

PROYECTO 319069

“Resiliencia y estabilidad socioecológica de la cafeticultura mexicana bajo sombra: hacia nuevos paradigmas”

ETAPA 3



INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

Área: Inventario de carbono y biodiversidad

JOSE MANUEL CONTRERAS LÓPEZ

Coordinador de brigada

Responsable técnico: Dr. Martín A. Bolaños González

TEXCOCO, MÉX. A 31 DE OCTUBRE DEL 2024

INTRODUCCION

El cambio climático se definió en la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC) como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IPCC, 2007).

El principal Gas de Efecto Invernadero (GEI) antropógeno de la atmósfera es el dióxido de carbono (CO₂), el cual contribuye con ~65% al forzamiento radiativo ocasionado por el conjunto de GEI de larga duración, siendo responsable del ~82% del aumento de ese forzamiento en los últimos 10 años y de ~83% en los últimos 5 (OMM, 2017). El CO₂ se almacena en la biomasa vegetal, por consiguiente, la vegetación actúa como sumidero de carbono y contribuye a reducir las concentraciones de CO₂ atmosférico (Brown, 2010).

El Inventario de Carbono abarcó la evaluación de los servicios ecosistémicos relacionados con el almacenamiento de carbono, el ciclo hídrico y la biodiversidad de plantas vasculares. Además, está orientado a analizar la dinámica del carbono mediante cronosecuencias a lo largo de un gradiente de perturbación.

Durante el presente año, correspondiente a la tercera etapa, se llevaron a cabo actividades en las sierras de Oaxaca, específicamente en la Mixe y Juárez (Villa Alta-Zapoteca), así como en La Montaña del estado de Guerrero, en el municipio de Malinaltepec. Este proyecto, financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) y titulado “Resiliencia y estabilidad socioecológica de la cafecultura mexicana bajo sombra: hacia nuevos paradigmas”, está liderado por el Colegio de Postgraduados en colaboración con otras instituciones de enseñanza e investigación.

Para lograr algunos de los objetivos del proyecto, es necesario conocer los niveles de carbono y biodiversidad, así como los indicadores de fertilidad del suelo en diversos tipos de cafetales. El cultivo de café bajo árboles de sombra es un ejemplo de producción alimentaria que promueve simultáneamente diversos servicios ecosistémicos, tales como la captura de carbono, la recarga de acuíferos y la conservación del suelo. Además, este sistema mantiene la calidad del agua, la biodiversidad y las poblaciones de polinizadores, entre otros beneficios.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El levantamiento de datos para el inventario de carbono se llevó a cabo en el periodo del 23 de mayo al 16 de Julio del 2024.

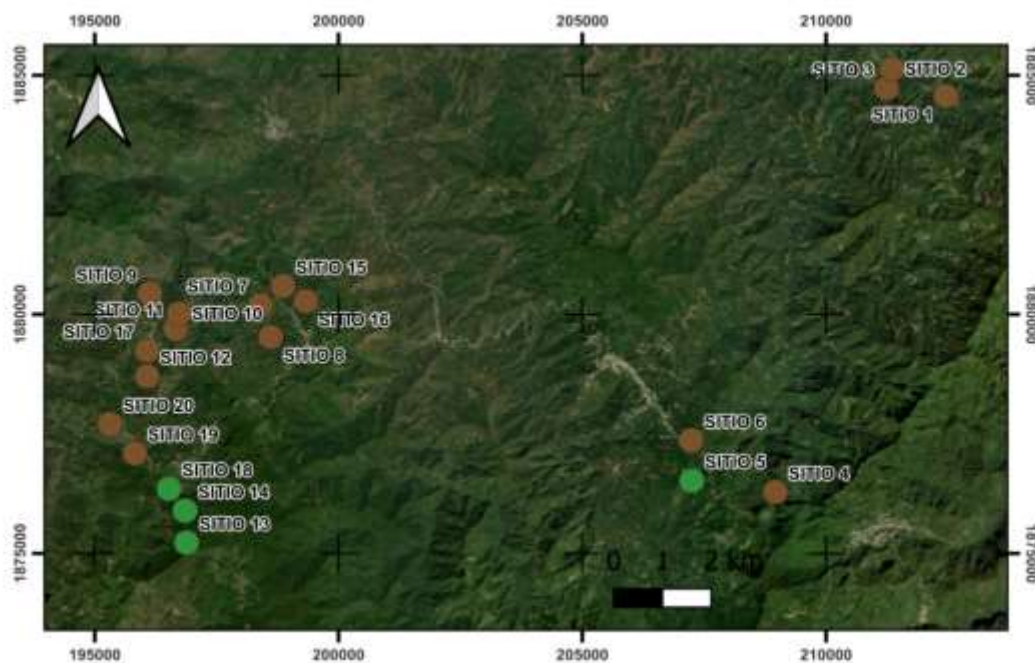
Previo a los muestreos, se realizó la capacitación correspondiente para el uso adecuado del equipo y material de campo. Posteriormente, mediante el diálogo con productores de cafetales orgánicos de la cooperativa Michiza, productores independientes del estado de Guerrero y autoridades comunales de la localidad de Trinidad Ixtlán, Oaxaca, se logró

obtener acceso a un total de 60 sitios de muestreo para la ejecución del levantamiento de datos del inventario de carbono.

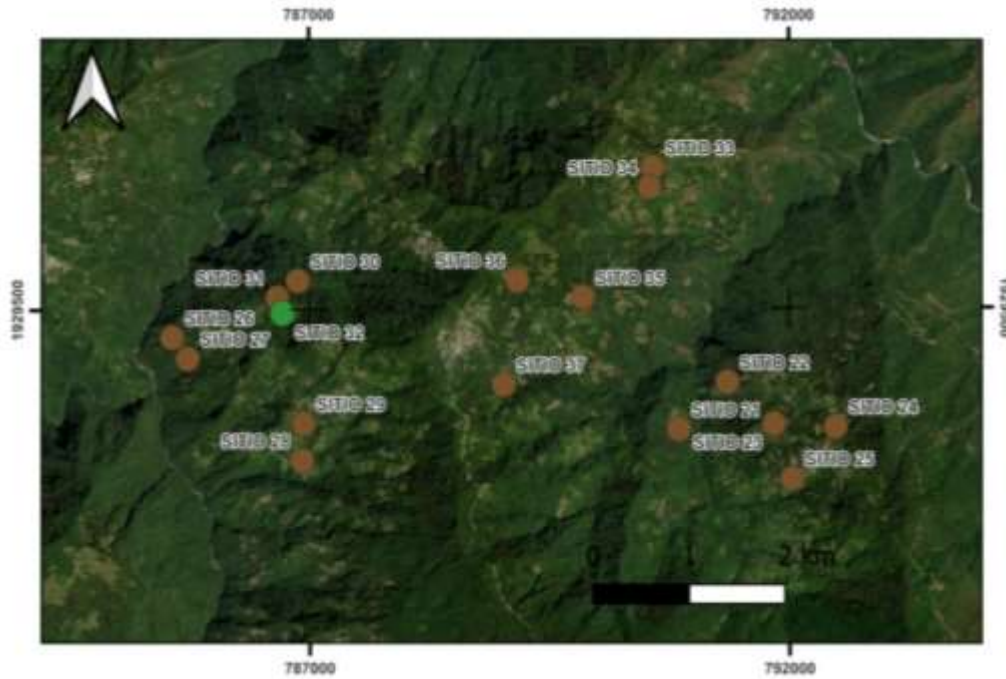
Distribución de los Sitios de Muestreo

- **Zona Mixe:** Se ubicaron 20 sitios en los municipios de San Miguel Quetzaltepec y San Pedro Ocotepc, en el estado de Oaxaca (ver Mapa 1).
- **Zona Zapoteca en la Villa Alta:** Otros 20 sitios se establecieron en los municipios de San Juan Yaee, Santiago Lalopa (Mapa 2) y Santiago Xiacuí (Mapa 3), también en Oaxaca.
- **Sierra de Guerrero:** Finalmente, los últimos 20 sitios se ubicaron en el municipio de Malinaltepec, Guerrero (ver Mapa 4).

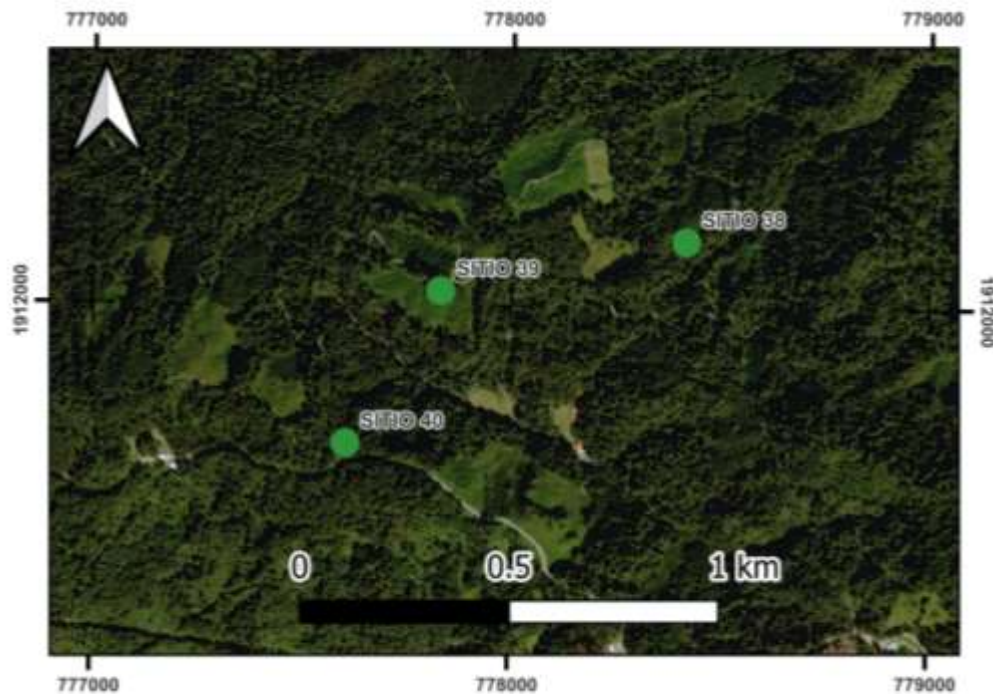
La información detallada de cada sitio se encuentra en la **Tabla 1**



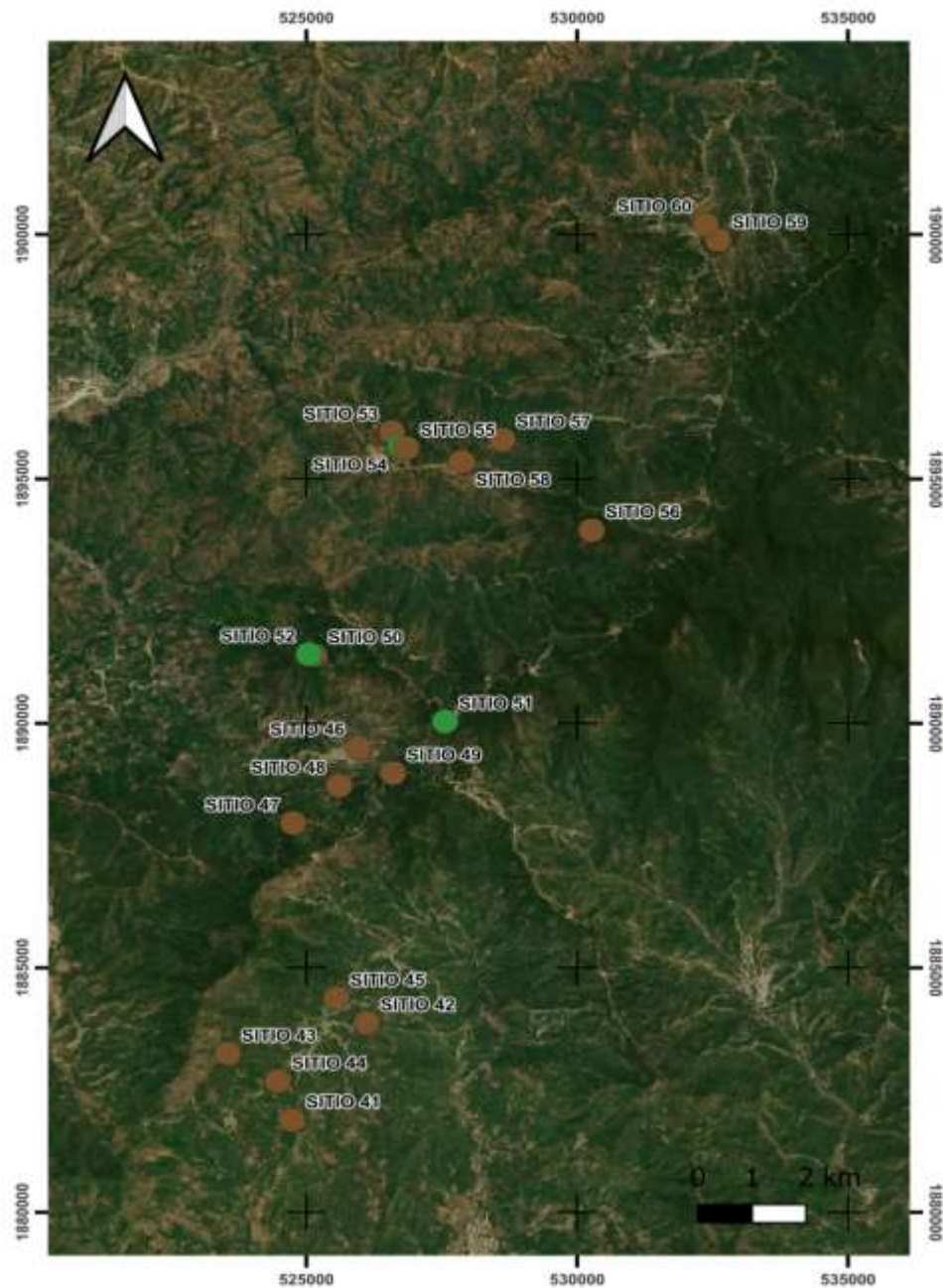
Mapa 1. Sitios de Muestreo en la zona Mixe en los Municipios de San Miguel Quetzaltepec y San Pedro Ocotepc en el estado de Oaxaca.



Mapa 2. Sitios de Muestreo en la zona zapoteca, municipios de San Juan Yae y Santiago Lalopa.



Mapa 3. Sitios de Bosque de Pino en Trinidad Ixtlán, Santiago Xiacuí, Oaxaca.



Mapa 4. Sitios de muestreo en la sierra de Guerrero, Municipio de Malinaltepec.

Tabla 1. Sitios de muestreo para el inventario de datos de carbono

Sitio	Zona UTM	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Vegetación	Localidad	Tipo de Manejo
1	15 N	212455.24	1884568.73	725	Cafetal	El Tesoro	Orgánico
2	15 N	211349.99	1885131.68	638	Cafetal	El Tesoro	Orgánico
3	15 N	211235.86	1884725.89	708	Cafetal	El Tesoro	Orgánico
4	15 N	208956.8	1876282.9	1244	Cafetal	San Miguel Quetzaltepec	Orgánico
5	15 N	207245.9	1876521.3	1398	Pino-encino	San Miguel Quetzaltepec	Orgánico
6	15 N	207233.2	1877365	1288	Cafetal	San Miguel Quetzaltepec	Orgánico
7	15 N	198398.71	1880196.73	1089	Cafetal	Santa Cruz Ocotál	Orgánico
8	15 N	198602.41	1879529.23	1065	Cafetal	Santa Cruz Ocotál	Orgánico
9	15 N	196126.09	1880434.62	756	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
10	15 N	196723.8	1880014.3	878	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
11	15 N	196658.18	1879693.81	989	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
12	15 N	196074.24	1878703.22	1233	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
13	15 N	196878.67	1875224.87	1938	Bosque mesófilo	San Pedro Ocotepec	No aplica
14	15 N	196848.36	1875892.09	1824	Bosque mesófilo	San Pedro Ocotepec	No aplica
15	15 N	198858.6	1880592.9	1157	Cafetal	Santa Cruz Ocotál	Orgánico
16	15 N	199327.3	1880275.4	1124	Cafetal	Santa Cruz Ocotál	Orgánico
17	15 N	196067.9	1879245.1	1054	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
18	15 N	196517.5	1876353.2	1710	Encino-Pino	San Pedro Ocotepec	No aplica
19	15 N	195817.5	1877093.3	1436	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
20	15 N	195308.2	1877702.9	1349	Cafetal	San Pedro Ocotepec	Orgánico
21	14 N	790850	1928234	896	Cafetal	Santiago Lalopa	Orgánico
22	14 N	791355.5	1928725.7	909	Cafetal	Santiago Lalopa	Orgánico
23	14 N	791842.2	1928288	1071	Cafetal	Santiago Lalopa	Orgánico
24	14 N	792483.5	1928254.1	1127	Cafetal	Santiago Lalopa	Orgánico
25	14 N	792031.1	1927714.3	1127	Cafetal	Santiago Lalopa	Orgánico
26	14 N	785571.15	1929208.42	763	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
27	14 N	785731.62	1928986.22	782	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
28	14 N	786923.66	1927916.54	956	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
29	14 N	786940.1	1928305.7	1066	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
30	14 N	786879.7	1929799.1	1055	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
31	14 N	786666.18	1929624.23	1146	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
32	14 N	786719.53	1929459.77	1148	Bosque de pino	Santiago Yagallo	Orgánico
33	14 N	790579.39	1930977.94	1140	Cafetal	Santiago Yagallo	Orgánico
34	14 N	790545.4	1930769.2	1058	Cafetal	San Juan Yaee	Orgánico
35	14 N	789850.2	1929619.6	1242	Cafetal	San Juan Yaee	Orgánico
36	14 N	789166.15	1929799.42	1402	Cafetal	San Juan Yaee	Orgánico
37	14 N	789023.7	1928705.3	1264	Cafetal	San Juan Yaee	Orgánico
38	14 N	778417.17	1912162.46	2571	Bosque de pino	Trinidad Ixtlán	No aplica
39	14 N	777830.7	1912035.1	2603	Bosque de pino	Trinidad Ixtlán	No aplica
40	14 N	777606.1	1911654.2	2576	Bosque de pino	Trinidad Ixtlán	No aplica
41	14 N	524740.74	1881887.38	769	Cafetal	Tierra Colorada	Convencional
42	14 N	526114.1	1883875.5	1065	Cafetal	Tierra Colorada	Convencional
43	14 N	523554.41	1883247.86	1024	Cafetal	Tierra Colorada	Convencional
44	14 N	524476.73	18822682.3	893	Cafetal	Tierra Colorada	Convencional
45	14 N	525556.87	1884376.78	1080	Cafetal	Tierra Colorada	Convencional
46	14 N	525963.36	1889505.08	1405	Cafetal	Colombia de Guadalupe	Convencional
47	14 N	524760.1	1887964.42	1300	Cafetal	Colombia de Guadalupe	Convencional
48	14 N	525607.9	1888727.67	1391	Cafetal	Colombia de Guadalupe	Convencional
49	14 N	526601.32	1888985.58	1687	Cafetal	Colombia de Guadalupe	Convencional

50	14 N	525147.51	1891395.43	1676	Cafetal	Espino Blanco	Convencional
51	14 N	527562.6	1890039.6	2049	Bosque de pino	Colombia de Guadalupe	Convencional
52	14 N	525047.13	1891416.88	1660	Bosque de pino	Espino Blanco	Convencional
53	14 N	526582.4	1895962.6	1491	Cafetal	San Miguel el Progreso	Convencional
54	14 N	526747.2	1895660.8	1513	Cafetal	San Miguel el Progreso	Convencional
55	14 N	526847.44	1895634.02	1365	Bosque de pino	San Miguel el Progreso	Convencional
56	14 N	530270.89	1893951.07	1788	Cafetal	San Miguel el Progreso	Convencional
57	14 N	528621.8	1895805.3	1605	Cafetal	San Miguel el Progreso	Convencional
58	14 N	527873.4	1895353.3	1603	Cafetal	San Miguel el Progreso	Convencional
59	14 N	532605.3	1899883.3	1863	Cafetal	Tapayoltepec	Convencional
60	14 N	532368.17	1900208.32	1920	Cafetal	Tapayoltepec	Convencional

La brigada se conformó por un ayudante general, un especialista en carbono y un especialista en botánica. Las actividades para cada uno de los integrantes se realizaron acorde a los lineamientos y las metodologías establecidas en el Manual de Muestreos Cuantitativos y Cobertura Aérea y el Manual Muestreo Cuantitativo de Carbono, Bosques y Selvas V 2.0. De manera general, se realizaron las siguientes actividades:

- Ubicación de la parcela, registro de la vegetación menor del suelo y cobertura vegetal (Especialista en Carbono y especialista en botánica)
- Medición y toma de muestra de combustibles en los transectos (Especialista en Carbono con ayuda del auxiliar de campo)
- Registro de información de mantillo y suelo (con ayuda del auxiliar de campo).
- Registro de información de herbáceas (especialista en botánica)
- Registro de repoblado/ arbustos (con ayuda del especialista en botánica y auxiliar de campo).
- Registro de datos de plantas leñosas (con ayuda del especialista en botánica y auxiliar de campo).
- Determinación de especies de plantas y sus tipos funcionales (especialista en botánica).
- Toma de fotografías para medición de la cobertura vegetal (especialista en botánica).
- Llenado de formatos de campo y revisión de la información.
- Apoyo en la elaboración de bases de datos generales de los sitios de muestreo.

RESULTADOS

Se establecieron y midieron un total de 60 sitios de muestreo. De estos, 49 correspondieron a cafetales, 11 a sitios con vegetación natural (bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque de encino-pino). Como se mencionó anteriormente, del total de sitios, 40 se ubicaron en las sierras del estado de Oaxaca, Mixe y Juárez (zona Zapoteca) y, los 20 restantes, se localizaron en el municipio de Malinaltepec, Guerrero (Tabla 1).

Durante la campaña, se realizaron un total de 726 registros de plantas en cafetales y sitios con vegetación conservada en ambos estados (ver Figura 1). De estos registros,

se identificaron 40 familias, 52 géneros y 53 especies en 312 casos. Debido a la complejidad en la identificación de especies dada la alta diversidad observada, los 414 registros restantes solo pudieron determinarse a ciertos niveles taxonómicos:

- **306 registros:** agrupados en 76 géneros y 53 familias.
- **98 registros:** pertenecientes a 29 familias.
- **10 registros:** sin determinación taxonómica.

Asimismo, se identificaron un total de 25 grupos funcionales (ver Tabla 2) en todos los registros. Además, se capturaron fotografías utilizando cámaras NADIR y ZENIT en los 60 sitios de muestreo.

Los resúmenes numéricos de la riqueza de familias, géneros y especies se detallan por estado (ver Figura 3) y en la sumatoria de ambos estados (ver Figura 2). Es importante señalar que, en estos resúmenes, el nivel taxonómico determinado (familia, género o especie) representa la identidad del individuo, ya que en algunas familias o géneros se clasificaron dos o más individuos. Algunos especímenes carecían de estructuras taxonómicas clave, como flores o frutos, o estaban en estado inmaduro. Sin embargo, se lograron distinguir diferencias suficientes para no incluirlos en taxones ya determinados.

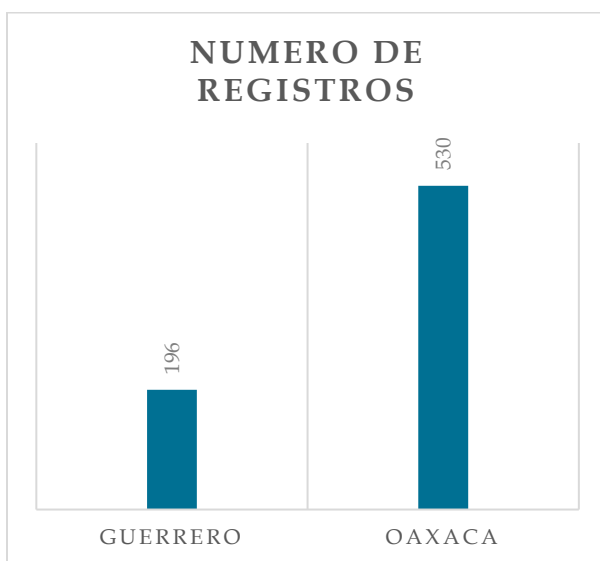


Figura 1. Numero de registros de plantas por estado.

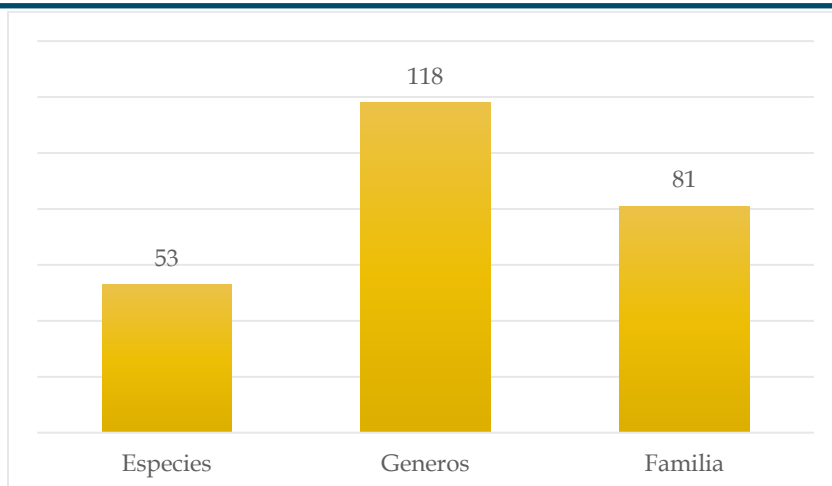


Figura 2. Riqueza en los diferentes niveles taxonómicos para los 60 sitios de muestreo.

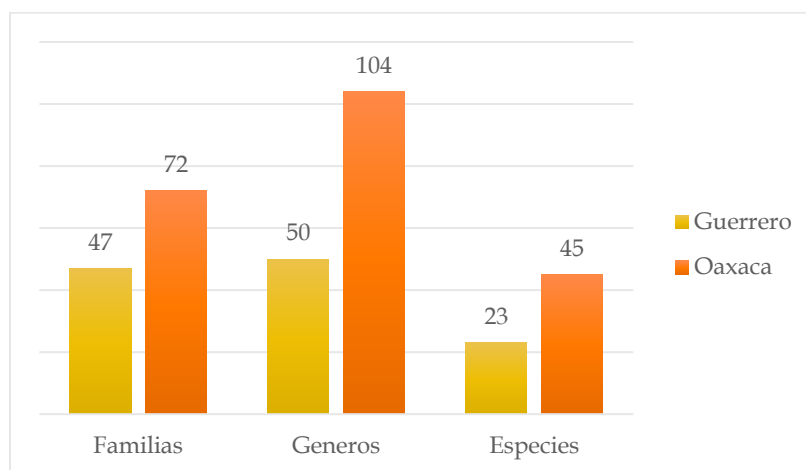


Figura 3. Riqueza en los diferentes niveles taxonómicos obtenida de los muestreos en cada estado.

Tabla 2. Grupos funcionales para individuos del estado de Oaxaca y Guerrero.

#	Grupo funcional	Número de individuos		
		Guerrero	Oaxaca	Total general
1	Le La Is Li	1		1
2	Ma La Is Pha	3	39	42
3	Ma La Is Hc	2	2	4
4	Me La Is Hc	4	24	28
5	Me La Is Pha	103	285	388
6	Me La Is Li	10	24	34
7	Me La Is Ch	11	12	23
8	Mg La Is Pha	7	12	19
9	Mg La Is Hc		2	2
10	Mi La Is Hc	15	33	48
11	Mi La Is Li	1	7	8
12	Mi La Is Ch	1	4	5
13	Mi La Is Pha	2	5	7
14	Na La Is Hc	9	12	21
15	Na La Is Li		1	1
16	Na La Is Pha	5	9	14
17	No La Is Li	1	8	9
18	No La Is Ch	3	14	17
19	No La Is Hc	2	1	3
20	No La Is Pha	7	15	22
21	Pl Co Is Hc		2	2
22	Pl La Is Ch		4	4
23	Pl La Is Li	1	1	2
24	Pl La Is Pha	8	13	21
25	Pl Ve Is So Pha		1	1
	Total general	196	530	726

De todos los registros se encontraron tres coníferas (dos especies de *Pinus spp.* y una de *Hesperocyparis lusitanica*, cinco helechos (*Aspleniaceae*, *Blechnum sp*, *Phlebodium sp* y dos especies de *Pteridium spp.*), una cícada (*Ceratozamia sp*) y 159 angiospermas. Las familias más abundantes fueron *Rubiaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae* y *Commelinaceae*. Tomando en cuenta cada estado de manera independiente, las abundancias fueron distintas. Los sitios de muestreo de las sierras de Oaxaca mostraron mayor abundancia en Fabáceas y Rubiáceas en comparación con los del estado de Guerrero, esto como consecuencia de que el número de muestreos fue el doble en el estado de Oaxaca (40 muestreos). Sin embargo, para las familias *Fagaceae* (Encinos) y *Clethraceae* (Moquillos) las abundancias fueron mayores en el estado de Guerrero, ya que los sitios de muestreo estaban localizados en bosques de encino y pino, donde

predominan especies de dichas familias. En las Figuras 4-6 se pueden observar gráficamente la abundancia de familias, géneros y especies, respectivamente, para cada estado.

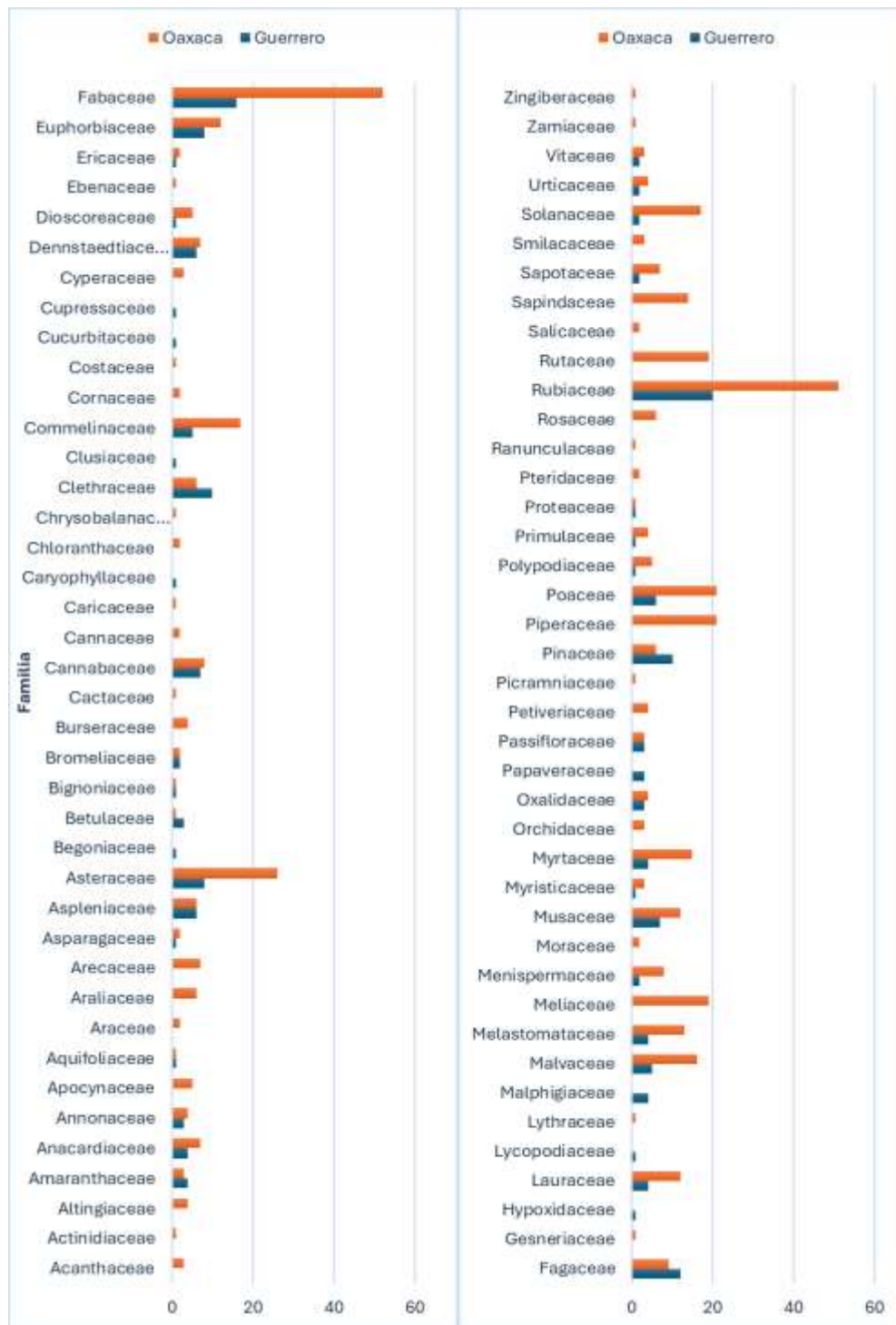


Figura 4. Abundancias de las familias determinadas en los estados de Oaxaca y Guerrero

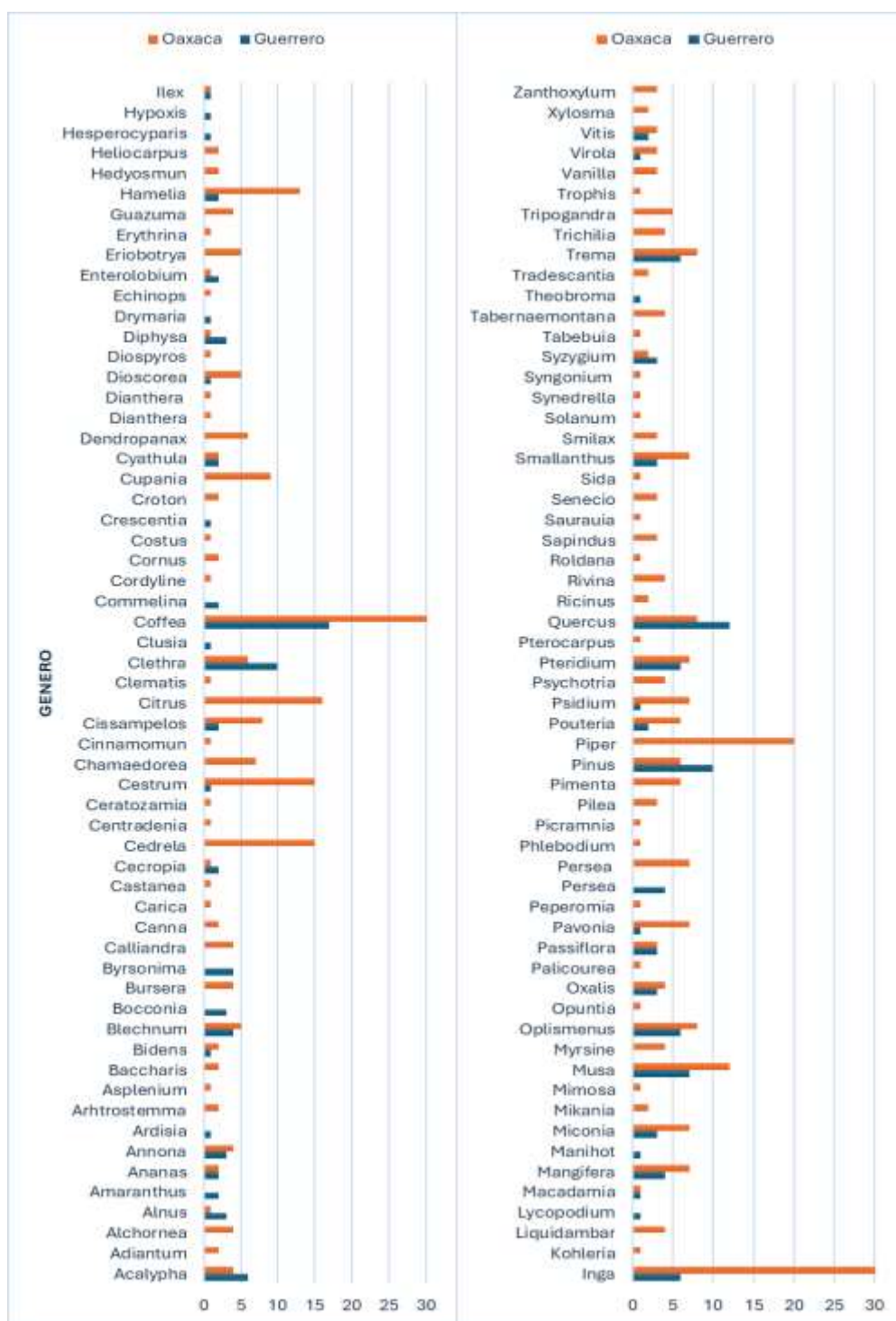


Figura 5. Abundancias de los géneros determinados en los estados de Oaxaca y Guerrero

Se determinaron un total de 53 especies, siendo las más abundantes fueron *Coffea arabica* e *Inga vera*. Las especies de *Inga spp.* son empleadas en la mayor parte de México, Centro y Sudamérica para intercalar con los cultivos de café, ya que son ideales como especies de sombra, aunado a su función fijadora de nitrógeno, característico de las fabáceas. Otras especies como *Persea americana*, *Hamelia patens*, *Cestrum nocturnum*, *Cedrela odorata*, *Mangifera indica* y *Trema sp* son de las más frecuentes en sistemas agroforestales para la misma función.

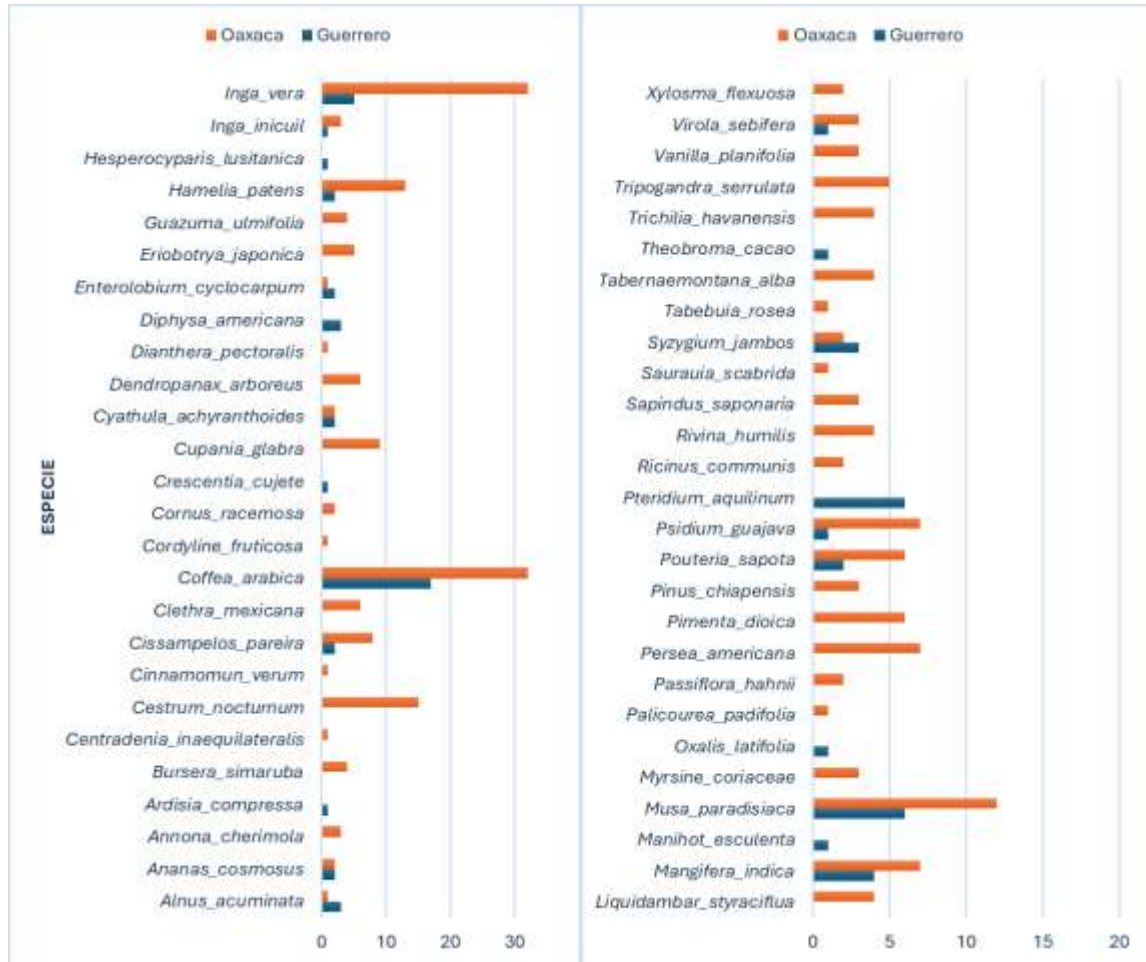


Figura 6. Abundancias de las especies determinadas en los estados de Oaxaca y Guerrero

Tabla 3. Listado de especies encontrados en parcelas de café de los estados de Oaxaca y Guerrero

Familia	Especie
Acanthaceae Juss.	<i>Dianthera pectoralis</i> (Jacq.) J.F.Gmel.
Actinidiaceae Engl. & Gilg	<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.
Altingiaceae Horan.	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.
Amaranthaceae Juss.	<i>Cyathula achyranthoides</i> (Kunth) Moq.
Anacardiaceae R.Br.	<i>Mangifera indica</i> L.



Annonaceae Juss.	<i>Annona cherimola</i> Mill.
Apocynaceae Juss.	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.
Araliaceae Juss.	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
Asparagaceae Juss.	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A.Chev.
Betulaceae Gray.	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.
Bignoniaceae Juss.	<i>Crescentia cujete</i> L.
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.
	<i>Ananas cosmosus</i> (L.) Merr.
Bromeliaceae Juss.	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Burseraceae Kunth.	<i>Clethra mexicana</i> DC.
Clethraceae Klotzsch	<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handl.
Commelinaceae Mirb.	<i>Cornus racemosa</i> Lam.
Cornaceae Bercht. & J.Presl	<i>Hesperocyparis lusitanica</i> (Mill.) Bartel
Cupressaceae Gray	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
Dennstaedtiaceae Pic.Serm.	<i>Manihot esculenta</i> Crantz
	<i>Ricinus communis</i> L.
Euphorbiaceae Juss.	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.
	<i>Inga inicuil</i> Schltdl. & Cham. ex G.Don
	<i>Inga vera</i> Willd.
Fabaceae Lindl.	<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl
	<i>Persea americana</i> Mill.
Lauraceae Juss.	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
	<i>Theobroma cacao</i> L.
Malvaceae Juss.	<i>Centradenia inaequilateralis</i> G.Don
Melastomataceae Juss.	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.
Meliaceae Juss.	<i>Cissampelos pareira</i> L.
Menispermaceae Juss.	<i>Musa paradisiaca</i> L.
Musaceae Juss.	<i>Virola sebifera</i> Aubl.
Myristicaceae R.Br.	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.
Myrtaceae Juss.	<i>Psidium guajava</i> L.
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston
	<i>Vanilla planifolia</i> Andrews
Orchidaceae Juss.	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth
Oxalidaceae R.Br.	<i>Passiflora hahnii</i> (E.Fourn.) Mast.
Passifloraceae Juss. ex Roussel	<i>Rivina humilis</i> L.
Petiveraceae C.Agardh	<i>Pinus chiapensis</i> (Martínez) Andresen
Pinaceae Spreng. ex F.Rudolphi	<i>Ardisia compressa</i> Kunth
Primulaceae Batsch ex Borkh.	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.
Rosaceae Juss.	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.
Rubiaceae Juss.	<i>Coffea arabica</i> L.
	<i>Hamelia patens</i> Jacq.
	<i>Palicourea padifolia</i> (Willd. ex Schult.) C.M.Taylor & Lorence
Salicaceae Mirb.	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.
Sapindaceae Juss.	<i>Cupania glabra</i> Sw.
	<i>Sapindus saponaria</i> L.
Sapotaceae Juss.	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn
Solanaceae Juss.	<i>Cestrum nocturnum</i> L.



Los agricultores suelen sembrar especies arbóreas, arbustivas y herbáceas de la región para consumir sus frutos, un ejemplo claro son las papausas y anonas (*Annona* spp.), Sapotes (*Pouteria sapota*), *Solanum* spp. (sosa, tomate de árbol, yerba mora, correlón, Berenjena), pero usualmente acceden a la siembra de especies introducidas como *Mangifera indica* (Mango), *Citrus* spp. (Limonas, limas, naranjas), *Eriobotrya japonica* (Níspero) y *Syzygium jambos* (Poma), *Musa* spp (Platanos). Otras especies no neófitas, pero nativas del sur de América o el Caribe y que son muy frecuentes fueron: *Ananas cosmosus* (Piña), *Manihot esculenta* (Yuca), *Theobroma cacao* (Cacao), *Psidium guajava* (Guayaba), *Dendropanax arboreus* (Mano de león).

Además, *Cupania glabra* (Palo de venado), *Erythrina* sp (Frijolillo) y *Bursera simaruba* (Mulato) fueron árboles presentes dentro o alrededor de la parcela de muestreo. El palo de venado es una especie que los agricultores fueron seleccionando para su uso, alcanza buen tamaño y proporciona buena sombra. En cuanto al frijolillo y palo mulato, tienen importancia medicinal para remedios, lo que permite a los propietarios mantenerlos en sus parcelas.

Algunos agricultores experimentan con nuevas especies para el establecimiento de sombra, tal fue el caso de *Cinnamomum verum* y *Pimenta dioica* en unas parcelas de la zona Mixe, en los municipios de Quetzaltepec y Ocotepec, Oaxaca. Para el estado de Guerrero, el uso de Alisos (*Alnus acuminata*) fue evidente en tres parcelas.

La diversidad de plantas en el estado de Oaxaca es la más rica del país, sin embargo, esta diversidad no se ve reflejada dentro de los agrosistemas, solamente en las áreas conservadas. Un ejemplo claro fue la ausencia de herbáceas en muchos cafetales de la zona mixe y zapoteca, aunque hubo excepciones (20%). La modificación de la cobertura vegetal y el uso del suelo ha provocado la pérdida de la diversidad, de fertilidad del suelo y la captación de agua.

El cambio en las temperaturas es perceptible, ya que durante los muestreos en principios de temporada de lluvia (mayo-Julio) el ambiente se mantuvo seco, a pesar de que la vegetación circundante sean bosques de pino y mesófilos de montaña, a altitudes medias y bajas en transición a selvas bajas caducifolias. Los agricultores indicaron que esto ha afectado la producción de café, ya que el grano no se desarrolla o entra en un estado de latencia y llegan a caer siendo muy pequeños.

Debido a lo anterior, muchos productores comentan que las personas del área han llegado a la conclusión de sustituir el cultivo de café por la producción de ganado Bovino. Además, según comentaron, la producción de café orgánico es muy escasa y mal pagada, con un promedio de 200 kg anuales en pergamino para productores con más de media hectárea de terreno, y datos atípicos, como 600 kg cuando se posee más de dos hectáreas, pero ninguno alcanza a producir una tonelada.

La falta de técnicas de conservación de suelo, manejo de tejido, elaboración de compostas o biofertilizantes y selección de variedades adecuadas para el tipo de suelo y ambiente es evidente en los productores de la zona mixe y zapoteca del estado de

Oaxaca y también para los productores del estado de Guerrero. En el estado de Guerrero, la cobertura herbácea fue similar (20%) cuando existe, la mayoría de los cultivos son convencionales y están inmersos en bosques de pino y encino, con ambientes fríos y secos, comenzando a humedecer por las lluvias. Las herbáceas más representativas en las parcelas de café de ambos estados fueron individuos de la familia *Asteraceae*, *Solanaceae*, *Poaceae*, *Commelinaceae* y *Musaceae*.

En cuanto a las especies arbóreas en cafetales, estas representaron alrededor del 20 al 30%, siendo empleadas únicamente para la sombra. En cambio, los arbustos dominaron la cobertura en los cafetales, ya que la misma *Coffea arabica* es una especie arbustiva.

Los sitios con vegetación natural presentaron cuatro tipos de vegetación: bosque de pino, bosque de encino-pino, pino-encino y bosque mesófilo de montaña. Estos tipos de vegetación, en comparación con los cafetales, albergaron un porcentaje de especies arbóreas superior o incluso en equilibrio con los arbustos, tal es el caso del bosque mesófilo de montaña. Para el bosque de encino-pino y pino-encino, la cobertura fue mayormente arbustiva, con pequeñas herbáceas a su alrededor; mientras que el bosque de pino y el bosque de encino son dominados por árboles grandes.

En cuanto a la altura del dosel, para el bosque de pino, encino-pino y pino-encino se registraron alturas de 15 a 20 metros; el bosque mesófilo de montaña llegó a rebasar los 15 metros de altura, mientras que en los cafetales la altura llegó a ser menor de 10 metros, a menos de que el agricultor haya decidido conservar alguna especie típica de la cobertura vegetal anterior que puedan alcanzar los 20 metros de altura.

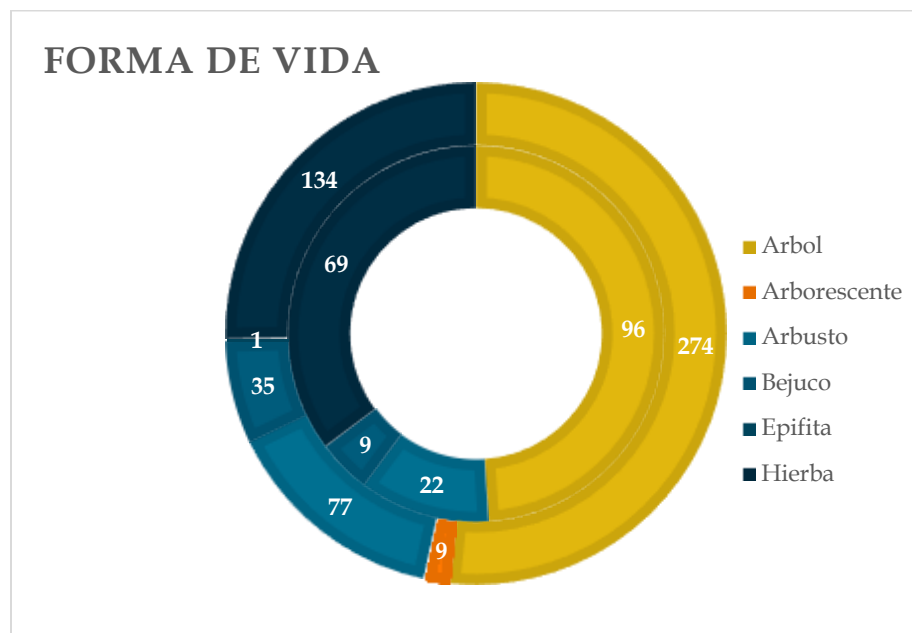


Figura 7. Abundancias de las formas de vida determinadas en los individuos de los estados de Oaxaca y Guerrero.

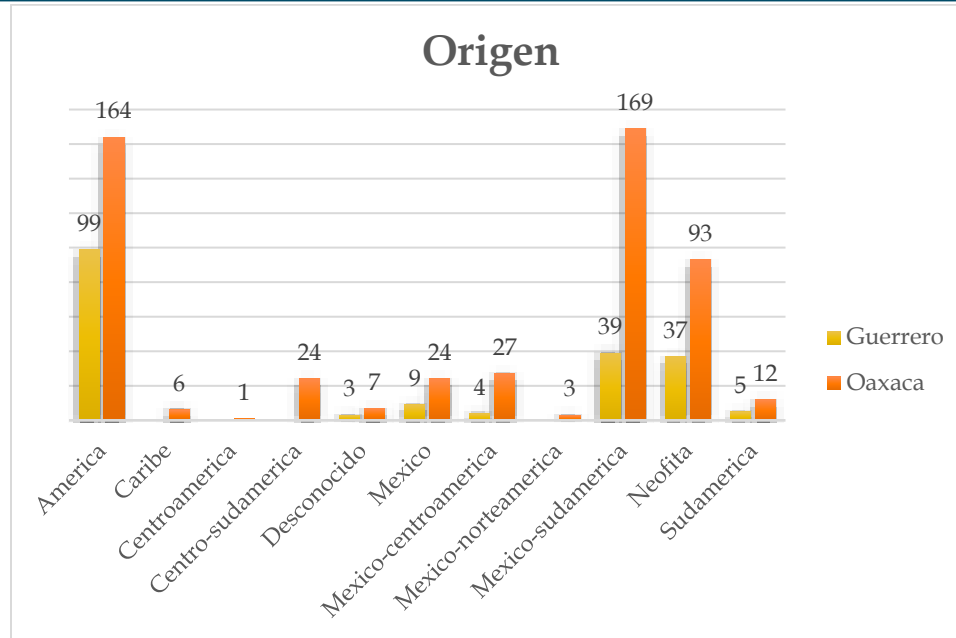


Figura 8. Número de individuos de acuerdo a su Origen

En general, durante el muestreo se registró un mayor número de especies arbóreas, seguido de las herbáceas y arbustos. Lianas, bejucos, epifitas y arborescentes estuvieron presentes, pero en menor número (Figura 7).

Se registraron en promedio 12 especies por sitio de muestreo de 1000 m². Más de la cuarta parte de las especies encontradas en los sitios (38%) son nativas de México, mientras que el 43% de las especies son nativas del continente americano y solo el 18% son neófitas (introducidas o exóticas). La vegetación nativa es importante porque proporciona hábitat y refugio a mamíferos, reptiles, aves, insectos y microorganismos, que pueden actuar como controladores naturales de plagas como la roya y la broca.

La riqueza (número) de especies de plantas vasculares fue utilizada para definir indicadores de biodiversidad en los sitios medidos durante la campaña. Adicionalmente, se evaluaron los grupos funcionales de plantas, como una medida de la función que realizan éstas en la comunidad de vegetación.



Figura 9. Actividades en sitios de muestreo acorde a la metodología para el inventario de Carbono.



Figura 10. Ubicación del punto central y Colecta de hojarasca, fermentación y suelo de acuerdo al manual de carbono cuantitativo.



Figura 11. Reunión y reconocimiento de parcelas de café con miembros de inspección y socios de Michiza Yeni Navan de la zona Mixe y zapoteca en el estado de Oaxaca.



Figura 12. Bosque de pino en la Localidad Trinidad Ixtlán, Municipio de Santiago Xiacuá, en el estado de Oaxaca.