



**Proyecto No. 00089333: “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”**

“Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas”.

**DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS SELECCIONADOS, CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE CONTROL**



*Fuente: fotografía tomada por Arturo García Valencia, 2019.*

**Gente Sustentable, A.C.**

**Abril de 2019**

*“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”*



**Título:** “Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas”.

**Objetivo:** Disminuir la presencia y, en consecuencia, el impacto que provocan la mariposita blanca y la orquídea africana en los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas implementando las acciones establecidas en los Planes de Monitoreo y Control de cada especie.

**Autor(es):** Aníbal F. Ramírez Soto, Ixchel M. Sheseña Hernández, Antonio Rangel Carrillo, Arturo García Valencia y Karla Beatriz Hernández Pérez.

**Modo de citar: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2019.** Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas – **Descripción de los sitios seleccionados, criterios y estrategias de control.** Proyecto No. 00089333: “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. A.F. Ramírez Soto, I.M. Sheseña Hernández, A. Rangel Carrillo, A. García Valencia. San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. 24 pp.

**Área objeto del informe:** Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas.

**Fecha de inicio:** 5 de febrero de 2019.

**Fecha de terminación:** 30 de agosto de 2019.

**Vínculo con la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras:** La presente consultoría generará pautas para el control de dos especies EEI con una amplia distribución en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas y en otras Áreas Naturales Protegidas en Mexico, por lo que se vincula con el objetivo 2 de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras, que cita “Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas”.

**Resumen:** se determinó la zonificación final para la operación de las actividades de control de las dos especies exóticas invasivas mariposita blanca (*Hedygium coronarium*) y orquídea africana (*Oeceoclades maculata*). Se determinaron niveles de infestación sobre los que se desarrollarán intervenciones diferenciadas. Se utilizará el enfoque de nucleación para el caso de la mariposita blanca y el control mecánico para la orquídea africana. Se propone en el diseño de la intervención el enfoque de nucleación, particularmente los núcleos de Anderson combinados con tratamientos de chapeo y arrancado. Adicionalmente se detalla el proceso de construcción de dos viveros comunitarios con capacidad de 5,000 plantas cada uno, haciendo énfasis en el uso de la biodiversidad local y de especies adaptadas a las condiciones riparias y de alta competencia solar (heliófilas).

## TABLA DE CONTENIDO

DESARROLLO.....	1
1. Selección de los sitios .....	1
2. Descripción de los sitios .....	1
3. Estrategia de control .....	2
3.1 Caracterización de los sitios .....	2
3.2 Análisis de los diferentes tipo de control.....	4
3.3 Elección del tipo de control.....	7
3.4 Los porcentajes de acciones de control por ejido.....	10
3.5 Estrategia de tratamiento según su nivel de infestación.....	11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

## MAPAS

Mapa 1. Ubicación de los cuatro ejidos a intervenir en la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas. .....	14
Mapa 2. Áreas de intervención para la mariposita blanca en el Ejido Benito Juárez. ....	15
Mapa 3. Áreas de intervención para la mariposita blanca en el ejido Miguel Hidalgo. ....	16
Mapa 4. Áreas de intervención para la orquídea africana en el ejido Perla de San Martín. ....	17
Mapa 5. Áreas de intervención para la orquídea blanca en el ejido Pajapan.....	18
Mapa 6. Áreas de intervención para la orquídea africana para el ejido Miguel Hidalgo. ...	19
Mapa 7. Área de intervención para la orquídea blanca en el ejido Benito Juárez. ....	20
Mapa 8. Mapa de ubicación potencial de los viveros. ....	21

## TABLAS

Tabla 1. Caracterización del conjunto de sitios del proyecto para la mariposita blanca según su nivel de infestación (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019). ....	2
Tabla 2. Caracterización de los sitios para la orquídea africana según su nivel de infestación (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019). ....	3
Tabla 3. Medidas de control para la mariposita blanca (H. coronarium) .....	5
Tabla 4. Medidas de Control para la Orquídea africana (O. maculata) (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019). ....	6

Tabla 5. Porcentajes de acciones de control para la EEI mariposita blanca en los ejidos Benito Juárez y Miguel Hidalgo (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019)..... 11

Tabla 6. Porcentajes de acciones de control para la EEI orquídea africana en los ejidos Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Perla de San Martín y Pajapan (fuente: elaboración propia, Gente Sustentable, 2019)..... 11

## DESARROLLO

### 1. Selección de los sitios

Se seleccionaron los sitios por medio de una reunión con el personal técnico de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (RBLT), el Biól. Álvaro Campos (Investigador de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, UNAM y presidente del subconsejo de EEI de la RBLT), personal técnico de Gente Sustentable A.C. y miembros de las brigadas comunitarias. El intercambio de información entre todos los actores participantes permitió delimitar a las comunidades Perla de San Martín, Benito Juárez, Miguel Hidalgo (pertenecientes al municipio de Catemaco) y a Pajapan (perteneciente al municipio con el mismo nombre) como las más significativas para las acciones de control de la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) y la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*), dos de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) de mayor impacto en la RBLT. Su elección se basó en los siguientes criterios:

1. Cercanía con las áreas núcleo de la RBLT.
2. Presencia de brigadas comunitarias.
3. Accesibilidad a las áreas de control.
4. Registro de observaciones.

En esta misma reunión se acordó realizar una visita técnica para validar los criterios anteriores y concretar la estrategia de control para cada una de las EEI.

La evaluación de cada sitio seleccionado se basó en determinar las características ecológicas, la superficie a controlar y la cobertura de la especie.

### 2. Descripción de los sitios

Los sitios fueron muestreados bajo un gradiente de conservación: vegetación primaria, secundaria y perturbada. Las variables consideradas para cuantificar el nivel de infestación fueron: densidad promedio, presencia, características del sitio, especies asociadas, altura promedio y exposición solar. Es decir, en cada ejido se eligieron los sitios representativos de los tres gradientes de conservación y en cada gradiente se obtuvieron las variables para el nivel de infestación. Cabe mencionar que solo se encontró incidencia significativa de mariposita blanca en los ejidos Benito Juárez y Miguel Hidalgo.

**El ejido Benito Juárez** presenta selva alta perennifolia (conservada) y aunque no es zona núcleo, es selva original y el único manchón que queda en esta área. En este ejido la mariposita blanca se llega a encontrar en los tres gradientes de conservación, pero con un nivel de infestación significativo en vegetación secundaria y perturbada. Respecto a la orquídea africana, solo fue registrada en vegetación secundaria y por su nivel de infestación compromete el 10% de las acciones de control.

**El ejido Miguel Hidalgo** posee selva alta perennifolia, pero no se encuentra en un buen estado de conservación debido a su alto grado de perturbación. La mariposita blanca se observó en los tres gradientes de conservación, pero con mayor presencia en vegetación secundaria. Para la orquídea africana solo se encontró en vegetación perturbada y con un nivel de infestación que requerirá del 15% de las acciones de control.

**El ejido Perla de San Martín** tiene como característica la transición de selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña y forma parte de la zona núcleo (volcán de San Martín) que junto con la Estación de Biología Tropical de la UNAM, constituyen el manchón de selva más grande que queda en la zona núcleo I. Se encontró que la orquídea africana se presenta en dos gradientes de conservación, vegetación secundaria y perturbada. Su nivel de infestación comprende el 15% de las acciones de control. En cuanto a la mariposita blanca, no se encontró incidencia significativa en este ejido.

Finalmente, **Pajapan** es un ejido con selva media y alta perennifolia. Según el diagnóstico realizado, la orquídea africana se encontró en vegetación secundaria y debido a su alto nivel de infestación comprende el 60% de las acciones de control. Al igual que en el caso anterior, no presenta incidencia significativa de mariposita blanca.

### 3. Estrategia de control

#### 3.1 Caracterización de los sitios

Con base en los datos obtenidos en las visitas técnicas, se presentan los criterios para las acciones de control según el nivel de infestación (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Caracterización del conjunto de sitios del proyecto para la mariposita blanca según su nivel de infestación (Fuente: *Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019*).

Variable	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<b>Infestación</b>	Alto	Intermedio	Bajo
<b>Densidad promedio</b>	65 tallos/m <sup>2</sup>	35 tallos/m <sup>2</sup>	26 tallos/m <sup>2</sup>
<b>Presencia (unidad de medida: tramo)</b>	> 70%	≥ 30-70%	< 30%
<b>Hábitat</b>	Potreros, sitios expuestos o cercanos a localidades.	Sitios adyacentes o de transición entre zonas expuestas y sitios con mayor grado de conservación.	Sitios con mayor grado de conservación, cauces de corriente rápida
<b>Especies asociadas</b> <i>*Las especies resaltadas en color rojo son especies introducidas a México</i>	Pastos, arbustos, árboles de porte bajo o juveniles y de copa abierta. <i>Psidium guajava</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Inga vera</i> , <i>Spondias radlkoferi</i> , <i>Heliocarpus appendiculatus</i> , <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> , <i>Trema micrantha</i> , <i>Acacia</i> sp., <i>Cojoba arborea</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cecropia</i>	Herbáceas, arbustos, árboles juveniles y de porte alto. <i>Psidium guajava</i> , <i>Inga vera</i> , <i>Spondias radlkoferi</i> , <i>Heliocarpus appendiculatus</i> , <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> , <i>Tapirira mexicana</i> , <i>Trema micrantha</i> , <i>Cojoba arborea</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> , <i>Bursera</i>	Herbáceas, arbustos, árboles juveniles y de porte alto, <i>Psidium guajava</i> , <i>Inga vera</i> , <i>Spondias radlkoferi</i> , <i>Heliocarpus appendiculatus</i> , <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> , <i>Tapirira mexicana</i> , <i>Trema micrantha</i> , <i>Cojoba arborea</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> , <i>Bursera</i>

Variable	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	<i>obtusifolia</i> , <i>Bursera</i> <i>simaruba</i> , <i>Cocos</i> <i>nucifera</i> , <i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> , <i>Ficus</i> sp., <i>Mangifera indica</i>	<i>simaruba</i> , <i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> , <i>Ficus</i> sp., <i>Syzygium jambos</i> , <i>Zanthoxylum</i> <i>riedelianum</i> , <i>Persea</i> <i>americana</i> , <i>Persea</i> <i>schiedeana</i> , <i>Citrus</i> <i>spp.</i> , <i>Meliosma</i> <i>occidentalis</i> , <i>Cupania</i> <i>dentata</i> , <i>Erythrina</i> <i>folkersii</i> , <i>Stemmadenia</i> <i>donnell-smithii</i> , <i>Chamaedorea</i> <i>elegans</i> , <i>Swietenia</i> <i>macrophylla</i> , <i>Cordia</i> sp.	<i>simaruba</i> , <i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> , <i>Ficus</i> sp. <i>Mangifera indica</i> , <i>Cordia</i> sp., <i>Syzygium</i> <i>jambos</i> , <i>Zanthoxylum</i> <i>riedelianum</i> , <i>Persea</i> <i>americana</i> , <i>Persea</i> <i>schiedeana</i> , <i>Citrus</i> <i>spp.</i> , <i>Meliosma</i> <i>occidentalis</i> , <i>Cupania</i> <i>dentata</i> , <i>Erythrina</i> <i>folkersii</i> , <i>Cedrela</i> <i>odorata</i> , <i>Bernoullia</i> <i>flammea</i> , <i>Alchornea</i> <i>latifolia</i> <i>Dalbergia</i> <i>glomerata</i> , <i>Brosimum</i> <i>alicastrum</i> , <i>Pouteria</i> <i>sapota</i> .
Altura promedio de la mariposita blanca	2.5 m	1.5 m	1 m
Luminosidad	Alta	Media	Baja

Tabla 2. Caracterización de los sitios para la orquídea africana según su nivel de infestación  
(Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

Variable	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Infestación	Alto	Intermedio	Bajo
Densidad promedio	600 plantas/ha	240 plantas/ha	40 plantas/ha
Luminosidad	76% de luz	55% de luz	41% de luz
Forma de Vida	suelo/roca	suelo/roca	suelo
Hábitat	Cuando llegan a crecer en suelo este posee abundante hojarasca y hay una baja densidad de herbáceas a nivel de suelo.	Cuando llegan a crecer en suelo este posee abundante hojarasca y hay una baja densidad de herbáceas a nivel de suelo.	Cuando llegan a crecer en suelo este posee escasa hojarasca y hay herbáceas o pastos abundantes en el suelo.
Altura promedio	45 cm	30 cm	30 cm

Variable	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<b>Peso promedio (c/d plántula)</b>	20 gr	20 gr	20 gr
<b>Estado de invasión</b>	Dispersión/Propagación	Dispersión/Propagación	Dispersión/Propagación
<b>Especies asociadas</b> <i>*Las especies resaltadas en color rojo son especies introducidas a México</i>	<i>Vanilla sp., Cecropia obtusifolia, Liquidambar macrophylla, Spondias radlkoferi, Apeiba tibourbou, Trichospermum mexicanum, Luehea speciosa, Pouteria sapota, Meliosma occidentalis, Bursera simaruba, Genipa americana, Poulsenia armata, Byrsonima crassifolia, Quercus sp., Erythrina folkersii, Dialium guianense, Dalbergia glomerata, Alchornea latifolia, Thevetia peruviana.</i>	<i>Cecropia obtusifolia, Spondias radlkoferi, Bursera simaruba, Saurauia yasicae, Cupania dentata, Swietenia macrophylla, Erythrina folkersii, Stemmadenia donnell-smithii, Coffea sp., Psidium guajava, Citrus spp., Ocotea dendrodaphne, Ilex valerioi, Persea schiedeana, Zanthoxylum riedelianum, Musa sp., Meliosma occidentalis, Heliocarpus appendiculatus, Pouteria sapota, Poulsenia armata, Ficus sp., Brosimum alicastrum, Cedrela odorata, Lonchocarpus sp., Dialium guianense, Alchornea latifolia, Cordia sp., Tapirira mexicana, Croton schiedeanus.</i>	<i>Pastos y herbáceas abundantes a nivel de suelo. Cecropia obtusifolia, Bursera simaruba, Saurauia yasicae, Cedrela odorata, Alchornea latifolia, Cordia sp., Gliricidia sepium, Byrsonima crassifolia, Cnidoscolus multilobus, Guazuma ulmifolia, Ficus sp., Acacia sp.</i>

### 3.2 Análisis de los diferentes tipo de control

Para la elección del tipo de control se realizó una búsqueda bibliográfica para analizar los métodos de control empleados en otros países, obteniendo los datos que se presentan en las tablas 3 y 4.



Tabla 3. Medidas de control para la mariposita blanca (*H. coronarium*)  
(Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

Tipo de control	Lugar	Metodología	Bibliografía consultada
Químico	Panamá	Herbicidas Picloram y 2,4-D amino	Hertentains, L. A., Lezcano, F. & Santiago, R. 1998. Effect of herbicide dose on the chemical control of the heliotrope ( <i>Hedichium coronarium</i> ) in Cordillera, Chiriqui, Panama. Ciencia Agropecuaria-Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. (9): 117-126.
	Hawái	Herbicida Escort R de Bayer	Tunison T. 1991. Element Stewardship Abstract For <i>Hedychium coronarium</i> . The Nature Conservancy disponible en <a href="https://www.invasive.org/gist/esadocs/documnts/hedycor.pdf">https://www.invasive.org/gist/esadocs/documnts/hedycor.pdf</a>
Mecánico	Brasil	Extracción de rizomas	Almeida, L. 2011. Controle mecânico da herbácea exótica invasora lírio-do-brejo ( <i>Hedychium coronarium</i> Koenig) no parque estadual turístico do Alto Ribeira. Tesis de Maestría. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
	Brasil	Extracción de rizomas	Chiba, W. A. C., Almeida, R. V., Leite, M. B., Marrs, R. H., & Matos, D. S. 2016. Invasion strategies of the white ginger lily <i>Hedychium coronarium</i> J. König (Zingiberaceae) under different competitive and environmental conditions. Environmental and Experimental Botany. 127: 55-62.
Biológico	Brasil	Es un estudio donde resultaron 5 especies con potencial de control biológico para la mariposita blanca, estas son: <i>Gonatophragmium mori</i> , <i>Leptosphaeria</i> sp., <i>Mycosphaerella hedychii</i> , <i>Pseudocercospora hedychii</i> y	Soares, D. J. & Barreto, R. W. 2008. Fungal pathogens of the invasive riparian weed <i>Hedychium coronarium</i> from Brazil and their potential for biological control. Fungal Diversity. 28: 85-96.

Tipo de control	Lugar	Metodología	Bibliografía consultada
		<i>Veronaea hedychii</i> sp. nov.	
	Cuba	Es un estudio que encontró incidencia en inflorescencias de <i>Botrytis</i> spp., <i>Fusarium</i> spp. y <i>Rhizotocnia solani</i> Kühn y de la especie <i>R. solani</i> en las hojas.	Martínez, B. & Hernández-Sabourin, I. 2013. Plant pathogenic fungi affecting white ginger lily ( <i>Hedychium coronarium</i> K.). Revista de Protección Vegetal. 28 (1): 77.

Tabla 4. Medidas de Control para la Orquídea africana (*O. maculata*) (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

Tipo de control	Lugar	Metodología	Bibliografía consultada
<b>Químico</b>	-	Sin datos	
<b>Mecánico</b>	Chiapas	Propone una metodología para el control de la densidad poblacional de la especie, una vez efectuado el método de control mecánico, eliminando los frutos de poblaciones aledañas a las áreas de extracción (no se ha realizado este método).	Moreno, I. & Beutelspacher, C. 2014. Situación actual en Chiapas de <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl. (1833), Orquídea terrestre invasora. La candonia, 8(2): 39-46.
<b>Biológico</b>	-	Sin datos	

Específico para la RBLT se cuentan con las recomendaciones establecidas en los planes de monitoreo y control realizados durante el 2017:

1. Plan de monitoreo y control de la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (PNUD, 2017a).
2. Plan de monitoreo y control de la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*) en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (PNUD, 2017b).

En ellos se menciona al control mecánico como el más viable para combatir a ambas especies.

### 3.3 Elección del tipo de control

Basándonos en la caracterización de los sitios y el análisis de los diferentes tipos de control para las EEI (mariposita blanca y orquídea africana) se eligió el control mecánico. El control biológico con las especies citadas en la tablas anteriores resulta riesgoso de implementar pues son especies nativas de otros países. Respecto al control químico, aun cuando ha resultado ser de los métodos más efectivos, en el taller participativo se planteó la posibilidad de utilizarlo pero no fue bien recibida. Sobre las recomendaciones de los planes de monitoreo y control de ambas especies, se retomó la recomendación y la experiencia de los grupos locales y se plasmó en el plan de operación de ésta consultoría, siendo la remoción de rizomas la acción que más se recomienda.

, se incorporó en la nucleación la reomoción de rizomas en las 3 categorías de infestación en 140 núcleos. (ver tabla 7)

Para la mariposita blanca se plantea combinar el control mecánico (remoción de plantas y rizomas) con el uso de una estrategia llamada *grupos Anderson*, una de las cinco técnicas de *nucleación* aplicada para bosques tropicales (Anderson, 1953; Cameron, 1950; Reis *et al.*, 2010; Corbin & Holl, 2011; Ramírez-Soto, 2018.). Originalmente la técnica consistía en la combinación de especies según su resistencia por la luz, así como su carácter de crecimiento:

- Especies central umbrófila
- Especies primer aro parcialmente heliófila
- Especies segundo aro preponderantemente heliófila

El método propuesto se basa en el entendimiento de que la mariposita blanca, independientemente de su carácter exótico e invasor, está creando un estado homostático, de estabilidad o, en términos ecológicos, de arresto de la sucesión. El método de nucleación busca precisamente desencadenar un proceso sucesional que libere la regeneración al cambiar las condiciones de luz.

El objetivo de aplicar esta técnica también se basa en los elevados costos (materiales, humanos y ecológicos) de remoción de la mariposita blanca. Aunque no se dispone de un estimado de los costos de remoción en términos de superficie, es muy bien conocida la dificultad de arrancar los rizomas; ya que estos se enraizan a profundidad en los lechos de ríos y sus orillas, así como en zonas temporalmente inundables y cumplen una función de retención de suelos y prevención de la erosión, por lo que al arrancar estas plantas, si bien se puede eliminar gran porcentaje de los matojos, al quitarlos se favorece la erosión. Llevado a una escala de paisaje, un programa de control usando remoción total podría desencadenar inestabilidad en las orillas de los ríos. El clima húmedo de la RBLT, las lluvias torrenciales y constantes, y la deforestación de las partes altas, son factores naturales que

pueden incrementar los peligros. Si aunado a ello, se arrancan masivamente estas plantas, podría generarse un efecto contraproducente.

La propuesta de hacer nucleación va más allá de sembrar en grupos Anderson. Conlleva conservar y aprovechar la relativa estabilidad que la mariposita blanca ha creado en las orillas de los ríos. La intervención busca generar una sucesión usando como *trampolín* a la mariposita blanca y no como un impedimento que hay que eliminar. Sostenemos, con base en nuestra experiencia y los datos que ofrecemos, que la mariposita blanca puede ser controlada con la sombra, tal y como se desprende de la bibliografía y de las observaciones de campo. Los posibles efectos alelopáticos que la mariposita blanca tiene sobre otras especies es un factor que se contempló en el diseño del proyecto, por lo cual se seleccionaron especies de árboles que en campo se registraron en competencia y coexistencia con la mariposita blanca. Además, el arreglo nuclear permitirá un monitoreo representativo de las condiciones ecológicas de la zona y así mejorar paulatinamente las intervenciones, haciéndolas menos costosas económicamente y anidadas a un proceso de restauración ecológica. Es preciso ver el control de la especie invasiva como parte del proceso de restauración ecológica y a la reforestación en grupos como una de las técnicas a utilizar.

En la Fotografía 1 se expone un ejemplo donde se usan especies de rápido crecimiento en el perímetro (círculos amarillos) y una de lento crecimiento al centro (círculo azul). Esta dinámica estimula el crecimiento de todo el núcleo. También se han realizado combinaciones con diferentes formas de vida y estados fenológicos de las plantas nucleadoras.



Fotografía 1. Ejemplo de grupo Anderson aplicado al bosque mesófilo de montaña.  
*Fotografía tomada por: Anibal F. Ramírez Soto, 2006.*

En la Fotografía 2 se presenta otro ejemplo de nucleación con grupos Anderson, llamado *chinampa* que consiste en la plantación de árboles y propágulos de varias especies de mangle en un espacio reducido para acelerar su crecimiento y expansión en la colonización de nuevos sedimentos laterales.



Fotografía 2. Nucleación en grupos Anderson en manglares. Núcleo con 2 años de desarrollo.  
*Fotografía tomada por Anibal F. Ramírez Soto, 2010.*

### **3.4 Los porcentajes de acciones de control por ejido**

Con base en los niveles de infestación detectados y la superficie comprometida para el presente proyecto (100 ha para la orquídea africana y 10 km de margen de río para la mariposita blanca) en las tablas 5 y 6 se presentan los porcentajes estimados para llevar a cabo las acciones de control de cada especie en los ejidos seleccionados:



Tabla 5. Porcentajes de acciones de control para la EEI mariposita blanca en los ejidos Benito Juárez y Miguel Hidalgo (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

Meta Total (10 km)	Ejido	Nivel 1 Infestación alta	Nivel 2 Infestación media	Nivel 3 Infestación baja
	Benito Juárez	20% 2000 m	25% 2500 m	25% 2500 m
	Miguel Hidalgo	5% 500 m	20% 2000 m	5% 500 m

Tabla 6. Porcentajes de acciones de control para la EEI orquídea africana en los ejidos Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Perla de San Martín y Pajapan (fuente: elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

Meta Total (100 ha)	Ejid	Nivel 1 Infestación alta	Nivel 2 Infestación media	Nivel 3 Infestación baja
	Pajapan	35% 35 ha	25% 25ha	--
	Benito Juárez	--	10% 10 ha	--
	Miguel Hidalgo	--	--	15% 15 ha
	Perla de San Martín	--	5% 5 ha	10% 10 ha

### 3.5 Estrategia de tratamiento según su nivel de infestación

Finalmente, la estrategia de tratamiento para cada sitio según el nivel de infestación se muestra en la tabla 7:

Tabla 1. Estrategia de control según el nivel de infestación para la mariposita blanca (Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

	CATEGORÍA 1 Nivel Alto	CATEGORÍA 2 Nivel Medio	CATEGORÍA 3 Nivel Bajo
Tramos	25 (2,500 m)	45 (4,500 m)	30 (3,000 m)
Ejid	Benito Juárez (2,000 m) Miguel Hidalgo (500 m)	Benito Juárez (2,500 m) Miguel Hidalgo (2,000 m)	Benito Juárez (2,500 m), Miguel Hidalgo (500 m)
Tipo de intervención	Mecánico + Grupos Anderson	Mecánico + Grupos Anderson	Mecánico + Grupos Anderson

	<b>CATEGORÍA 1</b> <b>Nivel Alto</b>	<b>CATEGORÍA 2</b> <b>Nivel Medio</b>	<b>CATEGORÍA 3</b> <b>Nivel Bajo</b>
Núcleos por categoría	1250	675	240
Tratamiento de control mecánico en núcleos	a) núcleos con chapeo: 700 b) núcleos testigos sin chapeo: 500 c) Arrancado de matojo sustituyendo con nativas: 50	a) núcleos con chapeo: 400 b) núcleos testigos sin chapeo: 225 c) Arrancado de matojo sustituyendo con nativas: 50	a) núcleos con chapeo: 200 b) núcleos testigos sin chapeo: 0 c) Arrancado de matojo sustituyendo con nativas: 40
Núcleos/tramo	50	15	8
Plantas/núcleo	3	2	1 (en el caso de herbáceas la densidad será de 3 plantas/núcleo)
Total de plantas	3,750	1,350	240
Especies a utilizar	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> (20%), <i>Inga vera</i> (30%), <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> (40%), <i>Cupania dentata</i> (3%), <i>Cojoba arborea</i> (1%), <i>Pachira aquatica</i> (5%), <i>Citharexylum affine</i> (1%).	<i>Inga vera</i> (10%), <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> (40%), <i>Cupania dentata</i> (20%), <i>Cojoba arborea</i> (10%), <i>Clusia rosea</i> (10%), <i>Chamaedorea elegans</i> (5%), <i>Pachira acuática</i> (5%)	<i>Inga vera</i> (10%), <i>Lonchocarpus</i> (40%), <i>Cupania</i> (20%), <i>Cojoba arborea</i> (20%), <i>Pachira achuatica</i> (5%) y <i>Spathiphyllum wallisii</i> (5%).

Tabla 8. Estrategia de control según el nivel de infestación para la orquídea africana  
(Fuente: Elaboración propia, Gente Sustentable, 2019).

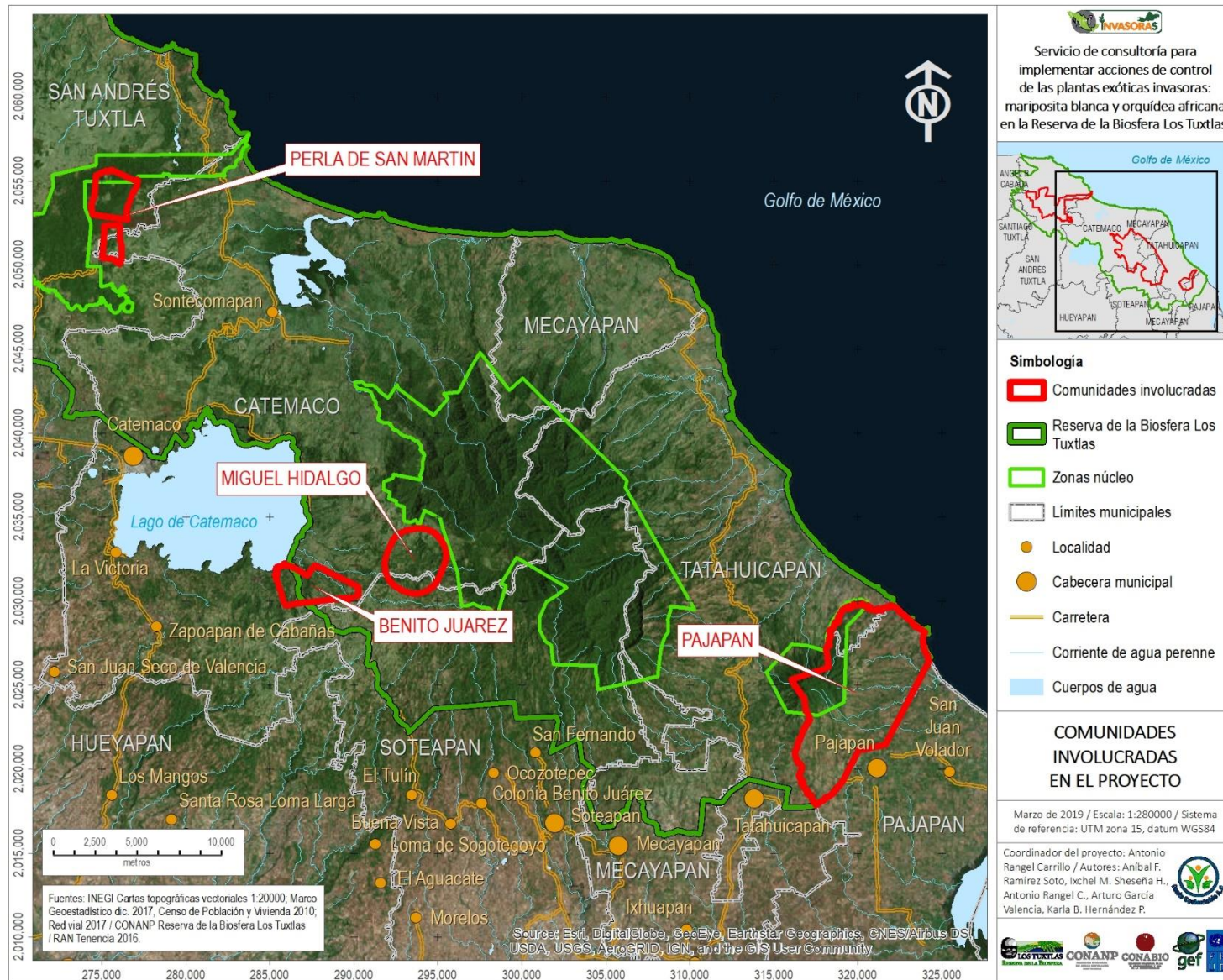
	<b>Categoría 1</b> <b>Nivel Alto</b>	<b>Categoría 2</b> <b>Nivel Medio</b>	<b>Categoría 3</b> <b>Nivel Bajo</b>
Cuadrantes (5 ha)	7	8	5
Tipo de intervención	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Plantas que se espera remover	21,000	9,600	1,000
Kg de plantas esperado	420	192	20



Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas

En los mapas que se presentan a continuación se señalan los sitios seleccionados, distinguiendo por color las zonas que serán intervenidas según los niveles de infestación.

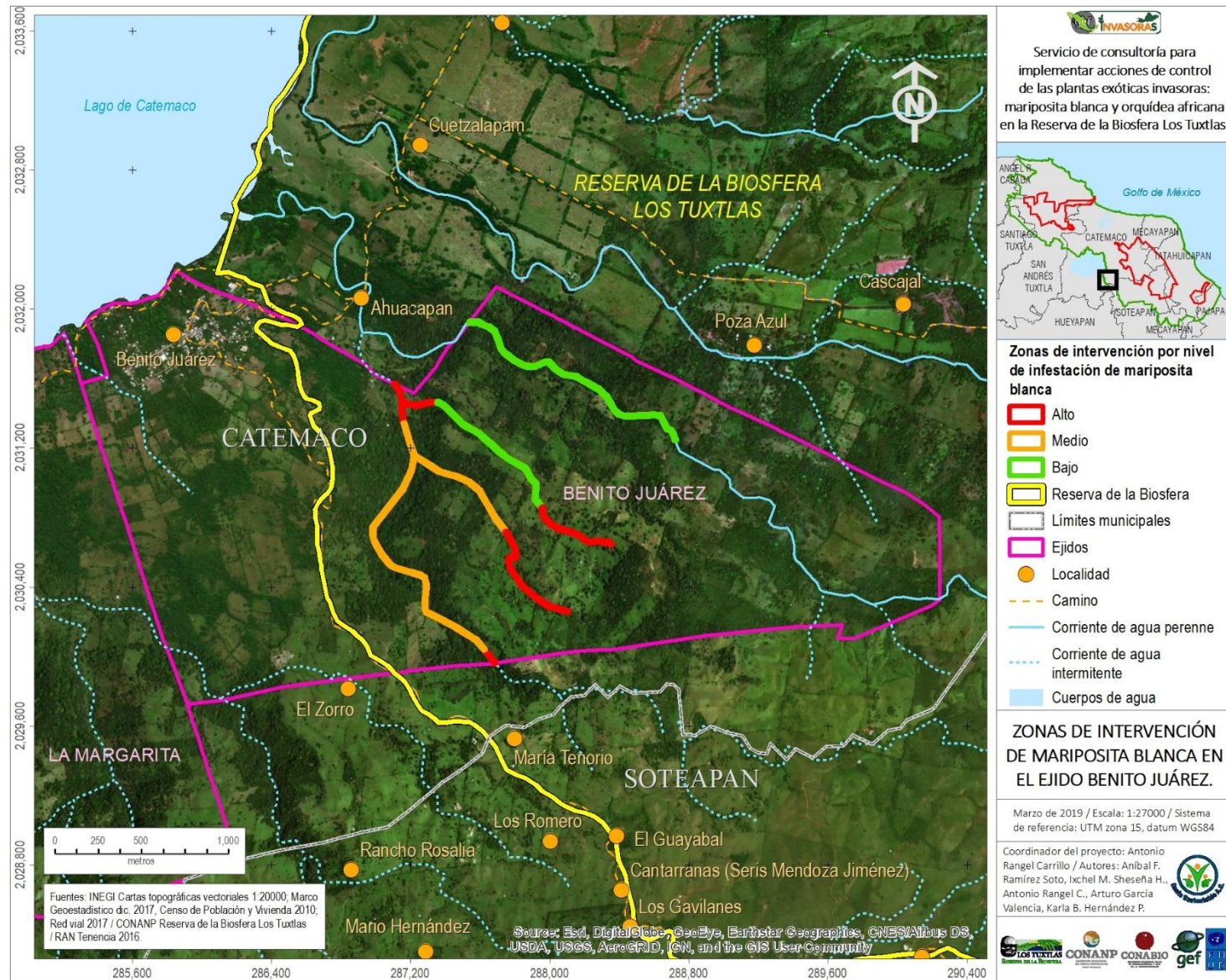
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 1. Ubicación de los cuatro ejidos a intervenir en la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas.



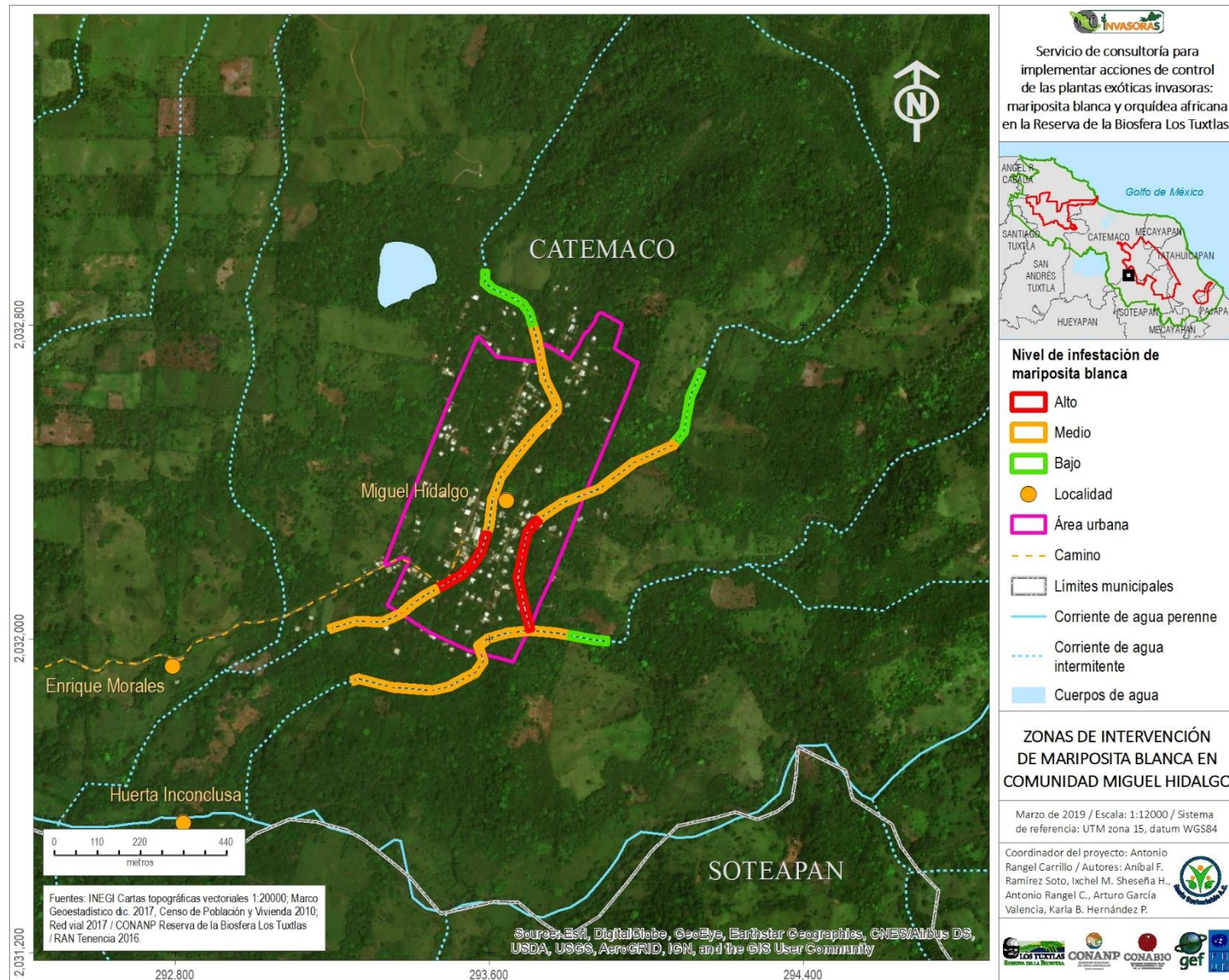
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 2. Áreas de intervención para la mariposita blanca en el Ejido Benito Juárez.



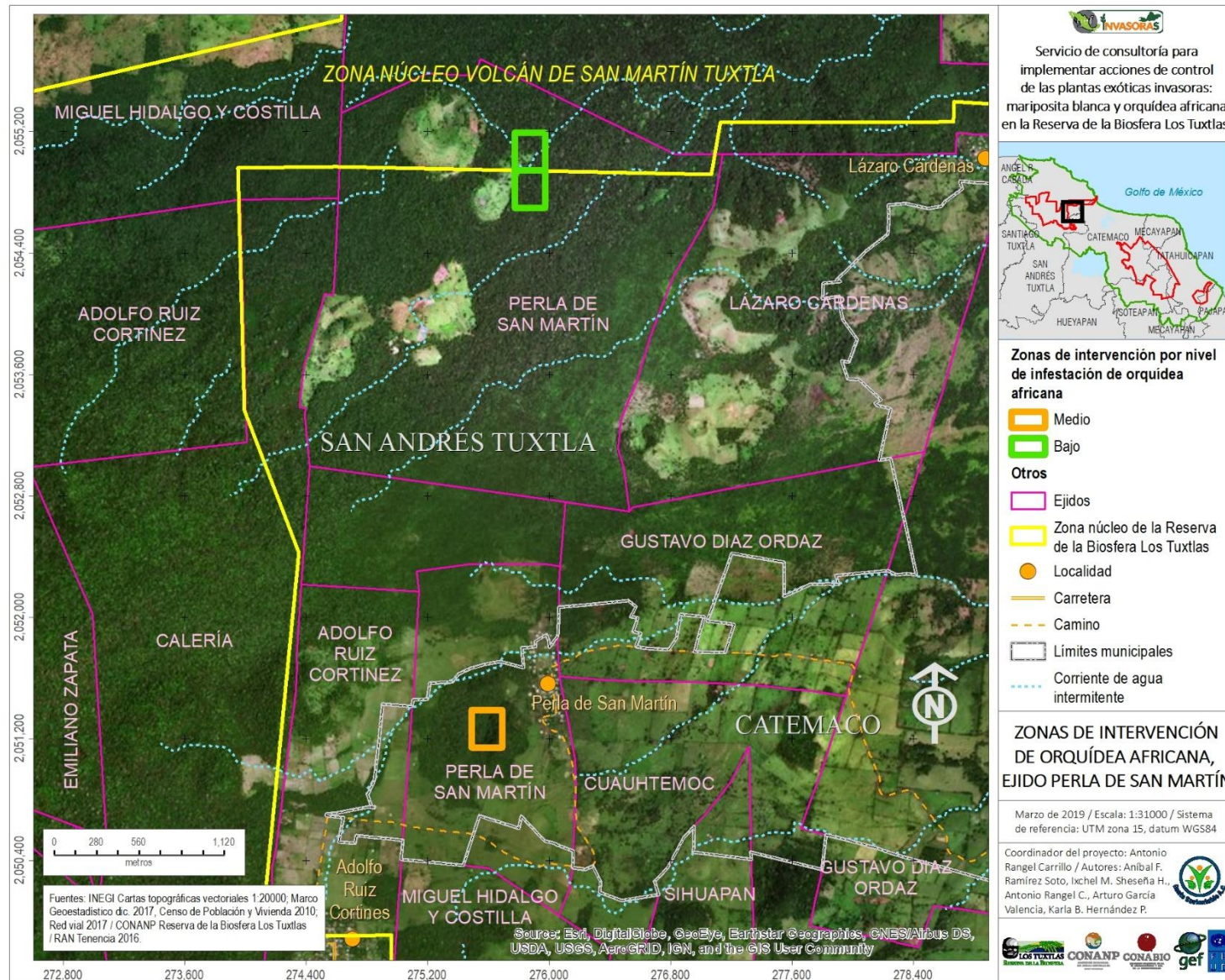
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 3. Áreas de intervención para la mariposita blanca en el ejido Miguel Hidalgo.



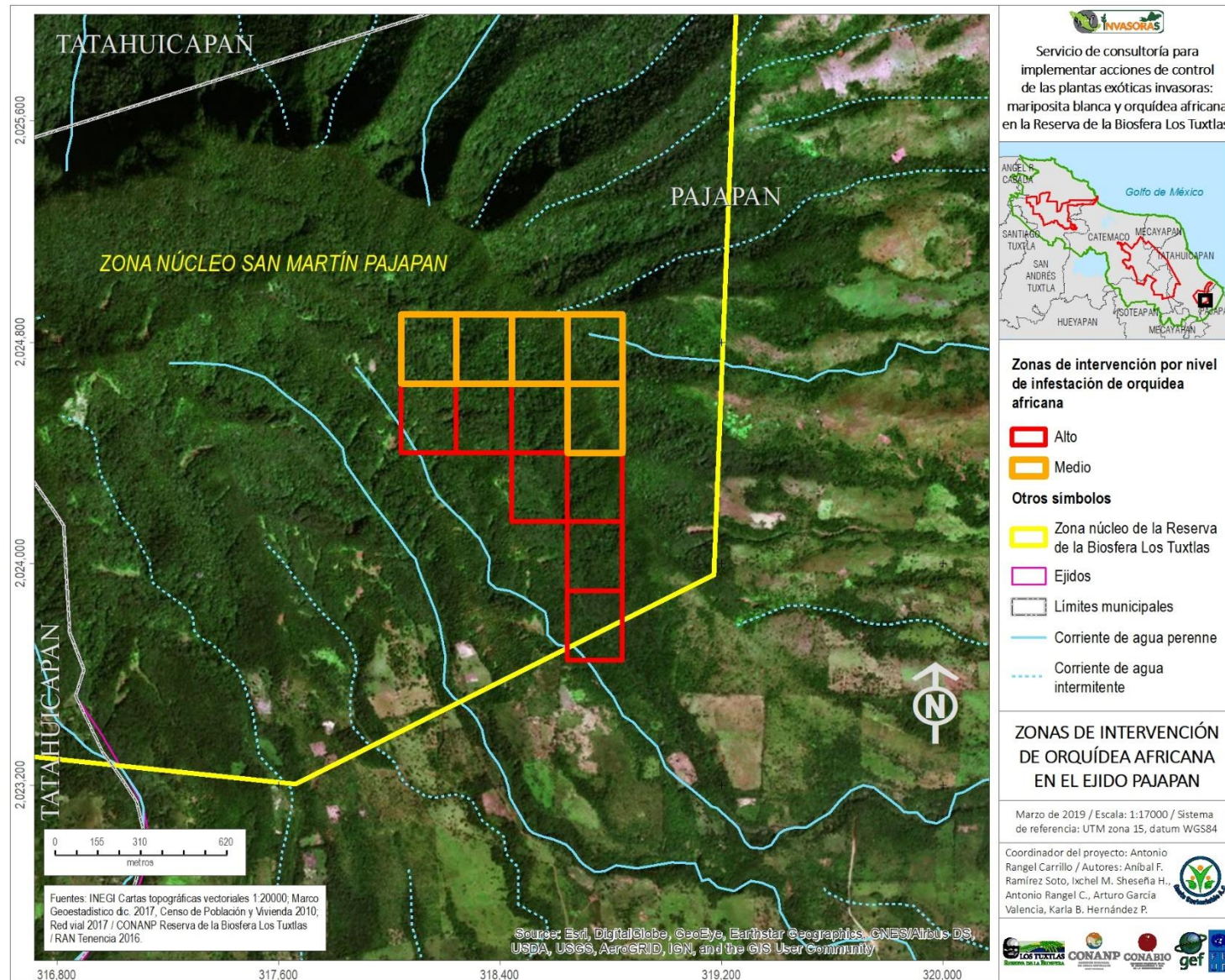
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 4. Áreas de intervención para la orquídea africana en el ejido Perla de San Martín.



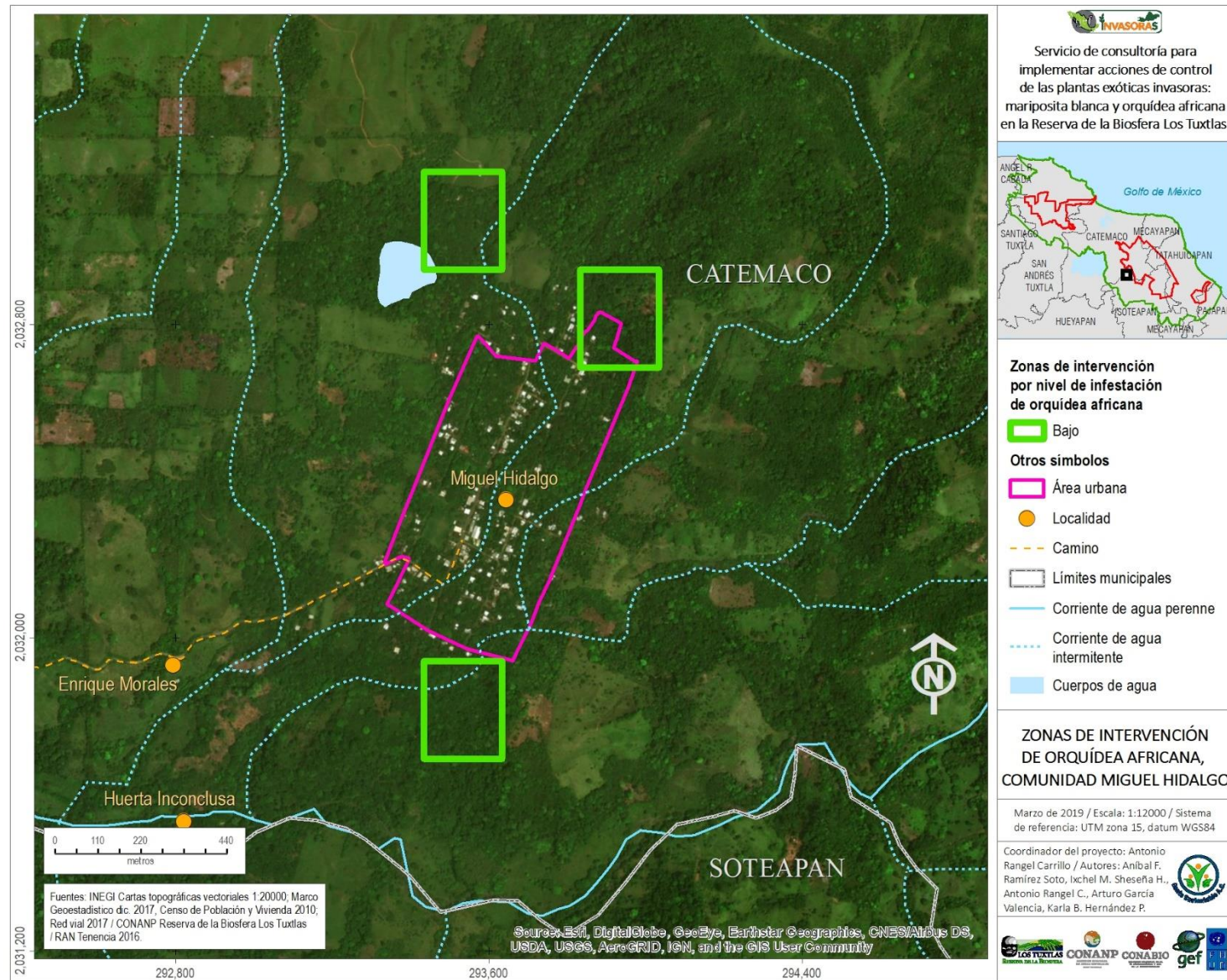
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 5. Áreas de intervención para la orquídea blanca en el ejido Pajapan.



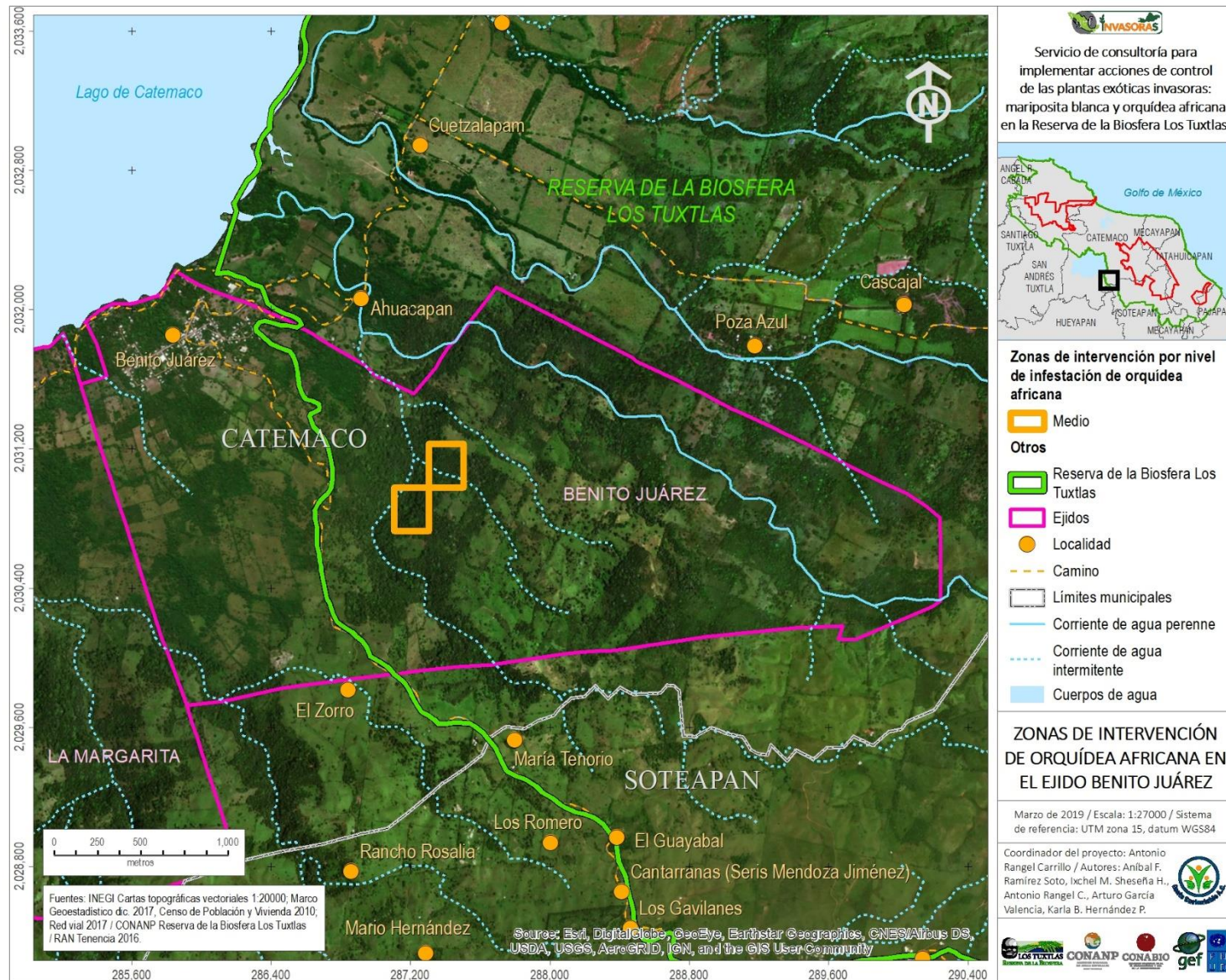
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 6. Áreas de intervención para la orquídea africana para el ejido Miguel Hidalgo.



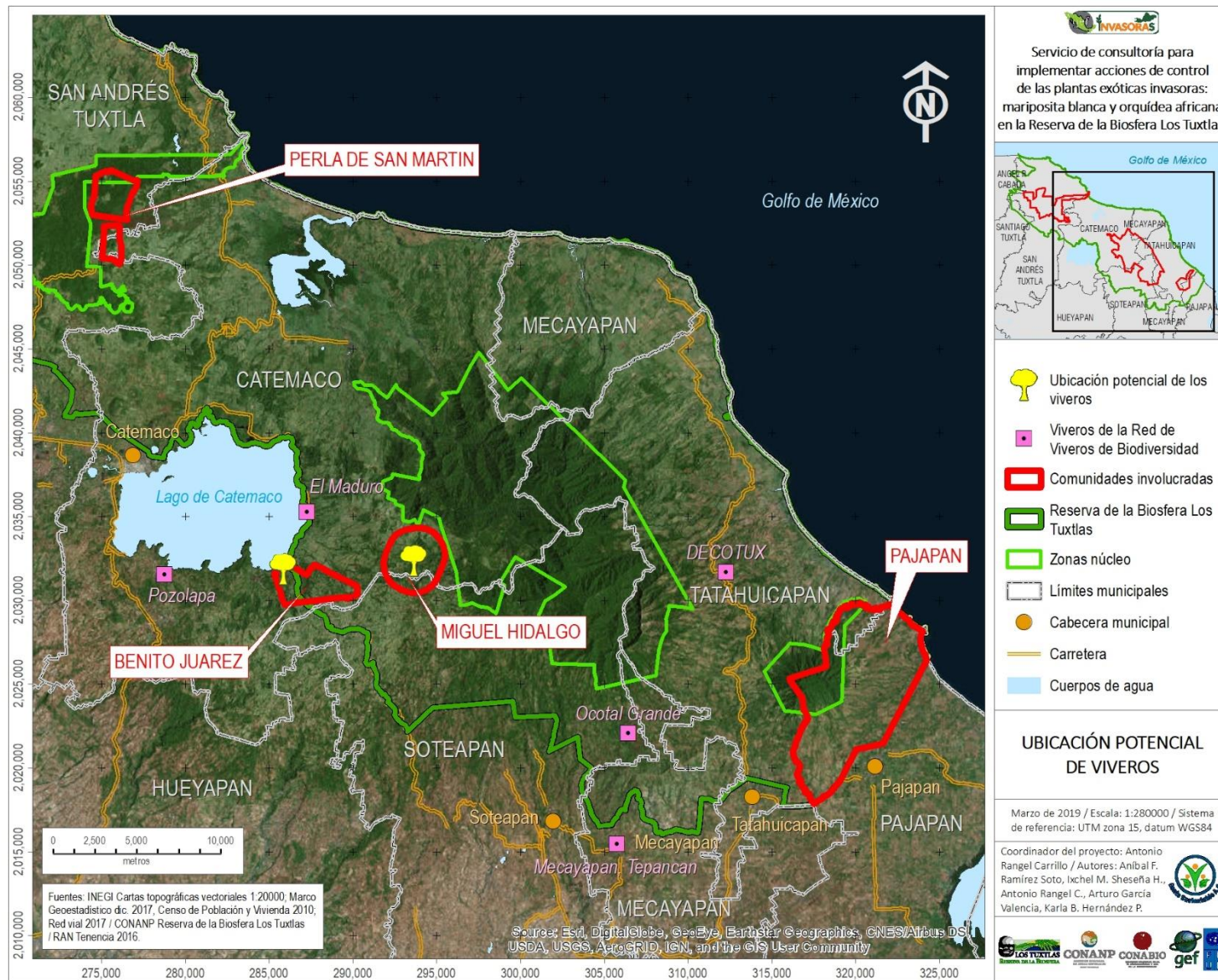
Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 7. Área de intervención para la orquídea blanca en el ejido Benito Juárez.



Proyecto GEF-Invasoras\_ Servicio de consultoría para implementar acciones de control de las plantas exóticas invasoras: mariposita blanca y orquídea africana en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas



Mapa 8. Mapa de ubicación potencial de los viveros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Anderson, M. L.** 1953. Plantación en grupos espaciados. *Unasylva* 7 (2): 61- 70.

**Cameron, A.** 1950. A Study of the Development in Plantations of Small, Closely planted Groups with Wide Interspaces. Manuscript in the Imperial Forestry Institute Library, Oxford.

**Corbin, J. D. & Holl, K. D.** 2011. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*. 265 (2012) 37–46.

**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) México.** 2017a. Plan de Monitoreo y Control de la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas. Proyecto 089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 20 pp. + 1 Anexo. Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México.

**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) México.** 2017b. Plan de Monitoreo y Control de la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*) en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Proyecto 089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 17 pp. + 1 Anexo. Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México.

**Ramírez-Soto A. F., Lucio-Palacio, C. R., Rodríguez-Mesa, R., Sheseña-Hernández, I. M., Farhat, F. N., Villa-Bonilla, B., Landa Libreros, L., Gutiérrez Sosa, G. H., Trujillo Santos, O., Gómez Sánchez, I. & Ruelas Inzunza, E.** 2018. Restoration of tropical montane cloud forests: A six-prong strategy. *Restoration Ecology*. Society for Ecological Restoration. doi: 10.1111/rec.12660.

**Ramírez-Soto, A. F., Lucio-Palacio, C. R., Rodríguez-Mesa, R., Sheseña-Hernández, I. M., Farhat, F. N., Villa-Bonilla, B., Landa Libreros, L., Gutiérrez Sosa, G. H., Trujillo Santos, O., Gómez Sánchez, I. & Ruelas Inzunza, E.** 2018. Is applied nucleation a straightforward, cost-effective forest restoration approach?: Counter-response to Holl and Zahawi (2018). *Restoration Ecology* 26(00): 00–00 (artículo en revista indizada, ISSN: 1061-2971, eISSN: 1526-100X, JCR IF=1.724, DOI: 10.1111/rec.12823).

**Reis, A., Bechara, F. C. & Tres, D. R.** 2010. Nucleation in tropical ecological Restoration. *Scientia Agricola*, 67: 244-250.