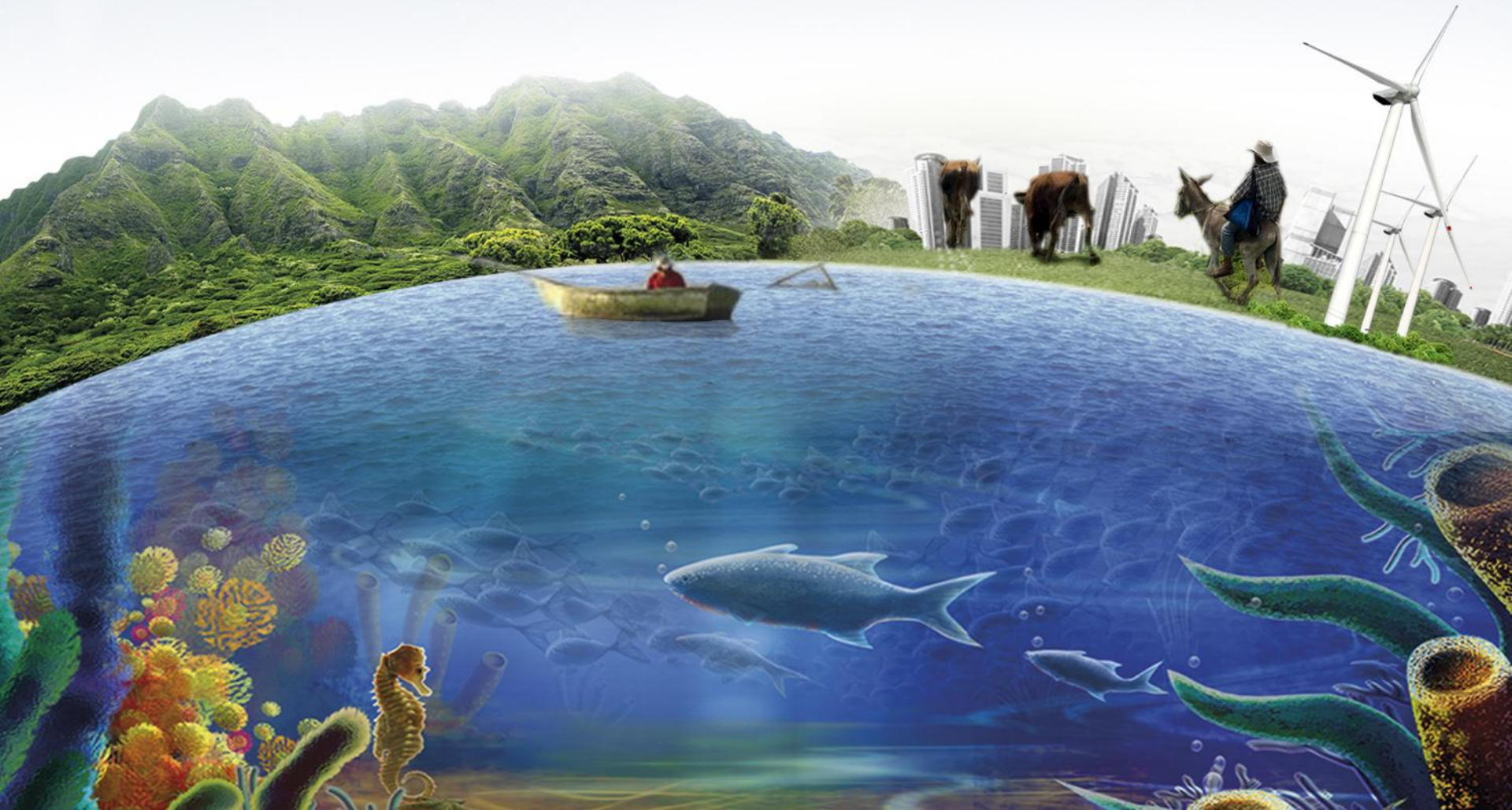


# PM

## Programa Mexicano del Carbono





# CASO SIERRA MADRE DE CHIAPAS

Estimación de Carbono en seis comunidades ubicadas en la Sierra Madre en el Estado de Chiapas





ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS

RESULTADOS

PROBLEMÁTICA  
ENCONTRADA

RECOMENDACIONES

# Introducción





# INTRODUCCIÓN

Se realizó una prueba piloto, con el uso la MÉTODOS del PMC, entre los años 2010 y 2011 para el monitoreo de carbono en las comunidades El Pakayal, Viva Chiapas, Frailesca, Azteca, Josefa Ortiz y Emiliano Zapata, ubicadas en la Sierra Madre.

El proyecto fue una colaboración entre Conservación Internacional México, PMC, AMBIO, CONANP y Pronatura-Sur,

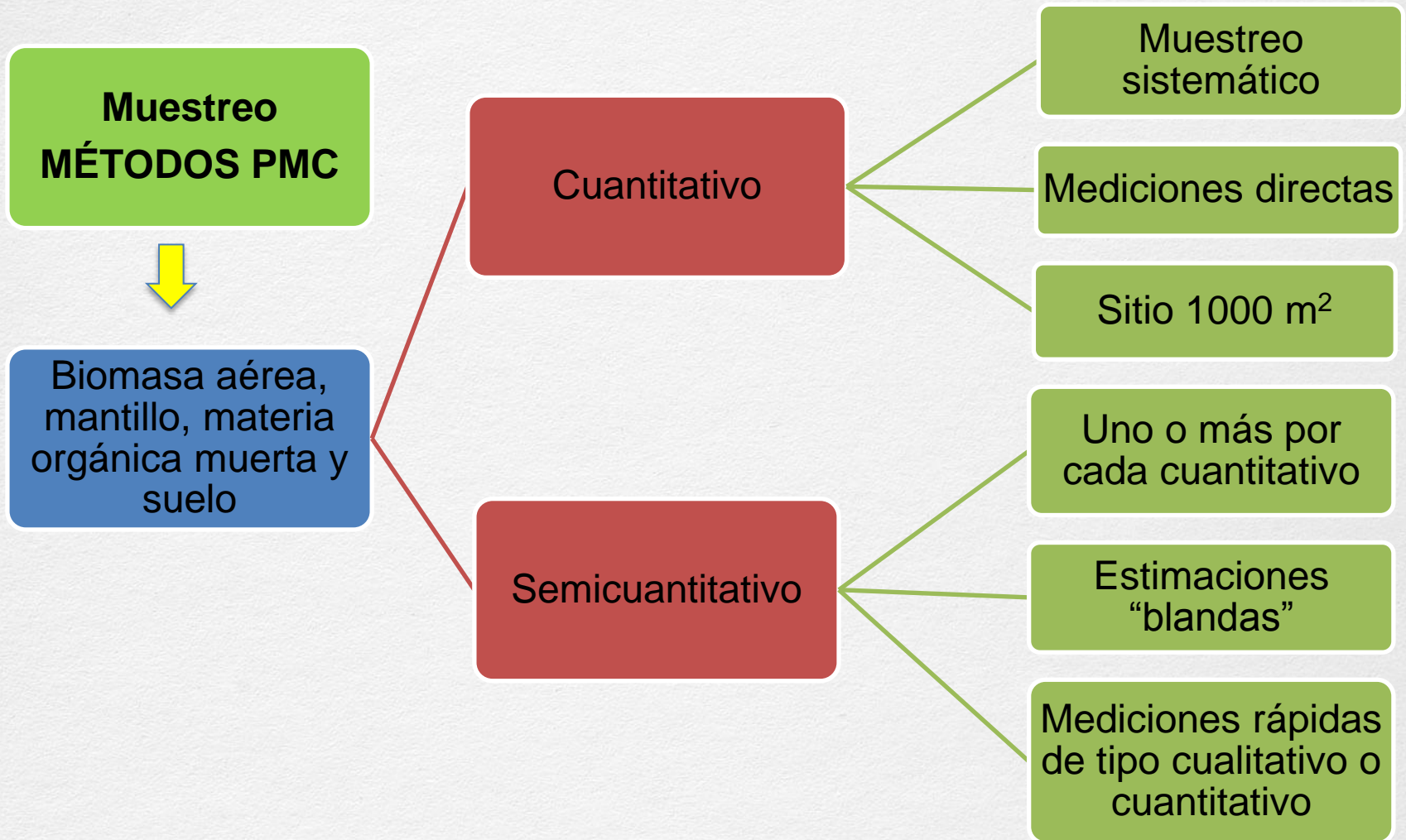
Las actividades del presente trabajo se centraron en:

- Integrar la información que se levantó en los muestreos
- Generar el inventario de los almacenes de carbono, a partir del análisis de la información levantada en campo.
- Integrar el mapeo de los almacenes de carbono por Comunidad

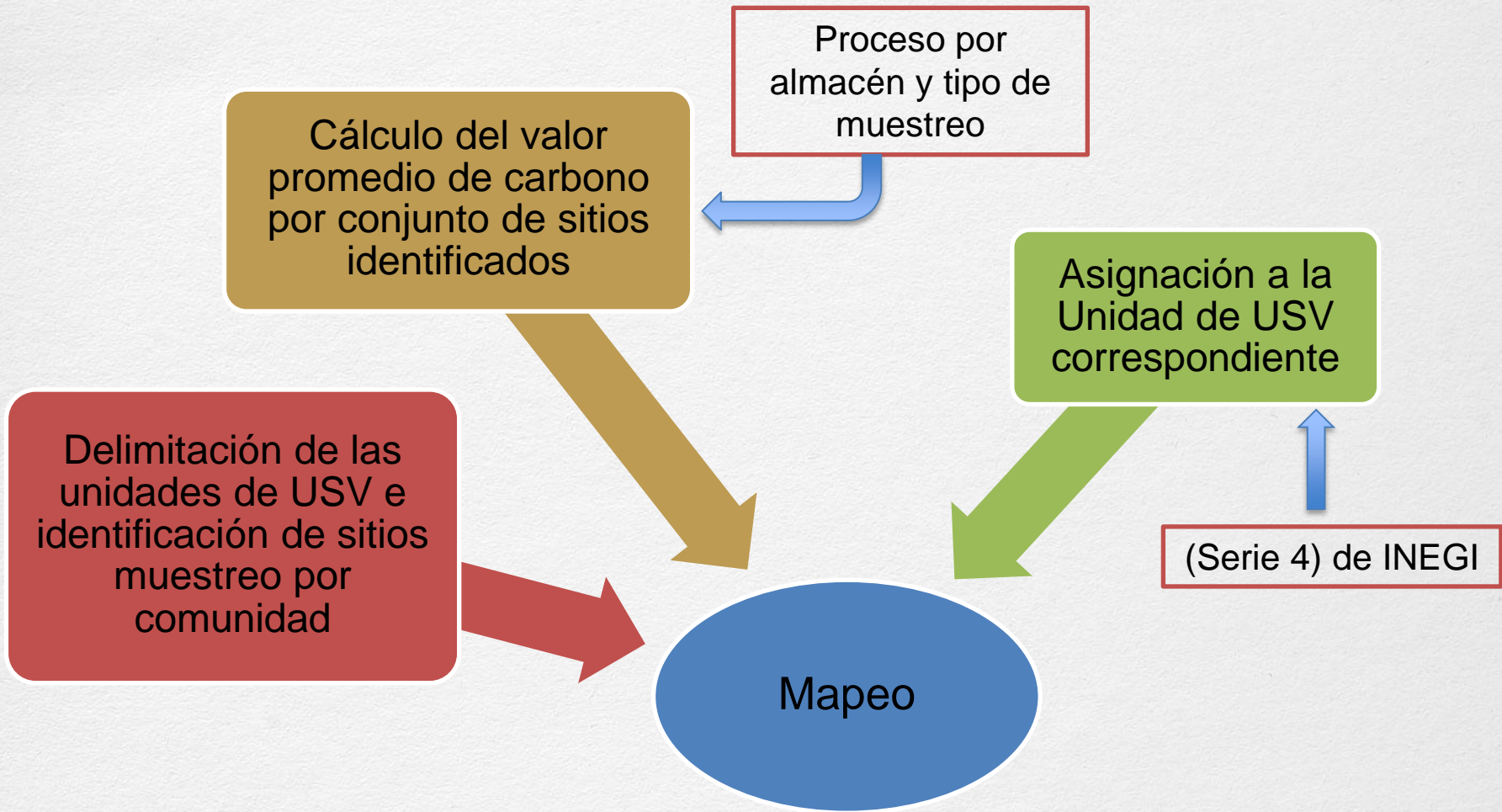
# Métodos



# MÉTODOS



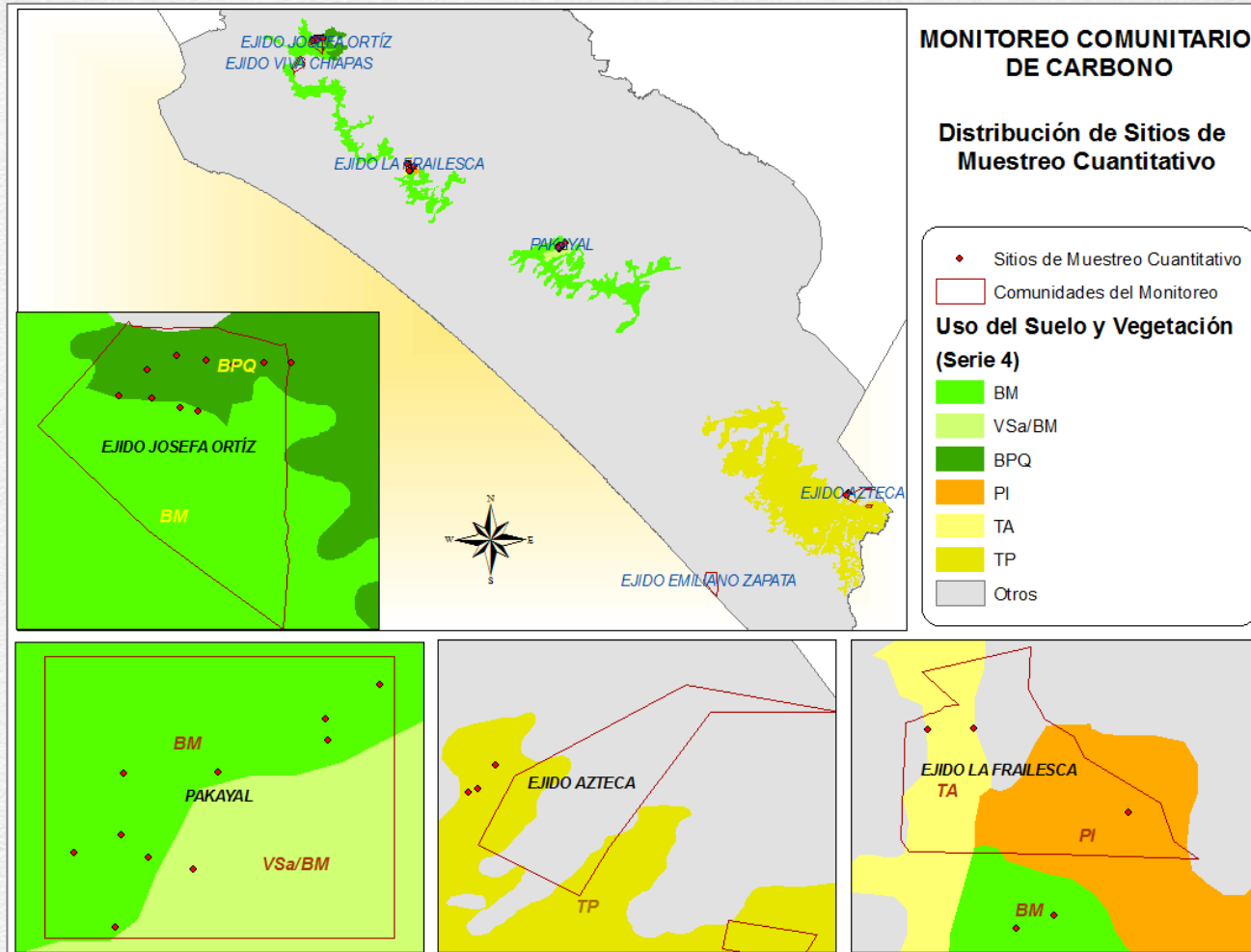
# MÉTODOS





# MÉTODOS

## Ubicación de los sitios de muestreo Cuantitativo

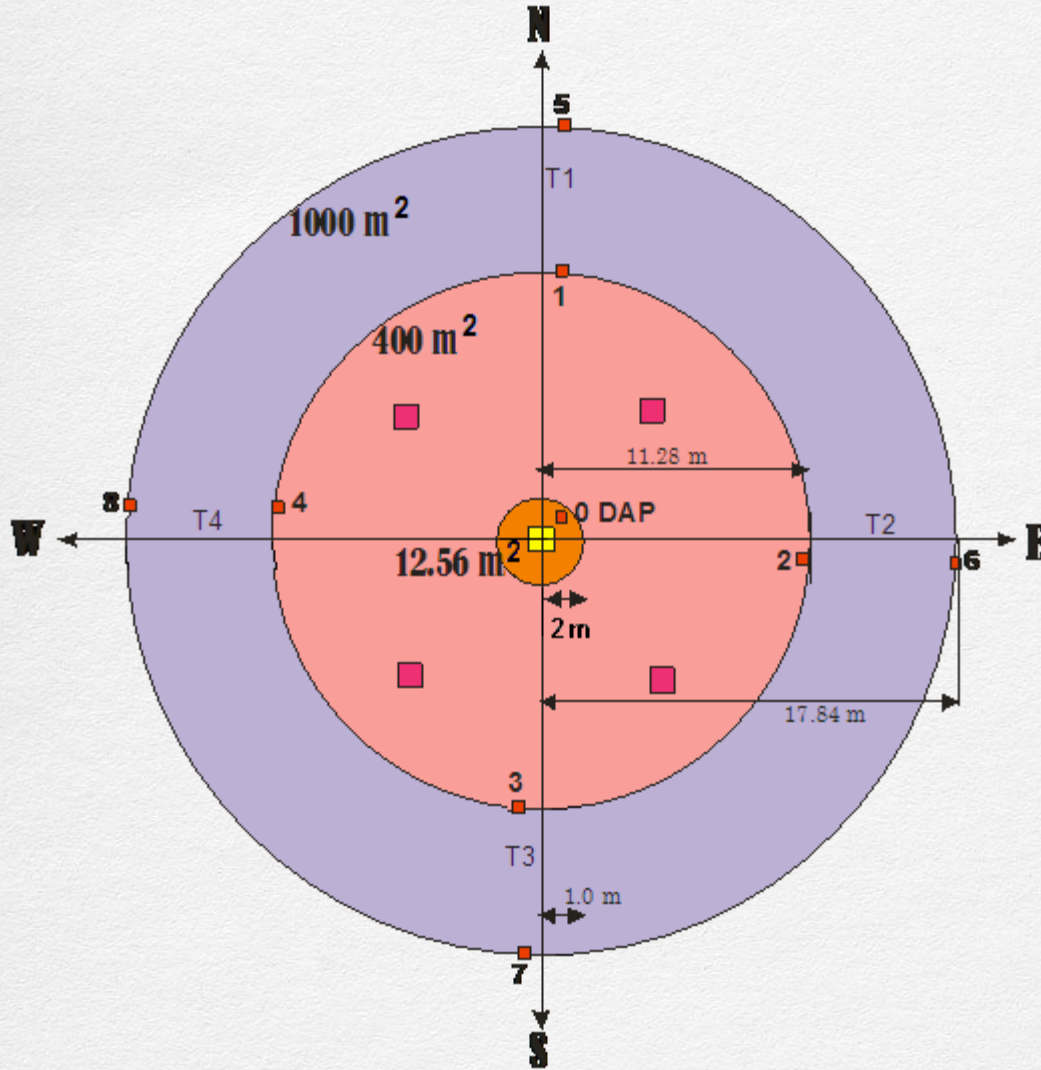


# MÉTODOS

## No. de sitios de muestreo Cuantitativo por comunidad y tipo de USV

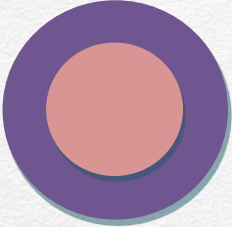

Comunidad	Clave del USV (Serie 4)	Descripción del USV (Serie 4)	No. de Sitios Cuantitativos
Azteca	TP	Agricultura de Temporal de Ciclo Permanente	3
	TA	Agricultura de Temporal de Ciclo Anual	2
Frailesca	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	2
	PI	Pastizal Inducido	1
Josefa Ortíz	BPQ	Bosque de Pino-Encino	8
	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	2
Pakayal	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	9
	VSa/BM	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	1
<b>Total general</b>			<b>28</b>







**Diagrama de un sitio de muestreo cuantitativo**


# INVENTARIO CUANTITATIVO





	<p>Sólo en el espacio entre el círculo de 1000 m<sup>2</sup> (Radio = 17.84m) y el de 400 m<sup>2</sup> se tomará información de árboles con diámetro normal mayor a 20cm</p>
	<p>Sitio de 400m<sup>2</sup> (Radio = 11.28m) para medir árboles y arbustos con diámetro normal mayor a 7.5cm</p>





	<p>Subsitio de <math>12.56\text{m}^2</math> (Radio = 2m) para registrar renuevo: elementos con diámetro <math>&lt;7.5\text{cm}</math> y altura <math>\geq 50\text{cm}</math> de árboles o arbustos</p>
	<p>Subsitio de <math>1\text{m}^2</math> (L = 1m) para el registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes.</p>



	Transectos de muestreo de 15m para registrar información de combustibles
	Puntos de registro de materia orgánica muerta sobre la superficie (combustibles).
	Puntos de registro de mantillo y suelo.
	Subsilio de 1m <sup>2</sup> , 4 muestras en forma representativa, 1 por cuadrante, donde se registra el estrato herbáceo con enfoque ganadero (requerimiento de SAGARPA).





C0626021102-01  
Toma al GPS



C0626021102-02  
Toma a nadir del subsitio de 1m<sup>2</sup>



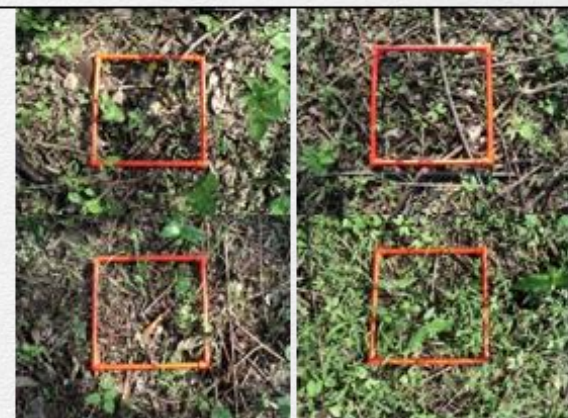
C0626021102-03  
Toma del transecto 1 de materia orgánica muerta sobre superficie.



C0626021102-04  
Toma del transecto 3 de materia orgánica muerta sobre superficie.



C0626021102-05  
Toma a nadir del punto de densidad aparente

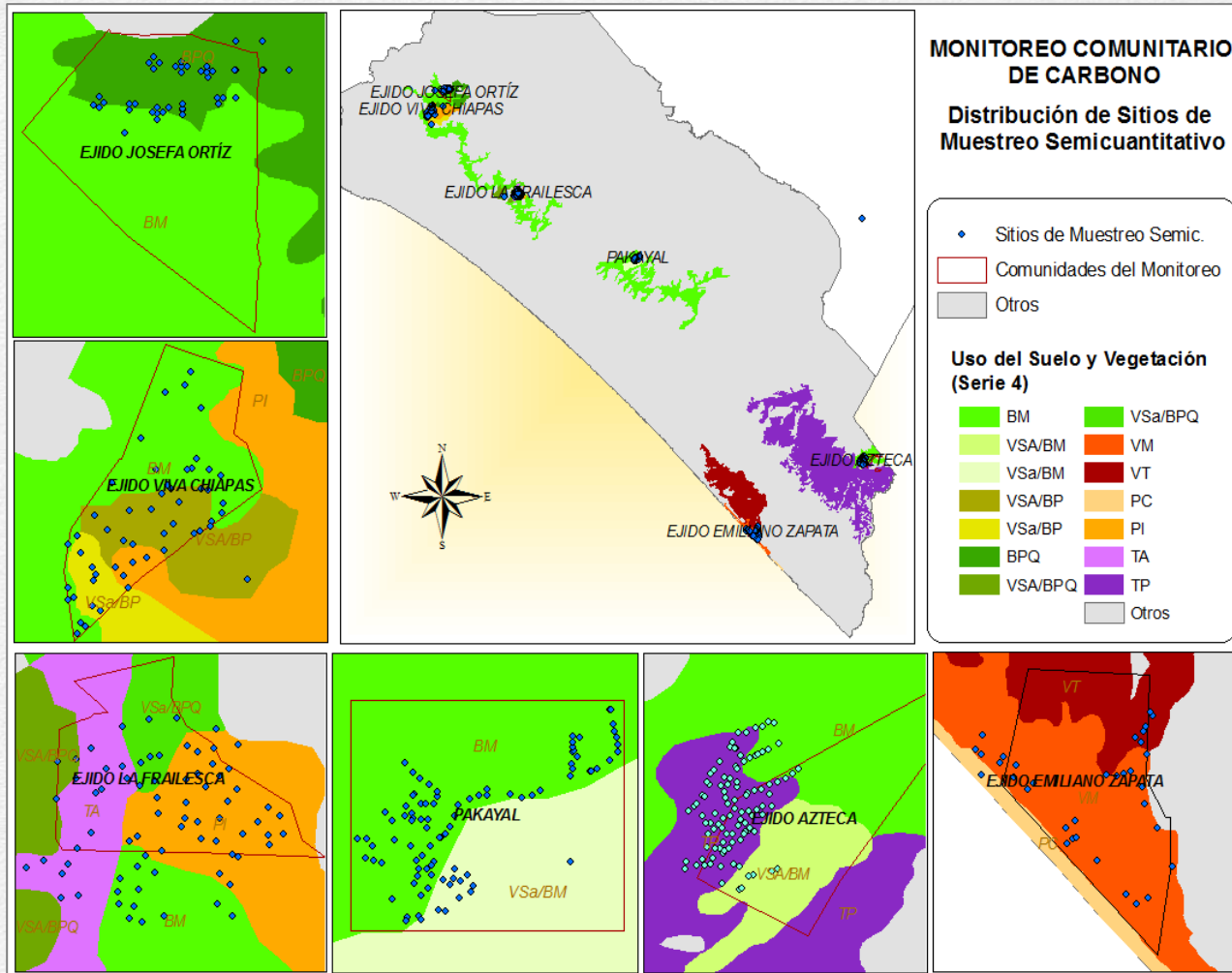


C0626021102-06 a 13  
Toma a nadir de los puntos 1 al 4 para primer muestra compuesta de mantillo (400 m<sup>2</sup>)



# MÉTODOS

## Ubicación de los sitios de muestreo Semicuantitativo





# MÉTODOS

## No. de sitios de muestreo Semicuantitativo por comunidad y tipo de USV

Comunidad	Clave del USV (Serie 4)	Descripción del USV (Serie 4)	No. de Sitios Semicuantitativos
Azteca	TP	Agricultura de Temporal de Ciclo Permanente	87
	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	12
	VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque Mesófilo de Montaña	6
Frailesca	TA	Agricultura de Temporal de Ciclo Anual	16
	VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arborea de Bosque de Pino-Encino	3
	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	9
	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	13
	PI	Pastizal Inducido	35

# MÉTODOS

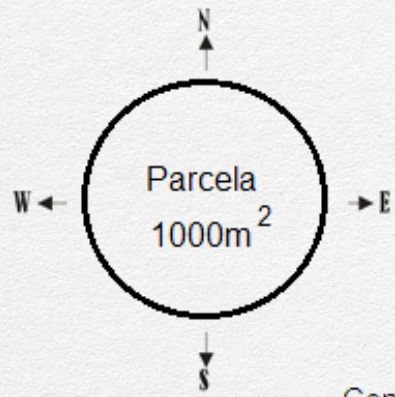
... Continuación

Comunidad	Clave del USV (Serie 4)	Descripción del USV (Serie 4)	No. de Sitios Semicuantitativos
Emiliano Zapata	PC	Pastizal Cultivado	1
	VM	Manglar	26
	VT	Tular	7
Josefa Ortíz	BPQ	Bosque de Pino-Encino	37
	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	10
Pakayal	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	87
	VSa/BM	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	15
Viva Chiapas	VSA/BP	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	19
	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino	7
	BM	Bosque Mesófilo de Montaña	23
	PI	Pastizal Inducido	5
<b>Total</b>			<b>418</b>

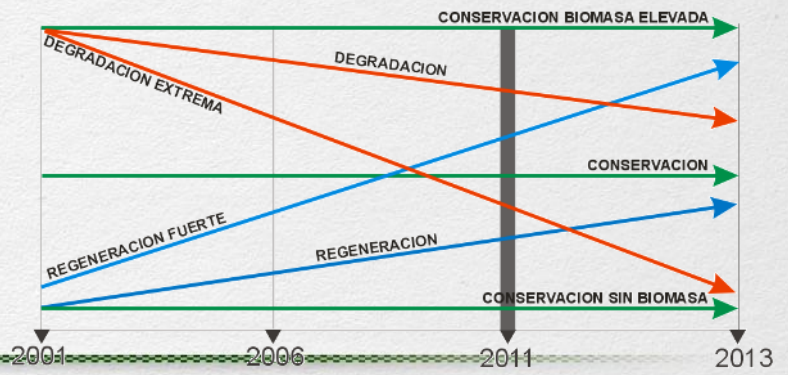
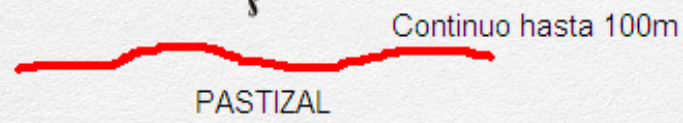




Arboles altos y pendiente plana, no hay campo visual



Continua indefinidamente





# MÉTODOS ALMACENES DE C

**3) Sitios  
semicuantitativos**

**2) Sitios  
cuantitativos**

**1) Registros de los  
conglomerados de INFyS  
ubicados en la Sierra Madre,  
Chiapas**

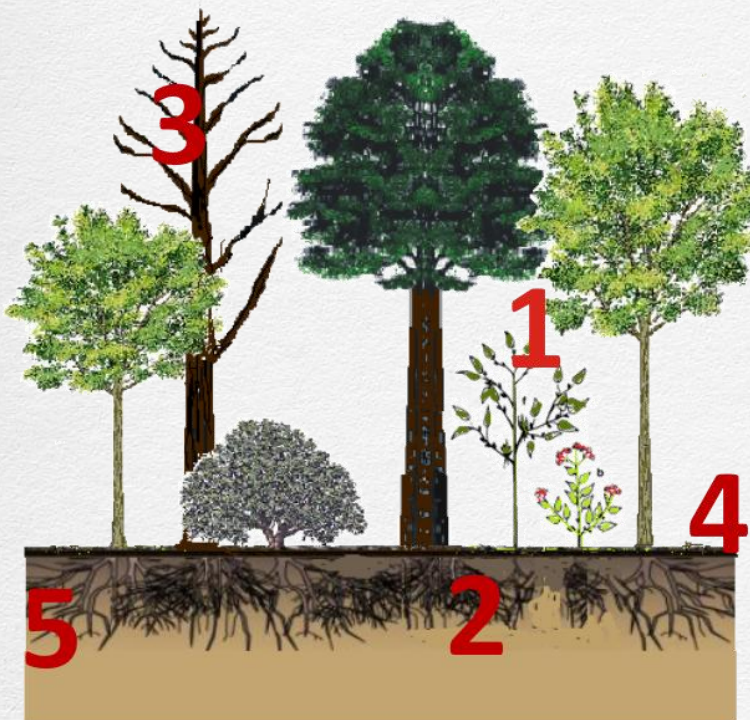
- Las estimaciones de carbono se realizaron en tres diferentes escalas.
- Las comparaciones entre escalas permitieron estimar diferentes niveles de incertidumbre.



# MÉTODOS ALMACENES DE C

Guías de Buenas Prácticas IPCC  
2003.

Uso de ecuaciones alométricas y  
determinación de C en laboratorio



1. Biomasa sobre el suelo
2. Biomasa por debajo del suelo
3. Materia muerta sobre el suelo
4. Mantillo
5. Suelo





# MÉTODOS

Consideraciones generales para la integración de mapas:

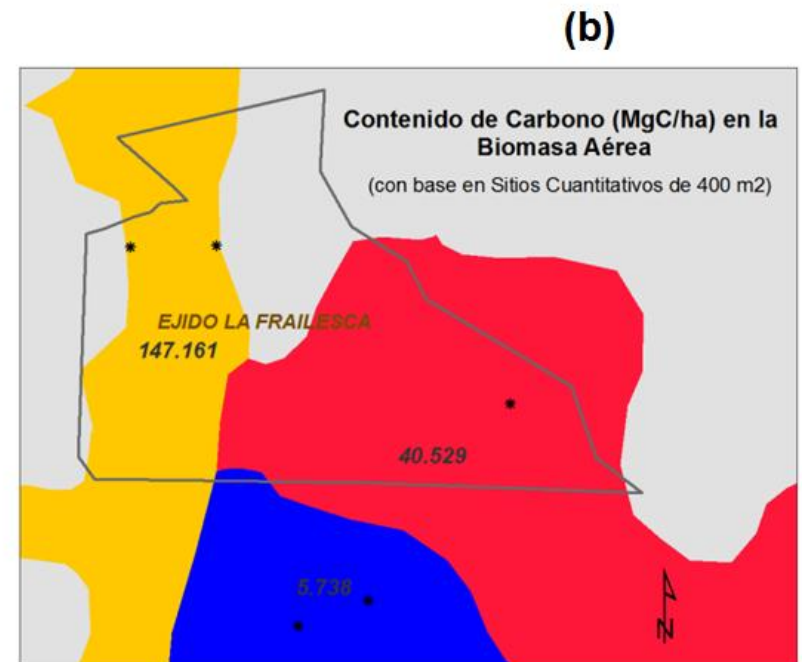
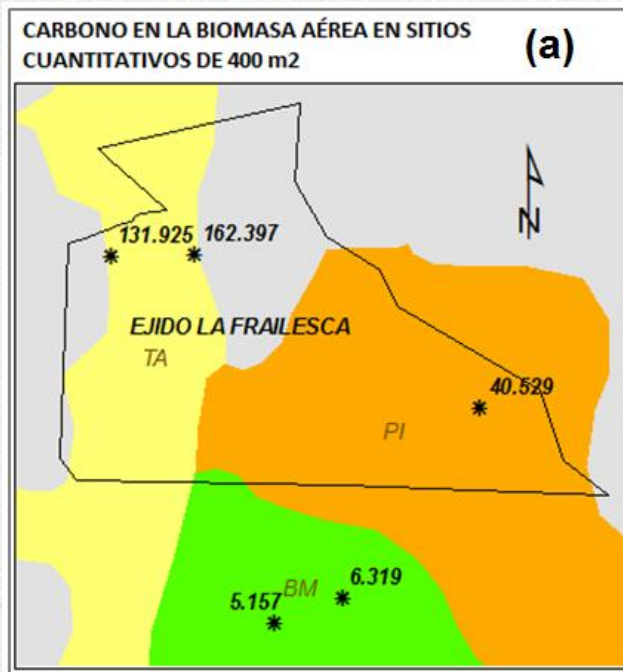
1. Unidades de Uso del Suelo y Vegetación (Serie 4) de INEGI como base para el mapeo.
2. Integración de mapas a nivel de comunidad, así como por tipo de almacén.
3. Por cada almacén se integran dos mapas, uno correspondiente a los muestreos cuantitativos y otro a los muestreo semicuantitativos.
4. Integración de mapas de ubicación de los sitios de muestreo (por tipo almacén) con valores del contenido de C estimado.



# MÉTODOS

Pasos generales para la integración de mapas:

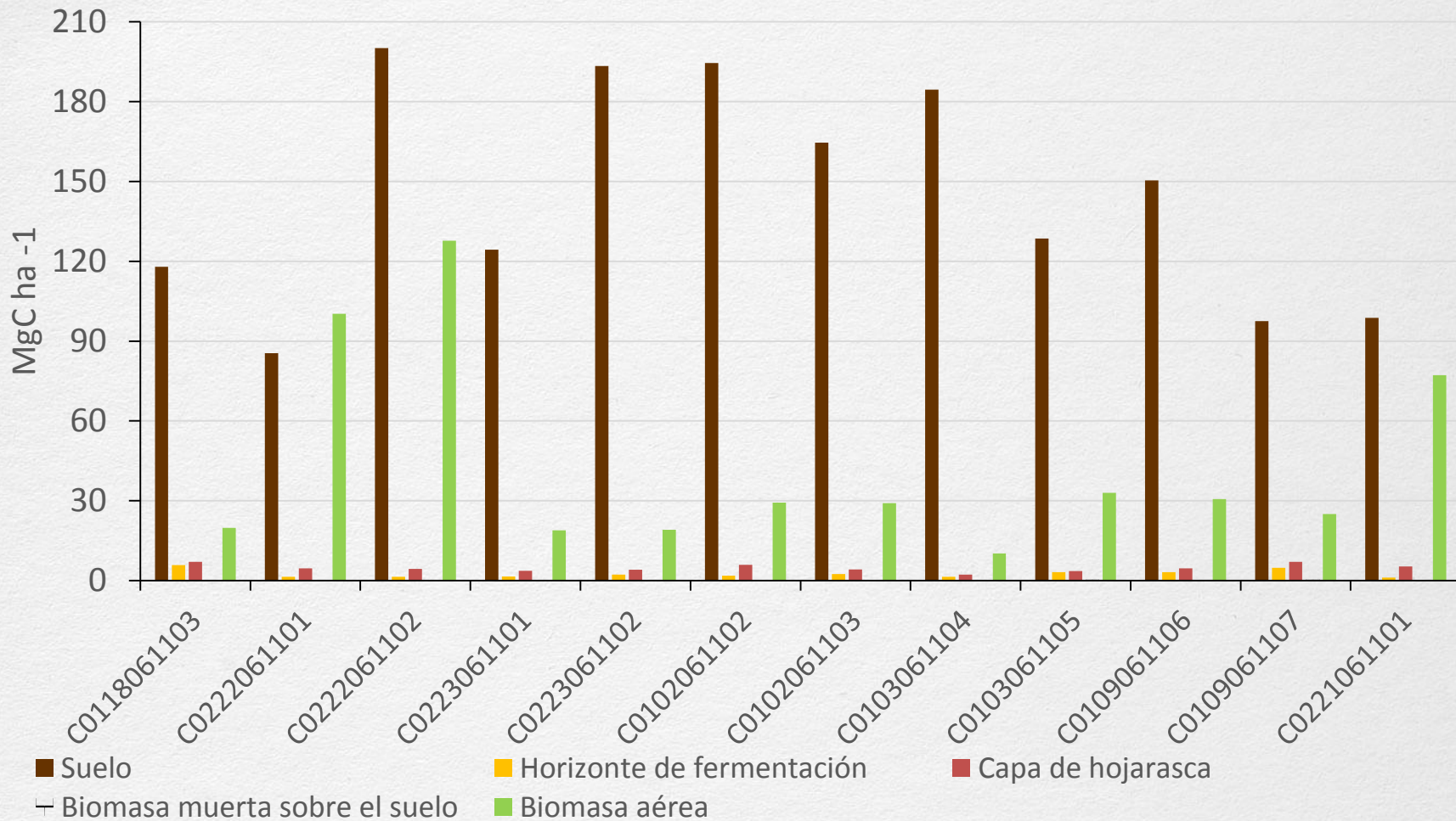
1. En cada comunidad se delimitaron las unidades de USV y se identificaron los sitios de muestreo ubicados al interior de cada unidad.
2. Para cada conjunto de sitios identificados se calculó el valor promedio del almacén.
3. El valor calculado se asignó a la Unidad de USV correspondiente.



# Resultados



## Almacenes de carbono en doce sitios de muestreo cuantitativos



## Almacenes de carbono de uso de suelo Agricultura de temporal

Almacén de carbono	Promedio	Máx.	Mín.	$\sigma$
	(MgC ha <sup>-1</sup> )			
Biomasa aérea	591.4	1724.4	0.5	424.2
Biomasa muerta sobre el suelo	0.3	0.6	0.1	0.1
Capa de hojarasca	3.0	7.1	1.6	1.3
Horizonte de fermentación	2.8	5.9	0.1	1.2
Suelo	110.6	208.0	85.5	48.6
Carbono total	708.1	1817.7	92.2	408.3





## Almacenes de carbono del tipo de vegetación Bosque de coníferas



Almacén de carbono	Promedio	Máx.	Mín.	$\sigma$
	(MgC ha <sup>-1</sup> )			
Biomasa aérea	3.8	6.2	1.7	2.2
Biomasa muerta sobre el suelo	1.5	1.5	1.5	0.0
Capa de hojarasca	1.7	2.9	0.7	1.1
Horizonte de fermentación	2.8	4.8	0.3	2.3
Suelo	103.1	111.9	85.5	15.2
Carbono total	113.0	120.5	98.2	12.8



## Almacenes de carbono del tipo de vegetación Bosque mesófilo de montaña



Almacén de carbono	Promedio	Máx.	Mín.	$\sigma$
	(MgC ha <sup>-1</sup> )			
Biomasa aérea	459.2	2401.4	0.5	678.9
Biomasa muerta sobre el suelo	1.0	1.7	0.1	0.6
Capa de hojarasca	2.4	7.0	0.2	1.8
Horizonte de fermentación	3.2	5.5	0.3	1.5
Suelo	152.5	194.5	97.5	25.6
Carbono total	618.3	2552.7	132.1	673.3



## Almacenes de carbono del uso de suelo vegetación inducida



Almacén de carbono	Promedio	Máx.	Mín.	$\sigma$
	(MgC ha <sup>-1</sup> )			
Biomasa aérea	11.9	77.2	1.1	24.6
Biomasa muerta sobre el suelo	0.2	0.3	0.0	0.1
Capa de hojarasca	3.5	5.3	2.6	0.9
Horizonte de fermentación	1.8	2.7	0.0	1.1
Suelo	97.3	98.8	85.5	4.4
Carbono total	114.7	182.4	95.5	25.9



# RESULTADOS

## Muestreos Cuantitativos

Comunidad	Tipo de USV (Serie 4)	No. Total Sitios Cuantitativos	Almacenes											
			BA_1000		BA_400		BMSS		Mantillo_HF		Mantillo_HO		Suelo	
			MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios
Azteca	TP	3	1.57	1	37.99	1	0.182	1	4.255	3	3.76	3	147.18	3
Frailesca	TA	2	80.90	2	147.16	2	0.073	2	1.406	2	4.52	2	142.80	2
	PI	1	113.94	1	40.53	1	0.020	1	1.124	1	5.29	1	98.77	1
	BM	2	32.29	2	5.74	2	0.179	2	1.925	2	3.88	2	158.88	2
Josefa	BM	2	ND	ND	ND	ND	1.905	1	0.920	1	8.25	2	131.16	2
Ortíz	BPQ	8	ND	ND	ND	ND	2.054	8	ND	ND	4.07	6	84.78	8
Pakayal	BM	9	23.18	7	41.41	9	0.229	9	3.014	9	5.00	9	150.25	9
	VSa/ BM	1	28.39	1	37.59	1	0.284	1	3.176	1	3.57	1	128.60	1
<b>Total</b>		<b>28</b>		<b>14</b>		<b>16</b>		<b>25</b>		<b>19</b>		<b>26</b>		<b>28</b>

La leyenda **ND** significa que no hay datos (sitios) disponibles para el cálculo del almacén. Los almacenes que se indican en el sentido horizontal son: **BA\_1000** = Biomasa Aérea (estimada en sitios cuantitativos de 1000 m<sup>2</sup>); **BA\_400** = Biomasa Aérea (estimada en sitios cuantitativos de 400 m<sup>2</sup>); **BMSS** = Biomasa muerta sobre el suelo; **HF** = Horizonte de Fermentación; **HO** = Hojarasca.



# Muestreos Semicuantitativos

# RESULTADOS

Comunidad	Tipo de USV (Serie 4)	No. Total Sitios	Almacenes											
			BA_1000		BA_Paisaje		BMSS		Mantillo (HF)		Mantillo (HO)		Suelo	
			MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios
Azteca	TP	87	650.16	46	24.76	48	0.33	46	3.07	86	2.53	86	109.09	48
Azteca	BM	12	1091.07	12	34.88	12	1.16	12	3.84	12	1.24	12	144.16	12
Azteca	VSA/BM	6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.97	6	0.96	6	ND	ND
Emiliano Zapata	VT	7	ND	ND	ND	ND	1.41	2	ND	ND	0.633	4	144.16	4
Emiliano Zapata	VM	26	ND	ND	ND	ND	1.55	15	ND	ND	0.644	8	144.16	8
Emiliano Zapata	PC	1	ND	ND	ND	ND	0.58	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Frailasca	VSa/BPQ	9	3.57	4	0.025	4	1.50	2	3.843	8	1.789	9	98.683	4
Frailasca	TA	16	2.25	5	0.023	5	0.29	2	2.614	7	2.571	16	85.509	5
Frailasca	VSA/BPQ	3	3.62	1	0.013	1	1.55	1	0.257	1	2.853	1	111.857	1
Frailasca	PI	35	3.83	12	0.098	20	0.10	11	2.450	26	2.968	34	98.103	20
Frailasca	BM	13	2.78	13	0.041	13	1.43	9	3.047	13	2.207	13	160.054	13



## Muestras Semicuantitativas

# RESULTADOS

Comunidad	Tipo de USV (Serie 4)	No. Total Sitios	Almacenes											
			BA_1000		BA_Paisaje		BMSS		Mantillo (HF)		Mantillo (HO)		Suelo	
			MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios	MgC·ha <sup>-1</sup>	No. Sitios
Josefa Ortíz	BM	10	ND	ND	0.546	10	1.462	10	5.586	3	0.623	10	99.126	10
Josefa Ortíz	BPQ	37	ND	ND	0.302	37	1.486	34	5.537	20	1.439	32	101.979	37
Pakayal	BM	87	5.235	24	ND	ND	ND	ND	3.654	51	3.604	85	159.128	86
Pakayal	VSa/BM	15	4.694	2	ND	ND	ND	ND	3.087	7	4.555	15	145.588	15
Viva Chiapas	BM	23	ND	ND	56.170	23	ND	ND	5.602	18	0.590	22	144.164	23
Viva Chiapas	PI	5	ND	ND	4.564	5	ND	ND	3.805	3	1.592	5	98.766	5
Viva Chiapas	VSA/BP	19	ND	ND	18.459	19	1.592	1	5.123	5	0.626	17	111.857	19
Viva Chiapas	VSa/BP	7	ND	ND	33.872	7	1.636	1	5.361	4	0.434	4	111.857	7
<b>Total general</b>		<b>418</b>		<b>119</b>		<b>204</b>		<b>147</b>		<b>270</b>		<b>379</b>		<b>317</b>

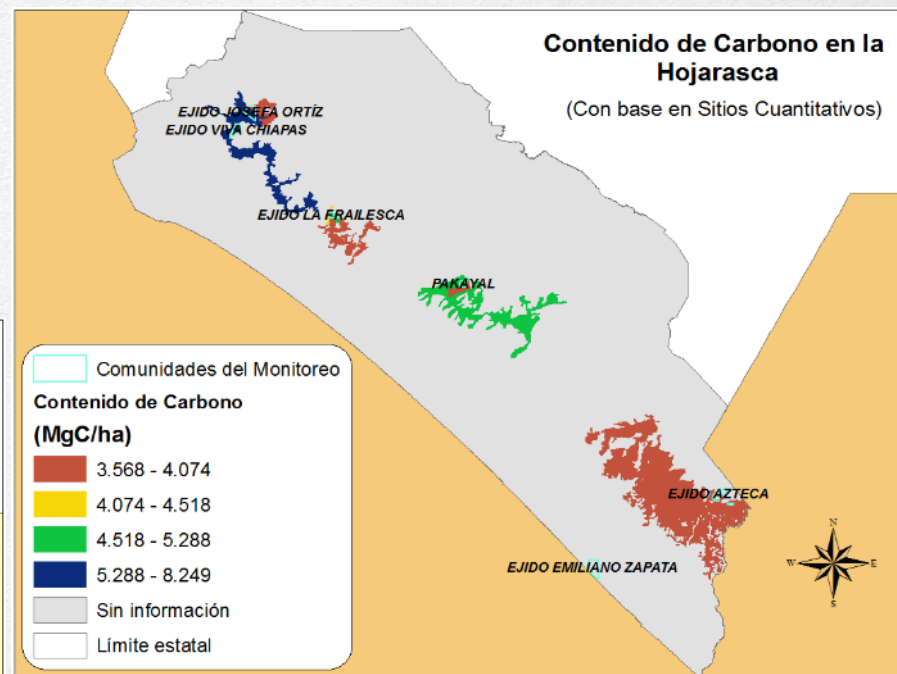
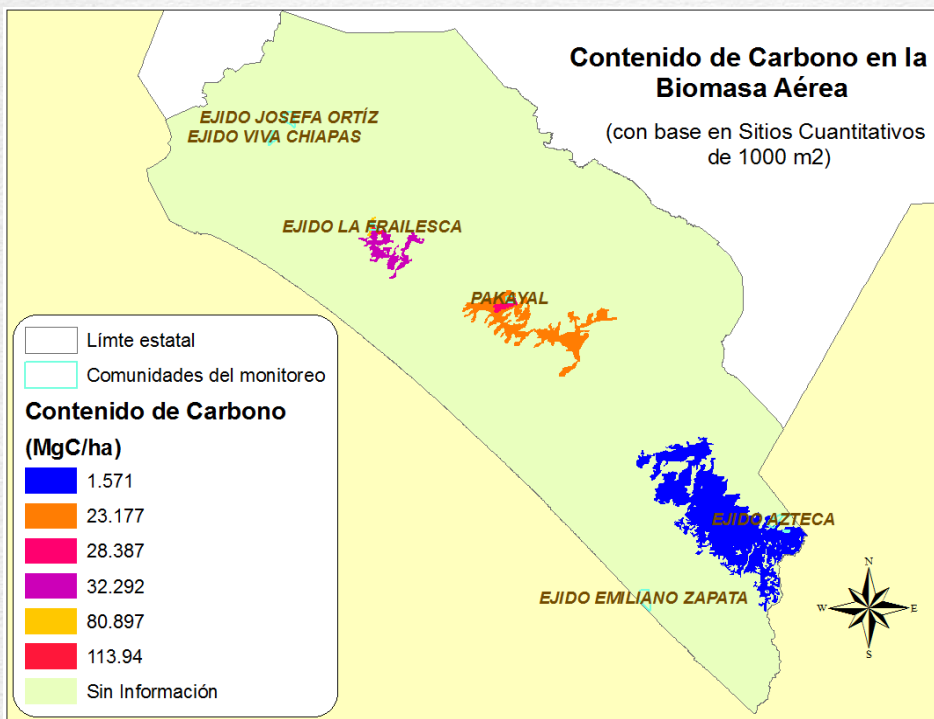
La leyenda **ND** significa que no hay datos (sitios) disponibles para el cálculo del almacén. Los almacenes que se indican en el sentido horizontal son: **BA\_1000** = Biomasa Aérea (estimada en sitios semicuantitativos de 1000 m<sup>2</sup>); **BA\_Paisaje** = Biomasa Aérea (estimada en sitios cuantitativos a nivel de paisaje); **BMSS** = Biomasa muerta sobre el suelo; **HF** = Horizonte de Fermentación; **HO** = Hojarasca.



# RESULTADOS

Mapas de contenido de carbono:

- Sitios cuantitativos
- Sitios semicuantitativos
- Almacén
- Comunidad

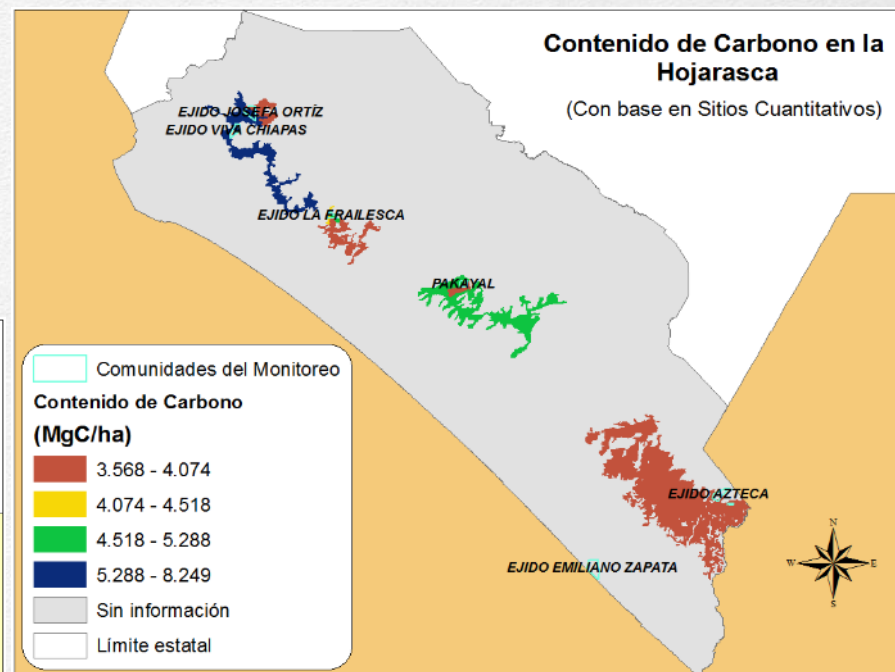
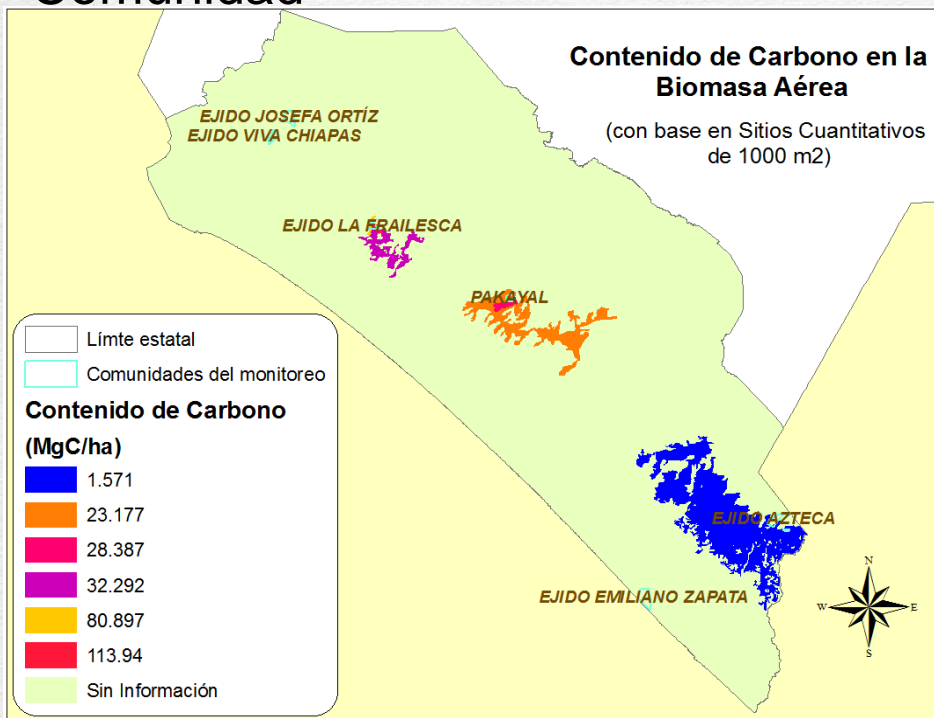


# RESULTADOS

Mapas generales (seis comunidades)

de contenido de carbono:

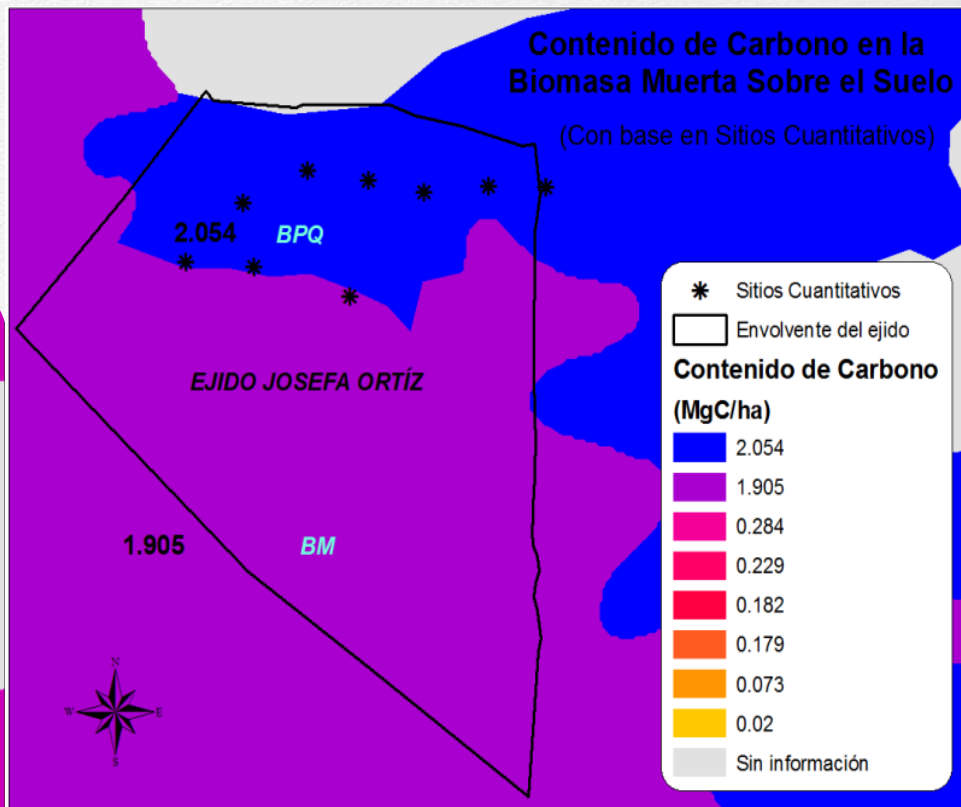
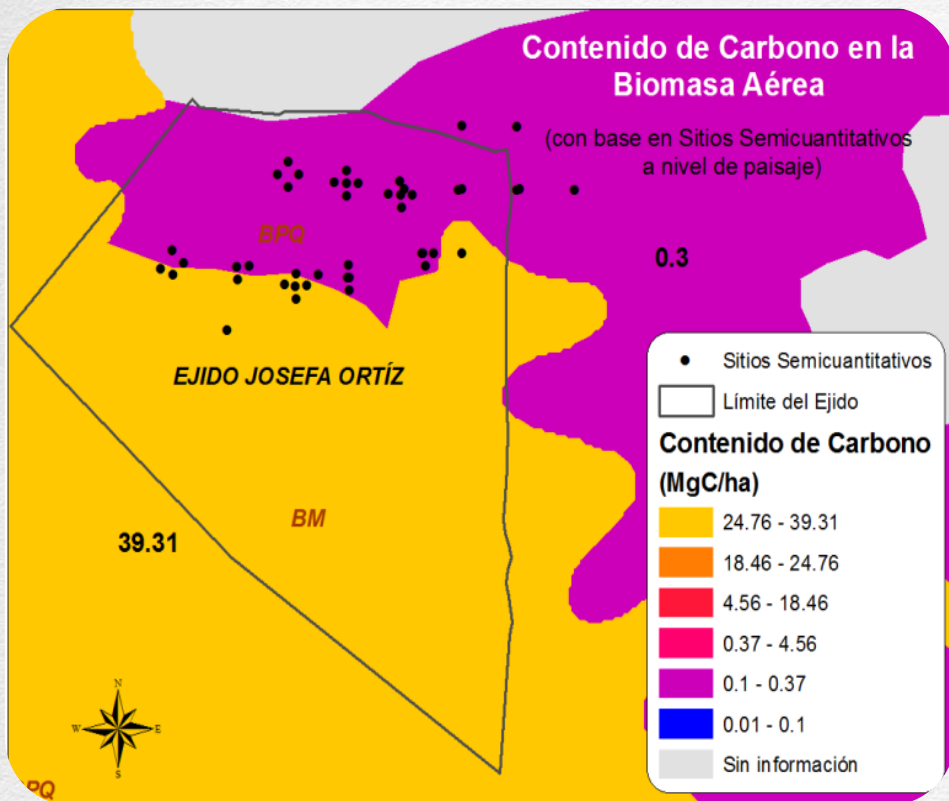
- Sitios cuantitativos
- Sitios semicuantitativos
- Almacén
- Comunidad





# RESULTADOS

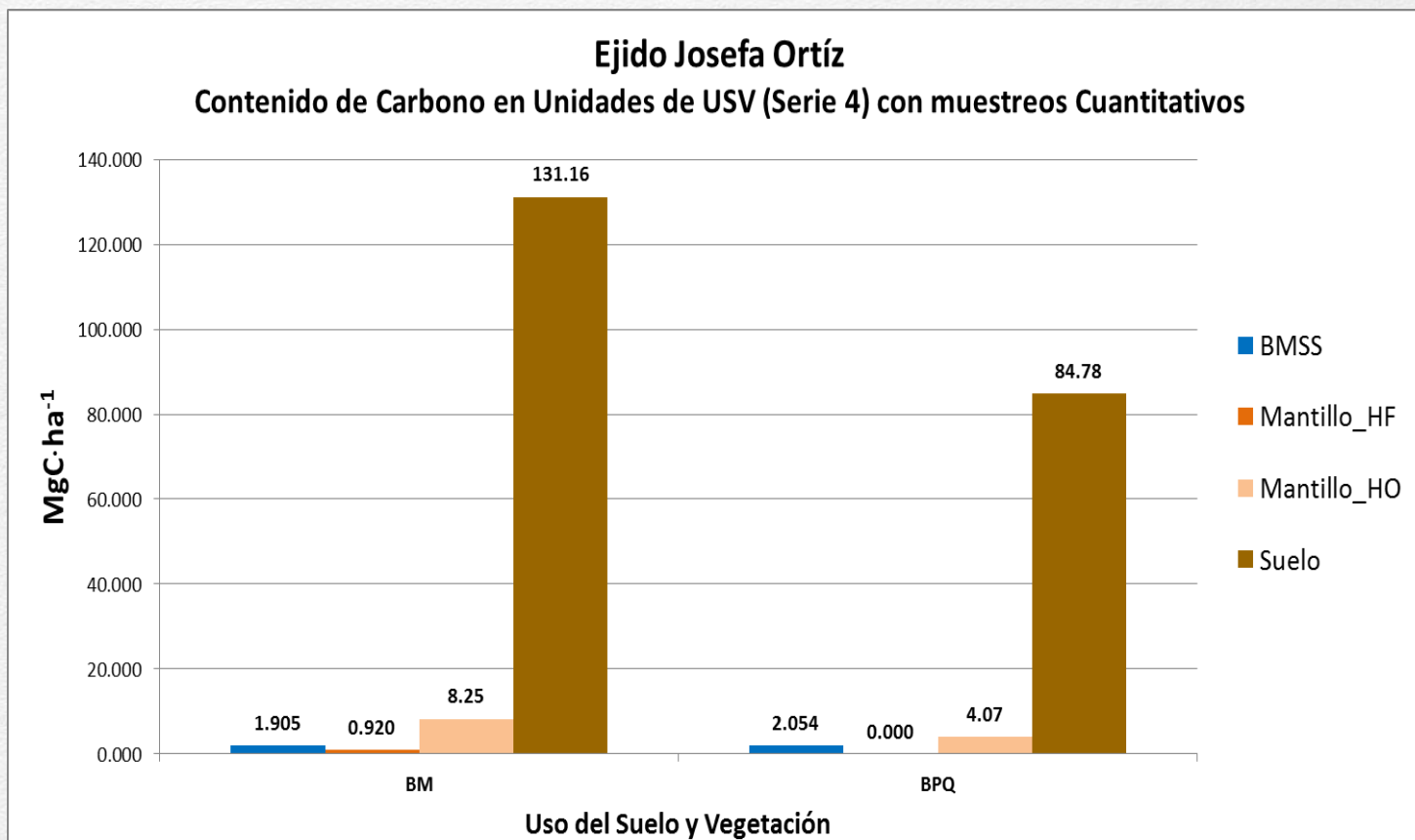
Mapeo del contenido de carbono:  
Ejido Josefa Ortíz



# RESULTADOS

*Ejido Josefa Ortíz*

Gráficos del contenido de carbono:

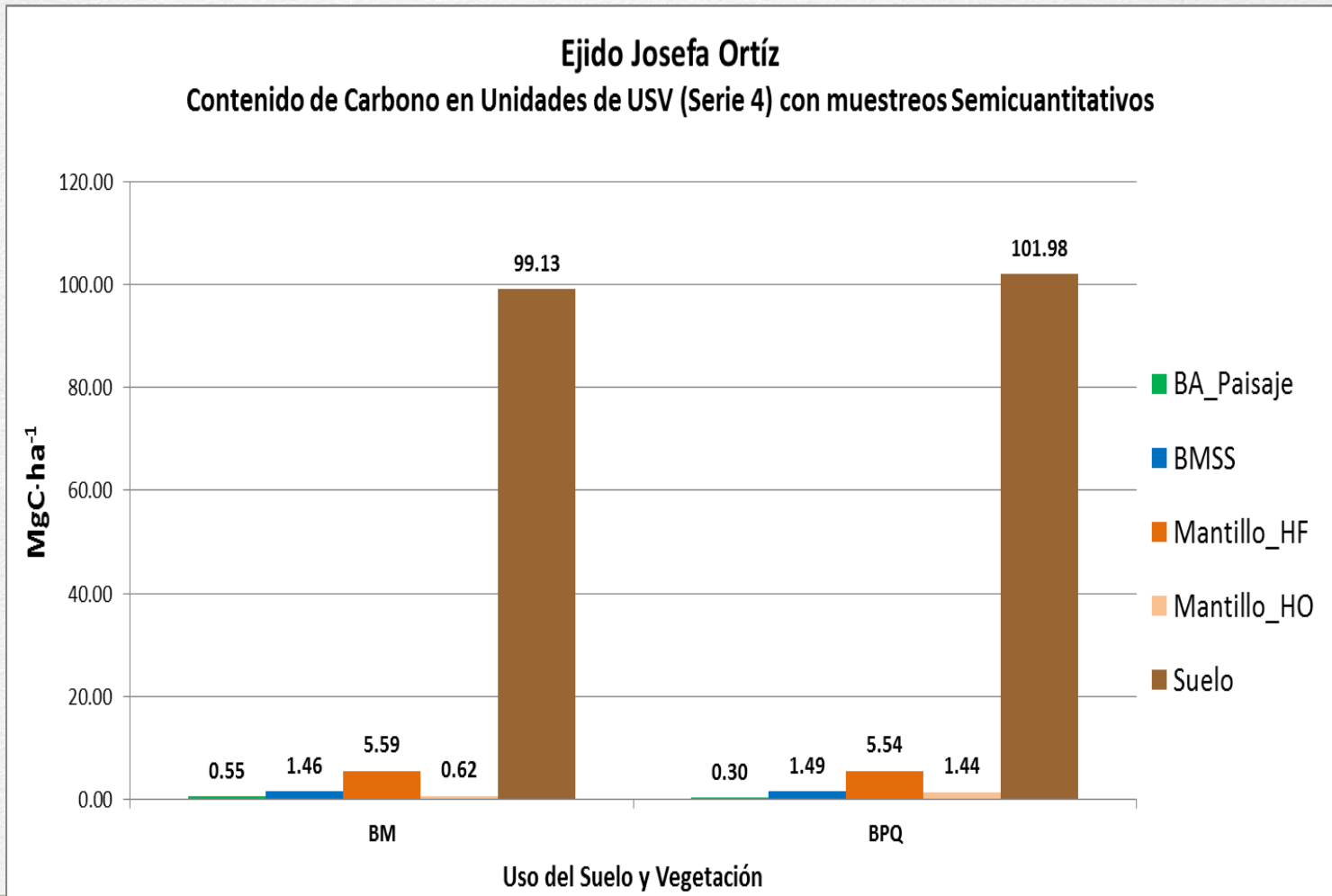




# RESULTADOS

*Ejido Josefa Ortíz*

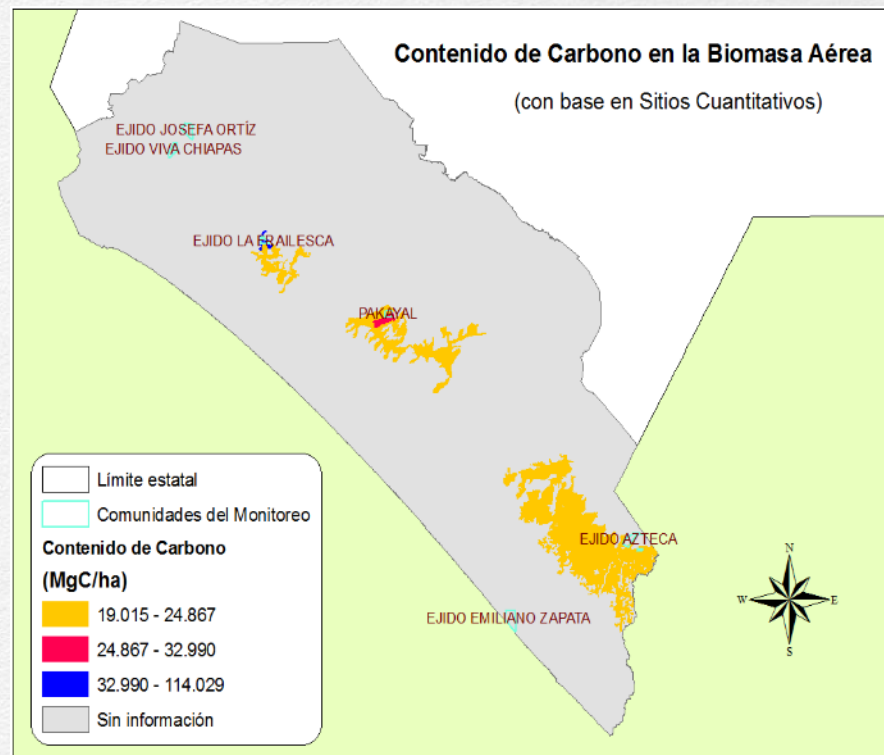
Gráficos del contenido de carbono:



# RESULTADOS

Mapas de Carbono Total ( $\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

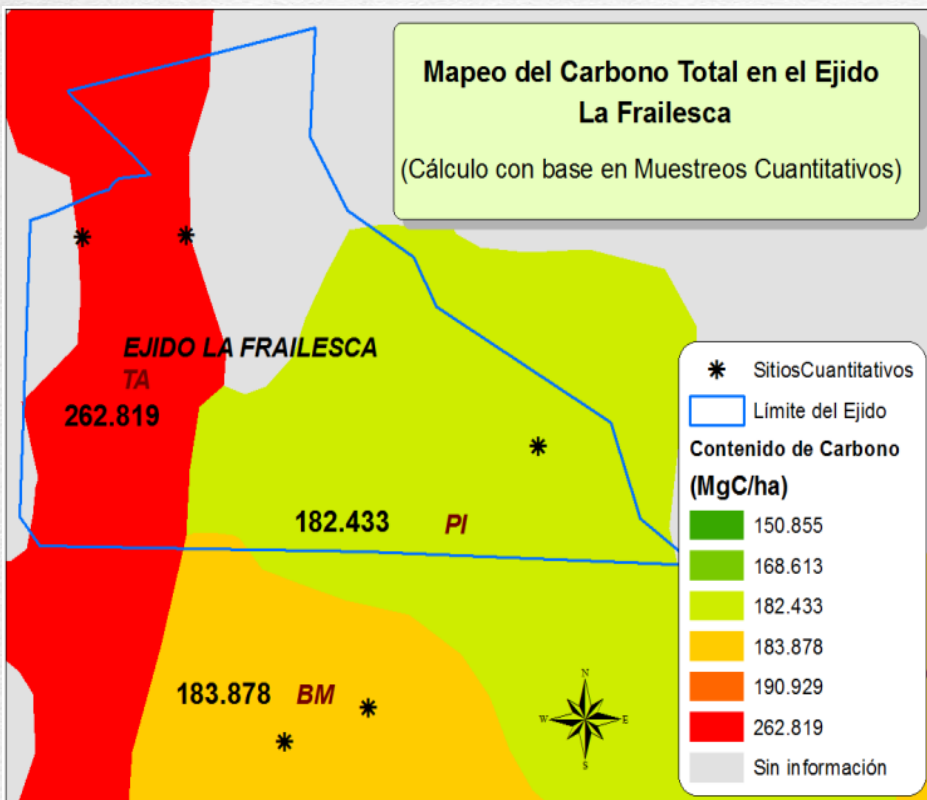
- Sitios cuantitativos
- Sitios semicuantitativos
- Almacén
- Comunidad



Se consideraron únicamente los sitios que cuentan con estimación del contenido de carbono en **TODOS** los almacenes

## Mapeo del Carbono Total en el Ejido La Frailesca

(Cálculo con base en Muestras Cuantitativas)





# RESULTADOS

## Mapas obtenidos del muestreo Cuantitativo

TIPO DE MAPA	ALMACÉN							TOTAL
	BA_1000	BA_400	BMSS	Mantillo_HF	Mantillo_HO	Suelo	Carbono total	
Mapa general (todas las comunidades)	1	1	1	1	1	1	1	7
Mapas por comunidad								
Azteca	1	1	1	1	1	1	1	7
Frailesca	1	1	1	1	1	1	1	7
Josefa Ortíz	0	0	1	1	1	1	0	4
Pakayal	1	1	1	1	1	1	1	7
<b>TOTAL</b>								<b>32</b>

## Mapas obtenidos del muestreo Semicuantitativo

TIPO DE MAPA	ALMACÉN							TOTAL
	BA_1000	BA_Paisaje	BMSS	Mantillo_HF	Mantillo_HO	Suelo	Carbono total	
Mapa general (todas las comunidades)	1	1	1	1	1	1	1	7
Mapas por comunidad								
Azteca	1	1	1	1	1	1	1	7
Frailesca	1	1	1	1	1	1	1	7
Josefa Ortíz	0	1	1	1	1	1	0	5
Pakayal	1	0	0	1	1	1	0	4
Emiliano Zapata	0	0	1	0	1	1	0	3
Viva Chiapas	0	1	1	1	1	1	0	5
<b>TOTAL</b>								<b>38</b>

# Problemática observada





## PROBLEMÁTICA ENCONTRADA

- El esquema de muestreo cuantitativo sólo se estableció en **cuatro de las seis comunidades** consideradas en el estudio: Azteca, Frailesca, Josefa Ortíz y Pakayal.
- Sólo el 50% de los sitios cuantitativos cuenta con su par semicuantitativo.
- No se siguió de forma correcta la codificación para el nombramiento de los sitios, por lo que no se puede identificar cuales sitios semicuantitativos corresponden a cada sitio cuantitativo.



## PROBLEMÁTICA ENCONTRADA

- No en todos los sitios se levantó la información completa para el cálculo de los diferentes almacenes.
- De los 28 sitios cuantitativos que se establecieron en las seis comunidades de estudio, sólo 12 (< 50% del total) presentaron información completa en todos los almacenes.
- En el caso de los sitios semicuantitativos sólo 80 de los 418 que se establecieron (< 20% del total) presentaron información completa y son útiles para el cálculo del Carbono Total.





## RECOMENDACIONES

- Involucrar todos los tipos de vegetación descritos para el área de estudio
- Una mejor representatividad de los Usos del Suelo y Vegetación muestreados, estableciendo un mayor número de sitios
- Buscar que exista una buena proporción entre los sitios Cuantitativos y Semicuantitativos que se establezcan
- Contar con el personal capacitado para llevar a cabo las tareas del monitoreo de principio a fin
- Las bases maestras deben de tener un riguroso control de calidad, al ser recibidas se debe verificar que tienen todas las columnas y filas del formato en archivo Excel



## RECOMENDACIONES

- El muestreo cuantitativo de biomasa muerta sobre el suelo debe incluir la medición de la longitud de los combustibles.
- Las colectas de capa de hojarasca, horizonte de fermentación y suelo deben de ser colectadas y procesadas en laboratorio.



**Por su atención  
gracias**

**M en C Fabiola Rojas-García**  
[fabiosxto1981@gmail.com](mailto:fabiosxto1981@gmail.com)

**Dra. Ma Isabel Marín**  
[isabelmsosa@gmail.com](mailto:isabelmsosa@gmail.com)