2.83 ± 0.85	1.21 ± 1.23	0.05 ± 0.01	1.56 ± 1.65	1.24 ± 0.52	No colectado
Extracción de leña (t ha ⁻¹)	0.37 ± 0.15	1.78 ± 0.96	1.95 ± 0.23	0.21 ± 0.05	1.47 ± .24	3.42 ± 1.35	No colectado

Nota: El rendimiento agronómico incluye la cápsula de cardamomo (fruta), el rendimiento de los cultivos, la mandarina, las hojas de té y los residuos de los cultivos. Los valores se agrupan a partir de tres réplicas (sitios). Fuente: actualizado de Sharma et al. (2016).

Costos y beneficios económicos

Los sistemas agroforestales tradicionales tienen importantes beneficios económicos y sociales para las comunidades locales. Los cultivos comerciales de alto valor proporcionan a los productores ingresos para apoyar la atención de la salud, la educación y las actividades sociales. Los sistemas agroforestales basados en las fincas también suministran productos esenciales para las necesidades de subsistencia, como alimentos para lograr una buena nutrición. Además de los beneficios estéticos y recreativos, los ecosistemas

agroforestales de montaña sirven como importantes reservas de agua potable y agua para la agricultura. Las prácticas agroforestales proporcionan un suministro continuo de productos forestales no maderables, cultivos subutilizados y aire limpio, todo lo cual mejora la calidad de vida de las comunidades de montaña (Sharma et al. 2016). El Cuadro 2 muestra que los costos asociados con el manejo y mantenimiento de los sistemas agroforestales tradicionales difieren según el sistema utilizado.

Cuadro 2. Insumo y producto monetario (USD ha⁻¹), y análisis costo-beneficio de siete sistemas agroforestales

Insumos costos (USD)	1. Basada en fincas	2. Basado en bosques	3. Basado en cardamomo grande	4. Basado en mandarina	5. Basado en cardamomo cultivo, mezcla de árboles	6. Basado en roza y quema	7. Basado en jardines de té
Mano de obra empleada para preparación tierra	201	18	—	82	—	87	—
Desmalezado	28	—	20	40	27	46	10
Mano de obra empleada para cosecha	45	11	24	30	31	26	50
Post-cosecha	8	—	48	11	51	11	—
Relleno de claros y replante	17	11	23	9	13	7	—
Leña para curar otros productos	—	—	43	—	28	—	—
Total insumos (USD)	299	40	158	172	150	177	60
Rendimiento agronómico	545	—	1,761	1,136	1,140	561	37,500
Extracción leña	25	121	123	14	74	10	—
Forraje (árbol/tierra)	15	15	—	8	9	6	—
PFNM/comestible silvestre	9	35	11	6	12	8	—
Total producción	594	171	1,895	1,164	1,235	585	37,500
Cociente producción/insumo	1.99	4.17	11.99	6.77	8.23	3.31	625.00

Nota: Los valores se agrupan a partir de tres réplicas (sitios). Fuente: actualizado de Sharma et al. (2016). PFNM = producto forestal no maderable.

La relación entre la producción y los insumos fue más alta en el caso de la agroforestería a base de té y la más baja en la agroforestería basada en fincas. Estos resultados indican que la elección del sistema agroforestal puede afectar significativamente tanto los costos como los beneficios de la producción. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a la hora de seleccionar el sistema agroforestal más adecuado. Estos hallazgos podrían utilizarse para informar a los tomadores de decisión sobre los sistemas agroforestales, incluidos los responsables de la formulación de políticas, los agricultores y los investigadores.

Funciones y servicios de la agroforestería tradicional en Sikkim

Los sistemas de cultivo situados adyacentes a la red de áreas protegidas en la región oriental del Himalaya proporcionan un corredor biológico vital para el movimiento de animales silvestres emblemáticos, a lo largo del Himalaya dentro de la India, y a través de la frontera hacia Bután en el este, la Región Autónoma Tibetana de China en el norte y Nepal en el oeste. Los paisajes agrícolas son cruciales para sustentar a las especies amenazadas a nivel mundial y biológicamente restringidas, manteniendo así la conectividad biológica. En la región, la biodiversidad silvestre y la agroforestería tradicional

son elementos paisajísticos caracterizados por una estrecha interacción entre las personas y los sistemas naturales.

En la cuenca del Himalaya, la agricultura convencional se asocia con una alta escorrentía y pérdidas de suelo y nutrientes. Por el contrario, las prácticas agroforestales tradicionales conservan el suelo y los nutrientes, lo que ayuda a mantener los servicios ecosistémicos y la biodiversidad (Pandey et al. 2013). Estos sistemas agroforestales cumplen diversas funciones que apoyan la sostenibilidad ecológica: mantener la fertilidad del suelo, conservar los recursos, mejorar la productividad y reducir la erosión. Operados por pequeños productores, satisfacen las demandas del mercado a través de una producción sostenible. Se adaptan a las tierras marginales y apoyan a los pueblos empobrecidos e indígenas (Sharma et al. 2007). También mejoran la resiliencia, proporcionando cobertura forestal y cultivos comerciales perennes.

Los sistemas agroforestales tradicionales tienen un notable nivel de diversidad de cultivos (Cuadro 3), incluyendo un número significativo de variedades para arroz (88), maíz (31) (Sharma y Pradhan 2023) y legumbres y vegetales (34), entre otros.

Además, estos sistemas sustentan una amplia gama de especies de plantas, incluidas más de 483 plantas medicinales y aromáticas, 216 especies de malezas, más de 250 cultivos forrajeros, 150 especies maderables y más de 290 especies de árboles multipropósito, así como 20 especies de bambú. Estos paisajes agroforestales son un patrimonio agrícola que desempeñan un papel vital en la preservación de los recursos genéticos y en el mantenimiento de la agrobiodiversidad.

Cuadro 3. Riqueza de especies y variedades de cultivos comúnmente cultivados en sistemas agroforestales del Himalaya oriental

Cultivo	Nombre local	Número de variables
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	Dhan	88
Vegetales	Sabjiharu	75
Frutas	Falharu	63
Eskush (<i>Sechium edule</i>)	Eskush	55
Especias	Masala	38
Legumbres y frijoles/legumes (<i>Phaseolus</i> spp., etc.)	Simbi-bori	34
Tubérculos	Tarul	33
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Makai	26
Falsos cereales (cultivos menos conocidos)	Geda-gudi	21
Mostaza (<i>Brassica</i> spp.) and other oil seeds	Tori/Rayo	18
Citrus (<i>Citrus</i> spp.)	Suntola	13
Banana (<i>Musa</i> sp.)	Kera	9
Mijo africano (<i>Eleucine coracana</i>)	Kodo	8
Calabaza (<i>Cucurbita</i> sp.)	Pharsi	8
Chile (<i>Capsicum</i> spp.)	Khorsani	8
Taro (<i>Colocasia</i> sp.)	Pindalu	6
Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>)	Aaduwa	5
Trigo sarraceno (<i>Fagopyrum tataricum</i>)	Phaper	4
Soja (<i>Glycine max</i>)	Bhatmas	3
Cebada (<i>Hordeum</i> spp.)	Jau	3
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Gehun	2
Total		520

Conclusiones

Los sistemas agroforestales tradicionales en el Himalaya oriental ofrecen un enfoque sostenible para equilibrar las necesidades alimentarias y de los medios de vida a corto plazo con la conservación del medio ambiente a largo plazo. Estos sistemas ejemplifican cómo la agroforestería puede mejorar la situación económica de las poblaciones rurales y mejorar los servicios de los ecosistemas de montaña. La sostenibilidad de la agricultura convencional es reducida debido a las intervenciones centradas en la producción, que dejan de lado el mantenimiento de los agroecosistemas y el empleo de los pequeños agricultores. En el noreste del Himalaya, los sistemas de secano de cultivos mixtos a pequeña escala tienen sus raíces en la sabiduría tradicional de las montañas. El conocimiento agroforestal indígena disminuye con los cambios socioeconómicos, al igual que en otros países en desarrollo. Las tendencias varían debido a la agroecología, la demografía y el acceso a los mercados. La investigación debe evaluar las brechas, especialmente las relacionadas con los árboles de usos múltiples. Esto se alinea con las tradiciones productivas, amortigua el cambio climático y secuestra carbono para la resiliencia.

Referencias

Kumar BM and Sikka AK. 2014. Agroforestry in South Asia: Glimpses from Vedic to present times. *Indian Farming* 63(11):2–5. https://www.researchgate.net/publication/330212507_Agroforestry_in_South_Asia_Glimpses_from_Vedic_to_present_times.

Pandey R, Meena D, Aretano R, Satpathy S, Semeraro T, Gupta AK, Rawat S and Zurlini G. 2013. Socio-ecological vulnerability of smallholders due to climate change in mountains: Agroforestry as an adaptation measure. *Change Adaptation in Socioecological Systems* 2:26–41. <https://doi.org/10.1515/cass-2015-0003>.

Sharma G and Sharma E. 2017. Agroforestry systems as adaptation measures for sustainable livelihoods and socio-economic development in the Sikkim Himalaya. In: Dagar JC and Tewari VP. eds. *Agroforestry: Anecdotal to Modern Science*. Springer Nature Singapore Pte Ltd., pp. 217–243. http://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_8.

Sharma G, Honsdorff B and Singh KK. 2016. Comparative analysis on the socio-ecological and economic potentials of traditional agroforestry systems in the Sikkim Himalaya. *Tropical Ecology* 57(4):751–764. https://www.researchgate.net/publication/318912284_Comparative_analysis_on_the_socio-ecological_and_economic_potentials_of_traditional_agroforestry_systems_in_the_Sikkim_Himalaya.

Sharma G, Sharma R and Sharma E. 2008. Influence of stand age on nutrient and energy release through decomposition in alder-cardamom agroforestry systems of the eastern Himalayas. *Ecological Research* 23:99–106. <https://doi.org/10.1007/s11284-007-0377-9>.

Sharma G and Pradhan BK. 2023. *Exploring the Diversity of Maize (Zea mays L.) in the Khangchendzonga Landscapes of the Eastern Himalaya*. Intech Open, United Kingdom, pp. 1–26. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.112566>.

Sharma R, Xu J and Sharma G. 2007. Traditional agroforestry in the eastern Himalayan region: Land management system supporting ecosystem services. *Tropical Ecology* 48(2):1–12. https://kiran.nic.in/pdf/agri-info/jhum%20cultivation/Traditional_agroforestry.pdf.

Afiliación del autor

Ghanashyam Sharma, The Mountain Institute India (banstolag@gmail.com)