

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EVALUACIÓN DE LA MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE REGENERACIÓN
NATURAL EN BOSQUE DE COLINA ALTA - TINGO MARIA – PERÚ

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

LUIS ENRIQUE SIN RODRIGUEZ

Tingo María– Perú

2023



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°112-2024-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de diciembre de 2023, a horas 06:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LA MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE
REGENERACIÓN NATURAL EN BOSQUE DE COLINA ALTA- TINGO
MARA-PERÚ”**

Presentado por el Bachiller: **SIN RODRIGUEZ, LUIS ENRIQUE**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**MUY BUENA**”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 21 de noviembre de 2024

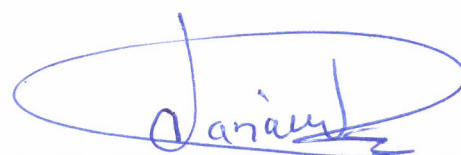

Dra. YANÉ LEVÍ RUÍZ
PRESIDENTE


Dr. LADISLAO RUÍZ RENGIFO
MIEMBRO


Ing. MSc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
MIEMBRO


Ing. MSc. WARREN RÍOS GARCIA
ASESOR




Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 361 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional
-------	---	------------------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DE LA MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE REGENERACIÓN NATURAL EN BOSQUE DE COLINA ALTA - TINGO MARIA - PERÚ	LUIS ENRIQUE SIN RODRIGUEZ	22 % Veintidós

Tingo María, 17 de diciembre de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menche Matiqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EVALUACIÓN DE LA MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE REGENERACIÓN
NATURAL EN BOSQUE DE COLINA ALTA - TINGO MARIA – PERÚ

Autor	: Luis Enrique Sin Rodríguez
Asesores	: Ing. Mg. Ríos García, Warren Dr. Aguirre Escalante, Casiano
Programa	: Valoración de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología.
Línea de Investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, recursos naturales, bienes y recursos ecosistémicos.
Eje temático de investigación	: Manejo de bosques naturales y otros ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: 09 meses
Financiamiento	: S/. 14 038,00

Tingo María– Perú. 2023

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme salud, por forjarme y dirigirme por el camino correcto, por su misericordia, por su amor infinito, por haberme dado la mejor madre del mundo y permitirme formar una gran familia, por darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de mis mayores anhelos.

A mi amada Madre la Prof. Flor de María Rodríguez Rengifo, por su inmenso amor, por su crianza llena de amor y valores, por su dedicación y sobre todo por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado.

A mi amada Esposa Dora Milagritos Arirama Romaina y a mi amado Hijo Liam Enrique Sin Arirama; por el amor que me muestran diariamente y sobre todo por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A la memoria de mis queridos abuelos Leoncio Rodríguez Villalva y Rosario Rengifo Diaz por el amor que sintieron por mí y por los más hermosos recuerdos.

A mis Suegros Francisco Javier Arirama Zuta y María Olinda Romaina Murayari; por su inmenso cariño y por todo por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A mi querido Tío Grimaldo Méndez Rengifo, a mis tíos Rosa Virginia Rodríguez Rengifo, Milagros Rodríguez Rengifo, Pura Rodríguez Rengifo, Diomedes Tuesta Panduro, Lucy Valle Durand, Jorge Rengifo Vásquez, Hugo Rengifo Vásquez, Rosa Reyes de Avila, Ofelia Oliveros, por su apoyo y ánimos de seguir adelante.

A la memoria de mis tíos Vilma Rodríguez y Julio Cesar Panduro Rengifo por su aliento para seguir adelante.

A la memoria de mis amigos Marlon Araujo Ushiñahua y Jhon Ramos por los momentos vividos y el apoyo incondicional.

A mis Primos Daniel Legonias Valles, Ana Carolina Legonias Valles, Ken Velásquez, María Elena Cárdenas Meléndez, Angela Fabiola Rengifo Álvarez, David Rodríguez Villavicencio, Luis Rodríguez Pizarro, Carlos Manuel Tuesta Rodríguez, Ximena Tello Legonia, Silvana Tello Legonia y Rosario Malpartida Rodríguez. A mis cuñados Anderson, David, Diego, Javier, Julissa y Cheli por apoyo y sus ánimos de seguir adelante. A mis sobrinos Ivanna Gutierrez Arirama, Luana Tangoa Guevara, Leticia Tangoa, Brayana Tangoa, Kayla Tabori Arevalo, Luana Tabori Arevalo, Diego Chávez Rengifo, Mateo Chávez Rengifo, Luana Flores, Jose Daza Malpartida,

A mis Padrinos, Elizabeth Lucero de Laos, Enf. Kueledy Pérez, Estefita Panduro de Flores, Grimaldo Méndez Rengifo, Ing. Pablo Cárdenas Mendoza, Nora Orosco, Prof. Hilda Ramírez Retis, Prof. Cesar Guzmán, Abogado Mario Vásquez y a la memoria del Ing. Raúl Laos, Enrique Flores Flores y Humberto Rojas Rios por su apoyo y sus ánimos de seguir adelante.

A mis compadres Ing. Luis Alberto Tabori Escudero, Cheff Gilbert Tangoa Romaina, Giancarlo Rivera, a mis comadres Ing. Karina Arévalo Chujutalli, Prof. Julissa Guevara y Rosabel Ramírez, así como a mis ahijadas Aisha Ramirez y Luana Tangoa por su incondicional apoyo incansable aliento.

A la memoria de mi amigo Ing. Msc. David Gerardo LLuncor Mendoza y Ing. Msc. Manuel Bravo por apoyo incondicional y por sus sabios consejos.

A mis amigos y hermanos Recursistas, al Dr. Casiano Aguirre Escalante, Dra. Yane Levi Ruiz, Dr. Ladislao Ruiz Rengifo, al Ing. Mg. Warren Ríos García, al Ing. Edilberto Diaz Quintana, al Dr. Ytavcler Vargas Clemente, al Ing. Magaly Solano Peláez, al Ing. Evelin Daza Panduro, Ing. Msc. Andy Vela Zevallos, al Ing. Jackson Fatama Daza, al Ing. Oscar Del Águila Ruiz, al Ing. Alexander Huaman Lévano, al Ing. Bequer Salcedo Palacios, al Ing. Denis Ozoriaga Malpartida, a la Ing. Silvia Silva Leiva, al Ing. Sandro Ruiz Castre, al Ing. Cobden

Soto, al Ing. Joel Gamez Penadillo, al Ing. Carlos Enrique Saldaña Alvarado, al Ing. Ángel Agüero Huertas, al Ing. Erick Eduardo Cachique Isuiza, al Ing. Franz Ríos Calero, al Ing. Ronal Puerta Tuesta, al Ing. Giancarlo Silva Tello, al Ing., Jorge Vergara Palomino, a la Ing. Bessy Cobos Panduro, al Ing. Rony Antonio Flores Vara, a la Dra. Tania Guerrero, al Ing. Jesús Salcedo Palacios, al Ing. Jorge Valdivia, a la Tec. Celinda Alegría Vela, al Ing. Marco Curilla, al Dr. Lucio Manrique De Lara, al Tec. Mario Soza Shapiama, al Ing. Oscar Márquez, a la Ing Nory Salazar, al Ing. Sergio Grandez Tenazoa, Tec Leyder Fush, al Msc Ricardo Ochoa, A la Blga Eva Falcon, al Ing. Misael Alvarado, al Ing. Walter Bernuy Blanco y a Daniel Hidalgo Guevara por su apoyo incondicional y por su aliento incansable

A mis amigos y hermanos Abadinos Amaquellanos, al Hermano de la Caridad José Turcotte Tremblay, Prof. Ibie Alva de Anaya, Prof. Gloria Quito, Prof. Cesar Escalante Panduro, Prof. Aneliza Salina de Vásquez, Prof. Maribel Casas, Prof. Durby Luna Berroa, Prof. Julio Cesar Alegría Mori, al Prof. Jorge Armando Mendoza Del Águila, al Prof. Juan Alomia, al Prof. Nestor Panduro, al Prof. Roberto Tello Saavedra, Prof. Cesar Hernán León, Tec. Segundo Gonzales Rengifo, al Dr. Eduard Enrique Flores Panduro, al Ing. Luis Tabori

Escudero, al Lic., Emilio Fernando Chávez Espinoza, a la Arq. Sara Cespedes Hosokay, a la Lic. Julianne Gómez López, a la Msc. Lorena Bedoya Saldaña, a la Ing. Rina Garrido, a la Blga. Karin Vega Rivera, al Tec. Hugo Javier Canal Cabrera, al Lic. Harry Bardales López, al Ing. Rony Flores Vara, al Ing. Carlos Sajami, a la Enf. Jeanette Palacios Moncada, a la Ing Gisela Zevallos Ochoa, a la Ing. Jackie Pinedo Ochoa, a la Ing Nory Salazar Claudio, Lic. Davis Pinedo, al Msc Carlos Machado Merino, al Ing José Tuesta Rodríguez, a la Dra. Violeta Maldonado Guzmán, a Yuri Ramírez Panduro, al Prof. Antonio Cajas Ramírez, al Ing, Frank Ríos, a la Econ. Jenny Cárdenas Saldaña, al Lic. Joselito Anthony Chavez Espinoza, a Don Joselito Chavez, al Ing. Raúl Peña Piñan, a la Ing. Bessy Cobos Panduro, a. Psicologo Adrián Garay Velásquez, al Ing. Christian León, a Rafael Aguirre Luna, a la Lic. Galia Marín Cruz, a Julio Cesar Huarotto Rojas, al Ing. José Meza Lucero, al Eco. Pedro Paul Perez, Al Dr. Moisés De La Cruz Álvarez, al Econ. Pedro Paul Pinedo, a la Lic, Gleisy López Bardales, al CPC Manuel Santa Gopia, al Ing. Juan José Julca Celestino, Arq. Loly Chávez Espinoza,

A la memoria de los Hermanos de la Caridad
Rolando Renne Cusso, Gerardo McNamara,
Lucio Laflame Barbin y los Profesores

Américo Rodríguez Pajuelo, Luis Aquiles Cruz y el Lic. Nilson Angulo Cachique.

A mis amigos y compañeros de trabajo. Msc. Janice Vega Basauri, al Ing Jorge Perez Bustamante, a la Ing. Mónica Maribel Vega Llapapasca, al Tec Percy Romero, al Dt. Ivan Ribeyro, Aron Agüero, a la Lic. Gladys Alegre, al Ing. Miguel García Cicarelli, al Ing Henry Villegas, al Lic. David Callirgos Maldonado, al Ing. Orlando Gallardo Sandoval, al Ing. Abdias Calsin Ríos, al Ing. Pablo Tang, al CPC Manuel Acosta Rengifo, al Ing Hernán Vargas, IPM, Hernán Vergaray, al Ing. Roberpiers Colonna Zapata, a la Lic. Maria Melissa Mestanza Cansino, a Luis Miguel Obregón Ibarra, al Dr. Carlos Franco, al CPC Román Acuña, a Guido Núñez Guzmán, Elizabeth Duran, Lic. Fabiola León, Lic. Janet Malo Azañedo, Lic Sandra Malo, Sujey Cayo Nuñez, Sergio Carrión, Tec. Eder Castillo Paiva, a la CPC Maribel Cuya, a Mery Lujan, al Msc. Jeremias Allpas, Osver Julca, a Peter Huanaco, a la Lic. Marita Isabel López Aliaga, al Ing Josue Marcellini Falcón, a Jhony Marcelo Mateo, a la Arq. Katherine Cristina Reyes Vega a la Lic Solange Rengifo Trujillo, a Aaron Steven Garibay Diaz, a la Chef Lesly De Los Ángeles Enciso Chávez, Psic. Juan José León Erazo, CPC Mercedes Mesa, Arq. Misha Rengifo Isusqui y Lic. Ana Meléndez.

AGRADECIMIENTO

A mi Amada madre la Prof. Flor de María Rodríguez Rengifo por la vida, por confiar en mí, por los valores y principios que me han inculcado y por su inmenso amor y por su constante aliento a seguir adelante.

A mi Amada Esposa la Tec. Dora Milagritos Arirama Romaina, por el amor y apoyo que me demuestra diariamente, por confiar en mí y por su constante aliento a seguir adelante

A mi Hijo Amado, Liam Enrique Sin Arirama, por ser la inspiración y motivo de nuestra familia.

A mi Tío querido, Grimaldo Rengifo Méndez, por su apoyo incondicional.

A mis suegros Francisco Javier Arirama Zuta y María Olinda Romaina Murayari por constante apoyo y consejos.

A mi asesor el Dr. Casiano Aguirre Escalante por su valioso tiempo en asesorarme, enseñarme y por su gran amistad

A mi asesor el Ing. Msc. Warren Ríos García por su valioso tiempo en asesorarme, en enseñarme y por su gran amistad

Al Ing. Andy Vela Zevallos por su valioso tiempo en asesorarme, enseñarme y por su gran amistad.

A la Facultad de Recursos Naturales Renovables por haberme acogido durante mi formación profesional y por el amor aprendí a sentir por esta institución.

A cada uno de los Docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables: Dr. Yané Levi Ruiz, Ing. Msc. Edilberto Diaz Quintana, Dr. Ladislao Ruiz Rengifo, Dr. Ytavclert Vargas Clemente, Dra. Tania Guerrero Bejarano, Msc. Ricardo Ochoa Cuya, Msc. Robert Pecho De La Cruz, Dr. Luis Alberto Valdivia, Dr. Lucio Manrique De Lara, Ing. Luis Lechuga, Ing. Fernando Gutiérrez, Msc Manuel Bravo (QEPDYDG), Dr. Armando Eneque Puicon, Dr. Manuel Ñique, Dr Edilberto Chuquilin Bustamante, Blga. Eva Falcon Tarazona, Dr. Cesar Mazabel, Dr. José Guerra Lu, Ing. Msc. Ronal Puerta Tuesta, Ing. Msc, Jorge Luis Vergara Palomino, Dr. Walter Bernuy Blanco, Dr. Ivan Escobar, Lic. Msc. Liana Sisto, Dr. Emel López, Dr. Milthon Muñoz, Dr. Carlos Enrique Arévalo Arévalo, Msc. Juan Pablo Rengifo Trigoso, Ing. Raul Araujo Torres, Dr. Cesar López López, Msc Luis Vivar Luque (QEPDYDG), Ph D.

Vicente Pocomucha Poma, Ing. Jaime Torres García, Msc. José Dolores Levano Crisostomo, y Msc Sandro Ruiz Castre.

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva por la mejor formación profesional que me brindó.

A mis amigos Ing. Luis Alberto Tabori Escudero, Ing. Karina Arévalo Chujutalli, Tec. Emilio Fernando Chávez, Blga Msc. Janice Vega Basauri, Abg. Eduard Enrique Flores Panduro, Mónica Maribel Vegas LLapapasca, Ing. Jackson Fatama Daza, Glorisey Bermeo Dávila, Rosabel Ramírez Rodas, Giancarlo Ramírez Núñez, por la hermandad que tenemos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi madrina Elizabeth Lucero de Laos, por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi padrino Ing. Pablo Antonio Cárdenas Mendoza, por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi amiga Elizabeth Durand de Ramírez, por su hospitalidad, confianza y por su aliento incansable.

A mi tía Lucy Valles Durand por sus atenciones, oraciones, y sabios consejos.

A mi tía Virginia Rodríguez Rengifo, por sus atenciones, apoyo, y aliento incansable.

A mi amigo Ing. Orlando Gallardo Sandoval, por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi amigo Ing. Luis Bello Mesías, por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi amiga Ing. Ana María Sibille Martina por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi amiga Tec. Maritza Pérez Murayari por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi amigo Ing. Msc. Andy Vela por sus sabios consejos, por confiar en mí y por su aliento incansable.

A mi amiga Dra. Yane Levi Ruiz por sus enseñanzas y sabios consejos.

A mi amigo Dr. Ladislao Ruiz Rengifo por sus enseñanzas y sabios consejos

A mi amigo Dr Ytavler Vargas Clemente por sus enseñanzas y sabios consejos

A mi amigo Ing Msc Edilberto Diaz Quintana por sus enseñanzas y sabios consejos

A mi amigo Ing. Denis Ozoriaga Malpartida por su amistad y aliento incansable.

ÍNDICE

	Página
I	INTRODUCCIÓN..... 1
	Objetivo general 2
	Objetivos específicos:..... 2
II	REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1	Marco teórico..... 3
2.1.1	Los bosques tropicales..... 3
2.1.2	Parcelas permanentes de medición (ppm) 5
2.1.2.1	Forma y tamaño de PPM 6
2.1.3	Composición florística..... 6
2.1.4	Dinámica del bosque 7
2.1.4.1	Fases en la dinámica del bosque 8
2.1.5	Mortalidad y reclutamiento 8
2.1.5.1	Mortalidad..... 9
2.1.5.2	Reclutamiento 10
2.1.6	Regeneración natural de los bosques tropicales 11
2.1.6.1	Categorías de regeneración..... 13
2.2	Estado del arte 14
2.2.1	Internacional 14
2.2.2	Local 14
III	MATERIALES Y MÉTODOS..... 16
3.1	Lugar de ejecución..... 16
3.1.1	Características generales del área de estudio..... 16
3.1.2	Ubicación política..... 16
3.1.3	Ubicación geográfica..... 16
3.1.4	Zona de Vida 16
3.1.5	Condiciones climáticas 17
3.1.6	Fisiografía..... 17
3.1.7	Red hídrica..... 17
3.2	Materiales y métodos..... 17
3.2.1	Materiales y equipos 17
3.2.2	Generalidades del estudio..... 17

3.2.2.1	Enfoque del estudio	17
3.2.2.2	Tipo de estudio.....	18
3.2.2.3	Nivel de estudio	18
3.2.2.4	Diseño de estudio.....	18
3.2.2.5	Población y muestra en estudio	18
3.2.2.6	Muestreo	18
3.2.2.7	Variables de estudio.....	18
3.2.3	Metodología.....	19
3.2.3.1	Tamaño y forma de la parcela permanente de medición	19
3.2.3.2	Ubicación de las parcelas.....	19
3.2.3.3	Categorías de regeneración natural evaluadas	20
3.2.3.4	Identificación de especie.....	20
3.2.3.5	Tasa anual de mortalidad	21
3.2.3.6	Tasa anual de reclutamiento	21
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1	Mortalidad de la regeneración natural en la categoría plántula, brinzal, latizal bajo y latizal alto.....	22
4.2	Reclutamiento de regeneración natural en la categoría plántula, brinzal, latizal bajo y latizal alto.....	27
V	CONCLUSIONES.....	32
VI	RECOMENDACIONES	33
VII	REFERENCIAS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas UTM de la PPM I.....	16
2. Tamaño de parcelas para la recolección de datos por categoría de vegetación.....	19
3. Evaluación de las categorías de regeneración natural	20
4. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría plántulas a nivel de familia.....	23
5. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría brinzales a nivel de familia.....	24
6. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría latizales bajo a nivel de familia.....	25
7. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría latizales alto a nivel de familia.....	26
8. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría plántulas a nivel de familia.....	28
9. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría brinzal a nivel de familia.....	29
10. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría latizales bajo a nivel de familia.....	29
11. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría latizales alto a nivel de familia.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diseño de las subparcelas para la evaluación de regeneración natural de la PPM I. ...	19
2. Tasa anual de mortalidad por categoría de regeneración.....	22
3. Tasa anual de reclutamiento por categoría de regeneración.	27
4. Ubicación de la PPM I.....	42
5. Delimitación de subparcelas para la evaluación de plántulas.....	42
6. Evaluación de altura de brinzales	43
7. Evaluación de altura de brinzales	43
8. Mapa de ubicación de la PPM – I.....	44
9. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 1.	45
10. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 5.	46
11. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 7.	47
12. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 9.	48
13. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 17.	49
14. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 19.	50
15. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 21.	51
16. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 25.	52

RESUMEN

En la dinámica del ecosistema boscoso, se ven involucrados procesos de mortalidad y reclutamiento de nuevas plantas, influenciados por una variedad de factores y parámetros. El conocimiento detallado de estos procesos resulta crucial para la gestión efectiva de los bosques. En esta investigación en particular se realizó un análisis de mortalidad y reclutamiento de regeneración natural en la PPM I ubicado en la colina alta del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). La evaluación se realizó durante un periodo intercensal de un año, abarcando los años 2 019 y 2 020. Para llevar a cabo esta evaluación, se establecieron subparcelas con dimensiones de 2 x 2 m para plántulas y brinzales, 5 x 5 m para latizales bajos, finalmente parcelas de 10 x 10 m para latizales altos. Los resultados revelaron una tasa anual de mortalidad del 39,68 % en plántulas, 29,41 % en brinzales, 12,03 % en latizales bajos, y 9,38 % en latizales altos. Por otro lado, las tasas anuales de reclutamiento fueron del 41,27 % en plántulas, 35,29 % en brinzales, 13,53 % en latizales bajos, y 10,94 % en latizales altos. En resumen, se concluye que la dinámica de mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural en el BRUNAS es fluida y variable, con información diferenciada año tras año. Esto sugiere la presencia de factores diversos que influyen en estos procesos dinámicos.

Palabras claves: BRUNAS, mortalidad, reclutamiento.

ABSTRACT

In the dynamics of the forest ecosystem, processes of mortality and recruitment of new plants are involved, influenced by a variety of factors and parameters. Detailed knowledge of these processes is crucial for effective forest management. In this particular research, an analysis of mortality and recruitment of natural regeneration was carried out in PPM I located on the high hill of the Reserved Forest of the National Agrarian University of the Selva (BRUNAS). The evaluation was carried out during an intercensal period of one year, covering the years 2019 and 2020. To carry out this evaluation, subplots with dimensions of 2 x 2 m were established for seedlings and saplings, 5 x 5 m for low latizas, and finally plots of 10 x 10 m for tall latizas. The results revealed an annual mortality rate of 39.68% in seedlings, 29.41% in saplings, 12.03% in short saplings, and 9.38% in tall saplings. On the other hand, the annual recruitment rates were 41.27% in seedlings, 35.29% in saplings, 13.53% in short saplings, and 10.94% in tall saplings. In summary, it is concluded that the dynamics of mortality and recruitment of natural regeneration in BRUNAS is fluid and variable, with differentiated information from year to year. This suggests the presence of diverse factors that influence these dynamic processes.

Keywords: BRUNAS, mortality, recruitment.

I INTRODUCCIÓN

El bosque tropical alberga una amplia diversidad biológica en el planeta. Se estima que contiene más de 60 000 especies de árboles. De estas, 20 000 especies están registradas en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, y al menos 8 000 se encuentran en situación de amenaza a nivel global. En el año 2 020, en el Perú se informó la deforestación de 203 272 hectáreas, marcando representando la cifra más elevada de las últimas dos décadas. Las principales causas de esta pérdida de bosques incluyen la minería ilegal, el tráfico de drogas, incendios, tala no autorizada y la práctica de la agricultura migratoria.

Los bosques tropicales son extensas masas arbóreas, muy diversificadas y dinámicas. El impulso principal que rige la dinámica del bosque se origina en la mortalidad o fallecimiento de los individuos arbóreos, ya sea como consecuencia de perturbaciones naturales o de origen humano. Estas eventualidades generan espacios despejados, tanto pequeños como extensos, que favorecen la regeneración natural. El reclutamiento y el crecimiento de especies, a su vez, contribuyen al mantenimiento de la estructura del bosque. Sin embargo, la deforestación a grandes escalas perjudica gravemente la dinámica y por ende a la regeneración natural del bosque. Bajo estas condiciones se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál será el índice de mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural en bosques de colina alta del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?

En consecuencia, para diseñar estrategias que promuevan la gestión sostenible de los bosques, es imprescindible adquirir un conocimiento profundo de cómo se desarrolla la regeneración natural de las especies forestales.

Este entendimiento debe ser obtenido a través de evaluaciones periódicas que permitan desarrollar modelos predictivos relacionados con el crecimiento, reclutamiento y mortalidad. Dicha información solo puede ser generada mediante investigaciones a largo plazo, focalizadas en parcelas permanentes de medición. En el marco de este estudio, la hipótesis planteada fue: Existe mortalidad y reclutamiento de regeneración natural en el Bosque Reservado de la Universidad Agraria de la Selva.

La presente investigación se enfoca en la evaluación de la Parcela Permanente de Medición (PPM) I, con el propósito de proporcionar datos que respalden futuros trabajos de monitoreo de la mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural en los bosques de colina alta del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Esto facilitará la realización de estudios relacionados con la dinámica de la regeneración natural en dicho bosque, aportando así a los planes de manejo de los recursos forestales en la región.

En este contexto, con el objetivo de cumplir con la planificación establecida, se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la mortalidad y reclutamiento de regeneración natural en bosque de colina alta del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Objetivos específicos:

- Determinar la mortalidad de la regeneración natural de la categoría plántula, brinzal, latizal bajo y latizal alto.
- Determinar el reclutamiento de la regeneración natural de la categoría plántula, brinzal, latizal bajo y latizal alto.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico

2.1.1 Los bosques tropicales

Son los ecosistemas más complejos de nuestro planeta tierra, la selva amazónica alberga la mayor biodiversidad de especies arbóreas del mundo, la estructura única de este tipo de bosques está constantemente amenazada debido al comportamiento de las variables climáticas y por las diversas intervenciones humanas (Bezerra *et al.*, 2021). Las actividades antrópicas realizadas por el ser humano, como la explotación descontrolada de los recursos forestales, comprometen la biodiversidad de este ecosistema las cuales provocan devastación sin fundamentarse en un aprovechamiento sostenible (Jardim y Quadros, 2016).

Según Blundo *et al.* (2021), los bosques tropicales son los sistemas ecológicos con mayor diversidad y productividad en el planeta, desempeñando una función fundamental en el ciclo del carbono y del agua, así como en la preservación de la biodiversidad. También albergan a millones de personas y miles de culturas. Los bosques han sustentado a los recolectores y agricultores desde los primeros días de la humanidad, proveyendo diversos servicios ecosistémicos como agua, alimentos y aire limpio. También influyen en nuestra salud de múltiples maneras, proporcionando plantas medicinales a las sociedades tradicionales y modernas, tienen la capacidad de alterar el curso de los acontecimientos cuando se manifiestan patógenos zoonóticos pandémicos debido a la explotación de bosques y vida silvestre.

Cardoso *et al.* (2017) manifiestan que los bosques tropicales albergan una considerable biodiversidad de todo el mundo, se calcula la existencia de más de 14 000 especies de plantas con semillas entre angiospermas y gimnospermas, de ellas el 48 % ya son árboles catalogados. En los bosques tropicales de Ecuador, Valencia *et al.* (1994) reportó en 1 ha de bosque 473 especies arbóreas. Por su parte Bongers *et al.* (1988) registro más de 200 especies de árboles en parcelas de 1 ha de bosques.

Según informes de la FAO y PNUMA (2020), se estima que en los bosques tropicales albergan una cantidad superior a las 60 000 especies de árboles, y 20 000 se encuentran registradas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Aproximadamente, unas 8 000 especies se encuentran en riesgo de extinción a nivel global, clasificadas como En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerables. Además, alrededor de 1 400 especies de árboles se encuentran catalogadas como En Peligro Crítico, indicando la necesidad de medidas de conservación urgentes.

A nivel global, la aceleración del calentamiento y el crecimiento de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera representa dos de los problemas ambientales más críticos. La capacidad de los bosques para capturar y retener carbono desempeña un papel crucial en la mitigación del cambio climático, ya que contribuye a reducir la cantidad de gases de efecto invernadero, en particular, el dióxido de carbono (CO²), de la atmósfera (del Cisne Jiménez, 2021).

Finegan (1992) menciona que las selvas tropicales están compuestas por extensas masas arbóreas, diferenciadas por su especie. La dinámica de los bosques tropicales es causada por las perturbaciones y se representa por la muerte de individuos (mortalidad), el cual conduce a la formación de claros y posteriormente a la regeneración, reclutamiento y crecimiento de nuevos individuos, contribuyendo al mantenimiento tanto de la estructura vertical como horizontal del bosque.

Nuestro país se encuentra entre las 17 más diversas globalmente. El 60% de su territorio está conformado por bosques, distribuidos en diversas zonas a lo largo del territorio peruano. Es considerado como el segundo país de América latina con mayor territorio de selva tropical, la mayor biodiversidad se encuentra en los bosques áridos tropicales y andinos (PNCBMCC, 2022)

Los bosques amazónicos del Perú poseen una gran biodiversidad en flora y fauna, pero más de 120 000 hectáreas son destruidas cada año por la ganadería, agricultura migratoria, minería y las empresas privadas. El país es la cabecera y abastece la mayor parte del agua dulce de la cuenca amazónica (FAO y SERFOR, 2017).

En el año 2020, la región amazónica de Perú registró la deforestación de 203 272 hectáreas, marcando el punto más alto en las últimas dos décadas. Las áreas con mayores incrementos en la deforestación fueron Ucayali, con un aumento del 23%; Loreto, con un 17%; y Madre de Dios, con un 11%. Las causas principales de la deforestación identificadas fueron la minería ilegal, el tráfico de drogas, incendios, tala no autorizada y la práctica de la agricultura migratoria (MONGABAY, 2021)

La relevancia de los bosques tropicales reside en la retención de más de 500 000 millones de toneladas de dióxido de carbono. Estos bosques también actúan como depósitos naturales de polvo y ofrecen otros servicios ecosistémicos que benefician a la humanidad. La destrucción de los bosques equivale a liberar toda esta sustancia tóxica y amenaza la existencia de las generaciones venideras (MINAM, 2014).

2.1.2 Parcelas permanentes de medición (ppm)

La Parcela Permanente de Medición (PPM) se constituye como un espacio de investigación de largo plazo, delimitado de manera permanente y sometido a mediciones regulares. Antes de iniciar un estudio, se establecen los objetivos para la instalación y supervisión de un conjunto de parcelas permanentes de medición (PPM) (Camacho, 2000).

Gómez y Salazar (2010) señalan que las Parcelas Permanentes de Medición (PPM) constituyen una herramienta esencial para evaluar la dinámica de los bosques, ya sea en entornos naturales o secundarios. La información recopilada a través de estas parcelas tiene implicaciones directas para la gestión forestal, permitiendo la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo, así como la inversión informada en dicha actividad.

Además, destacan que las PPM adoptan una forma cuadrada con dimensiones de 100 m x 100 m. De estas, se derivan 25 subparcelas de 20 m x 20 m, cada una con un área de 400 m², enumeradas de manera correlativa del 1 al 25.

Según la perspectiva de Pinelo (2000), se define una Parcela Permanente de Medición (PPM) como una área de terreno claramente delimitada y georreferenciada. Dentro de este espacio, se realiza la evaluación y registro de datos dasométricos de los árboles con el objetivo de obtener información sobre su crecimiento, mortalidad y reclutamiento en el entorno forestal.

Las Parcelas Permanentes de Medición (PPM) constituyen áreas que se delimitan de forma duradera y se someten a evaluaciones regulares con el propósito de comprender, describir y cuantificar los procesos dinámicos que tienen lugar en el bosque. Este enfoque busca desarrollar modelos cuantitativos que faciliten la organización lógica del conocimiento y la estimación del comportamiento del bosque en diversas condiciones (Louman *et al.*, 2001).

De acuerdo con BOLFOR y PROMABOSQUE (1999), la PPM una herramienta de gran relevancia para evaluar el crecimiento y la productividad del bosque. su objetivo principal es obtener información para contribuir en la a la toma de decisiones relacionadas con la planificación forestal establecida en los Planes de Manejo.

Según RAINFOR (2009), el propósito de la PPM es evaluar a largo plazo la dinámica y biomasa forestal, relacionados con el suelo y el clima de la amazonia. Se instalan con el fin de conocer la ecología para la gestión de selvas. Sin embargo, debido al uso de diferentes métodos elaboradas por distintos autores, existen muchos errores al emitir los resultados, ya que no son uniformes.

2.1.2.1 Forma y tamaño de PPM

Se recomienda que la PPM en los bosques tropicales sea cuadrado porque su perímetro es menor en comparación con las parcelas rectangulares y que además abarquen al menos una hectárea de terreno, con el propósito de incluir la máxima variabilidad y simplificar el análisis estadístico de los datos, tal como lo señala Pinelo (2000).

Según Camacho (2000) para determinar el tamaño de una PPM debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Clasificación de bosque (primario o secundario).
- Número de especies
- Los diámetros a considerar en la muestra.
- La altura máxima y densidad de los individuos.
- El área de claros en rodal.
- El objetivo de la investigación.
- Disponibilidad de recursos.
- La precisión de la investigación depende de los gastos asociados con la instalación y monitoreo.

2.1.3 Composición florística

Se refiere al número de familias, géneros y especies registrados en un inventario forestal, esta información resulta fundamental para entender la caracterización y estructura de los bosques. Las variables para complementar la composición florística de un bosque es la diversidad, riqueza y la similitud de las especies (Louman *et al.*, 2001).

Según la FAO y SERFOR (2017) la composición florística describe a las familias, géneros y especies de un bosque y estos son registrados al momento de realizar un inventario forestal. Estos datos nos permiten obtener la abundancia y diversidad de especies por unidad muestreada y posteriormente analizar y comparar las diferencias y similitudes en la composición de especies.

Conocer la composición florística de un bosque representa una información muy importante, para llevar a cabo la restauración de hábitats, la gestión, preservación y regeneración de recursos forestales, así como otras actividades afines (Llacsahuanga, 2015).

La composición de especies forestales en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva está representada por 656 individuos, los cuales pertenecen a 108 especies, 79 géneros y 35 familias. Las 10 familias más relevantes, que constituyen el 69,2% del total, son Fabaceae, Euphorbiaceae, Salicaceae, Rubiaceae, Moraceae,

Urticaceae, Myristicaceae, Burseraceae, Lauraceae y Vochysaceae. Asimismo, las 10 especies más destacadas, representando el 43,3%, incluyen *Parkia panurensis*, *Casearia ulmifolia*, *Senefeldera inclinata*, *Virola pavonis*, *Pourouma minor*, *Qualea amoena*, *Helicostylis tomentosa* y *Laetia procera*, según el estudio de Soto, (2016)

2.1.4 Dinámica del bosque

El bosque tropical es un sistema dinámico. La muerte y caída de los árboles, así como la polinización, diseminación y germinación de semillas son parte de la experiencia diaria. Los bosques son mosaicos llamados también parches que han sido causados por perturbaciones naturales como la caída de un árbol, huracanes, erosión de suelo, etc. Y están compuestos por arboles viejos y otros más jóvenes. Dentro de las áreas definidas, árboles maduros, fustales, latizales, brinzales y plántulas compiten por los recursos presentes en el bosque con el fin de garantizar su supervivencia (Asquith, 2002)

De acuerdo con Rey (1997), la dinámica es la evolución de la composición del bosque tanto en tiempo como en espacio, la cual está influenciado por factores y parámetros climáticos, edafológicos, biológicos y antrópicos. Al mismo tiempo el motor de la dinámica en el bosque es la perturbación es decir la mortalidad que en consecuencia forman claros, las cuales dan inicio a la regeneración o reclutamiento, y permite el mantenimiento tanto de la estructura vertical como horizontal del bosque (Finegan, 1992)

Quinto *et al.* (2009) explican que la dinámica de un bosque depende del proceso de mortalidad y reclutamiento. La mortalidad se relaciona con la cantidad de árboles que mueren en un período determinado, mientras que el reclutamiento indica la habilidad del bosque para regenerarse y se evalúa según la cantidad de nuevos individuos resultantes de la fecundidad entre especies. La dinámica del bosque juega un papel fundamental para preservar la diversidad del bosque, la relación entre la mortalidad y el reclutamiento es de gran importancia, ya que ayuda a mantener constante la densidad de árboles en el bosque. En este contexto, las variables estructurales, tales como la densidad, el área basal y la cantidad de especies, experimentan cambios en torno a un valor promedio a lo largo del tiempo.

Las perturbaciones en el bosque promueven cambios significativos en la estructura y diversidad florística en los diferentes estratos de regeneración natural a lo largo del tiempo. Las clases de regeneración tienen una dinámica particular según la clase de bosque (Bezerra *et al.*, 2021). Conocer la dinámica del bosque, la mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural resulta crucial en la toma de decisiones durante el desarrollo del proceso de planificación y gestión forestal (Baker *et al.*, 2003).

Quinto *et al.* (2009) señalan que la coincidencia o similitud en las tasas de mortalidad y reclutamiento, expresadas en términos de número de individuos, sugiere la posibilidad de un equilibrio en la dinámica de los bosques.

2.1.4.1 Fases en la dinámica del bosque

De acuerdo a la investigación realizada por Lamprecht (1990), identifica cuatro fases fundamentales en la dinámica del bosque:

Fase de regeneración: Comienza con la creación de un claro o área despejada. Se incluye la regeneración natural en estado de espera la cual se activa por el aumento de luz y la nueva regeneración que se inicia con la apertura del claro.

Fase de surgimiento: En esta fase se observa mayor dinámica, el surgimiento de individuos y estructuración del bosque depende del tamaño del claro y de la combinación de especies que se encuentran dentro de la regeneración natural en desarrollo, así como de otras variables de vital importancia como el clima. Para las especies arbóreas es importante el crecimiento vertical ya que de ello depende su sobrevivencia Sin embargo la fase de estructuración es relativamente corta.

Fase de madurez: También conocida como fase óptima, esta etapa se inicia después de que las especies han alcanzado posiciones de codominancia y dominancia. Una vez que han alcanzado su máxima altura, su crecimiento se detiene casi por completo. Posteriormente, se produce un aumento en el diámetro del fuste y la expansión de la copa del árbol. La fase de madurez en los bosques puede extenderse durante décadas o incluso siglos. Sin embargo, los procesos dinámicos del bosque están restringidos a los estratos inferiores, donde se observan cambios entre especies de vida corta en el sotobosque.

Fase de degradación: Se distingue por la descomposición de la estructura vertical o la muerte de árboles, lo que conlleva a la formación de claros, ya sean de gran o pequeño tamaño. En general, esta fase es de corta duración y marca el inicio del proceso de regeneración natural en el bosque.

2.1.5 Mortalidad y reclutamiento

Los bosques están compuestos por poblaciones o comunidades, estas a su vez se componen por organismos que en alguna etapa de su vida morirán; por lo tanto, la permanencia de una población en su hábitat depende de la descendencia que estos organismos son capaces de procrear. El progreso continuo de la natalidad, mortalidad y reclutamiento influye en la cantidad de individuos en la comunidad o población. Evaluar los procesos de mortalidad y reclutamiento en sistemas dinámicos, como los bosques tropicales, es fundamental para comprender su composición, estructura y dinámica, según lo indicado por Finegan, (1992).

Melo y Vargas (2003) destacan que, en los bosques húmedos tropicales, los procesos más cruciales son la mortalidad y reclutamiento de individuos arbóreos. La mortalidad representa la proporción de árboles que mueren en un lapso específico, mientras que reclutamiento señala la habilidad del bosque para incrementar la cantidad de árboles, mostrando la capacidad reproductiva de las especies, así como el desarrollo y la supervivencia de los árboles jóvenes. La mortalidad y reclutamiento de árboles en el bosque cumplen una función fundamental en la preservación de la regeneración natural y la diversidad biológica (Córdoba *et al.*, 2005).

2.1.5.1 Mortalidad

Según Jaramillo y Muñoz (2009), la mortalidad dentro de una comunidad vegetal representa un proceso crucial que impacta la composición florística de dicha comunidad. Este acontecimiento juega un papel crucial en el desarrollo del bosque y, desde una perspectiva práctica, determina cuántos árboles comerciales inmaduros en los bosques alcanzan un tamaño apto para su uso en la industria maderera. En los bosques naturales, la muerte de los árboles se origina por factores internos y por disturbios externos, como sustancias tóxicas, agentes patógenos, parásitos y consumidores. Además, otros elementos que contribuyen al incremento de la mortalidad de los individuos arbóreos incluyen los incendios forestales, derrames de petróleo, desprendimiento de suelos, entre otros (Melo y Vargas, 2003).

Otros autores como Da Silva Jardim (2015), indican que la mortalidad es el número de plantas que han muerto entre dos muestras estáticas, por causas naturales como plagas enfermedades, caída natural o competencia, o por causas artificiales como como la tala. La evaluación de la mortalidad es más sencilla que el reclutamiento porque no implica problemas matemáticos en los modelos como el ingreso de una especie. Puede ser expresada como la cantidad o porcentaje de individuos que mueren después de un periodo de tiempo determinado (Tuezta y Rodríguez, 2018).

Colpini *et al.* (2010) consideran que la mortalidad es el número de individuos arbóreos cuyo diámetro es mayor o igual a 17,0 cm encontrados muertos, a partir de la segunda medición. Para calcular la mortalidad, consideraron los siguientes estados: árbol muerto en pie, árbol muerto caído o roto por la acción de agentes naturales.

Según la recopilación Tuezta y Rodríguez (2018) la mortalidad de las especies forestales del bosque se da a diferentes escalas donde se incluye la intensidad, el espacio y tiempo, y puede ser causado por los procesos endógenos (senescencia de los individuos) o exógenos (rayos, tormentas, lluvia y erosión del suelo, etc.). Las causas fundamentales de mortalidad son: Primero, se debe a los procesos endógenos, las cuales se dan

genéticamente, provocando el fallecimiento de los individuos en cualquier fase de su existencia, incluyendo la senescencia. Otra causa de mortalidad puede deberse a la influencia de sustancias tóxicas, agentes patógenos y parásitos, ya sea forma local o masiva. También puede ser ocasionada por los cambios del medio ambiente, las cuales reducen o eliminan la materia o energía necesaria que requiere un individuo para garantizar su sobrevivencia. Y por último se da cuando el bosque es impactado de forma mecánica o química, ya sea este por huracanes, incendios, derrame de petróleo, deslizamiento de suelo, entre otros.

Pinelo (2000), indica que registrar la mortalidad de la regeneración natural del bosque es muy importante, para conocer la dinámica del bosque, ya que esta información ayudara a conocer el comportamiento del bosque.

Ruiz (2014) indica que la herbivoría sobre los factores de mortalidad y crecimiento de plántulas es mínimo en un año, sin embargo, el factor principal que podría determinar la mortalidad, crecimiento y patrones fenológicos de las especies es la falta de luz en el sotobosque.

2.1.5.2 Reclutamiento

El reclutamiento de individuos en un bosque se representa por la cantidad de individuos juveniles que alcanzan el diámetro mínimo de evaluación en un periodo de tiempo (Tuezta y Rodríguez, 2018).

En la opinión Da Silva (2015), el término ingreso y reclutamiento está definido como la entrada de un nuevo individuo dentro de los límites planteados para su inclusión en el proceso de muestreo, respecto a los que ya estaban presentes en la anterior medición. Sin embargo, este nuevo individuo puede pertenecer a una especie ya representada en la zona en la primera muestra medida o a una nueva especie en la muestra. Para diferenciar estas dos condiciones, adoptamos aquí el siguiente criterio: la entrada se refiere al grupo de individuos de una especie recién introducida en la zona, mientras que el reclutamiento hace referencia al conjunto de nuevos individuos de una especie ya existente en la zona desde el primer muestreo estático.

Colpini *et al.* (2010) considera al reclutamiento como el número de árboles que alcanzan o superan un diámetro mínimo, a partir de la segunda evaluación. Este valor se divide por el número de años entre las mediciones para obtener el número de reclutamientos por hectárea y año. A partir de este valor, se calcula el porcentaje anual de reclutamiento mediante la relación entre el número de nuevos individuos en cada medición y el número de árboles presentes en la medición anterior.

Quinto *et al.* (2009) señalan que el reclutamiento de individuos en el bosque refleja capacidad de este para recuperarse eficientemente y preservar la estabilidad ecológica del ecosistema. La mayoría de los procesos asociados se observan en individuos de categorías diamétricas inferiores a 10 cm de DAP, como plántulas, brinzales, y latizales bajos y altos. Desde la perspectiva de Finegan (1996), el reclutamiento de individuos juveniles proporciona información valiosa sobre los cambios que suceden en los bosques.

El reclutamiento es variable debido a la fertilidad de las semillas para germinar y a los cambios ambientales que afecta a las semillas y plántulas al momento de establecerse en el sotobosque (Ocampo y Bravo, 2019).

2.1.6 Regeneración natural de los bosques tropicales

Según Monteverde (2021), la regeneración natural se conceptualiza como el reensamblaje de la diversidad de especies mediante los mecanismos intrínsecos de perpetuación de las mismas. Además, destaca que esta regeneración natural constituye una herramienta esencial y significativa para la gestión forestal de bosques naturales.

De acuerdo con De Carvalho (1984), la regeneración natural comprende las etapas juveniles de las especies, lo que implica que cada individuo, según su clase diamétrica, puede ser considerada como parte de la regeneración. En otras palabras, cada individuo constituye la regeneración de otro individuo de mayores dimensiones dentro de la misma especie. Además, Bueso (1997) explica que la regeneración es un proceso constante y natural en el bosque, orientado a garantizar su supervivencia. Este proceso típicamente involucra una producción abundante de semillas que germinan para asegurar la formación de nuevos bosques.

Según Muñoz (2017), la regeneración natural juega un rol vital en la dinámica de los bosques, ya que cada especie presenta adaptaciones ambientales y ecológicas particulares que permiten la supervivencia de las plántulas, facilitando así la regeneración a partir de semillas. Procesos fundamentales como la propagación, germinación y establecimiento son cruciales para la gestión forestal. Asimismo, destaca que la regeneración natural constituye un proceso ecológico cíclico que está condicionado por factores tanto bióticos como abióticos.

Por su parte, Gordon y Rice (2000) señalan que los factores bióticos abarcan aspectos como la disponibilidad de semillas, la interacción entre los organismos dispersadores de semillas, la presencia de depredadores de semillas, microorganismos patógenos, la competencia tanto intra como interespecífica, y la estructura de la vegetación.

El término regeneración natural en la terminología forestal tiene dos significados, que deben entenderse dentro del contexto en el que se aplican: desde un punto de vista dinámico significa cuantificar el equilibrio entre los procesos de reclutamiento, mortalidad y crecimiento. Esta evaluación requiere dos muestreos estáticos espaciados en el tiempo, que pueden realizarse mediante parcelas permanentes o temporales. En las parcelas permanentes, es posible evaluar la mortalidad de las especies y el ingreso o reclutamiento, la dinámica de los atributos individuales de las plantas como por ejemplo el DAP, altura y volumen del tronco. En parcelas temporales, sólo es posible evaluar la dinámica de atributos medios, es decir, no es posible evaluar la entrada o reclutamiento, la mortalidad o el crecimiento de un árbol individual. Por el contrario, en sentido estático, este estrato representa a los individuos jóvenes de una especie o grupo que presentan potencial regenerativo de la estructura arbórea. Por tanto, la regeneración es responsable de perpetuar las poblaciones de especies en la comunidad forestal, asegurando el mantenimiento de su diversidad (Da Silva Jardim, 2015).

Al respecto Lamprecht (1990) indica que el éxito de la regeneración está sujeto a varias condiciones, las cuales varían según la especie arbórea. La regeneración será exitosa si hay cantidades adecuadas de semillas viables y condiciones climáticas y edáficas propicias para la germinación de semillas y el desarrollo de plántulas. Bazzaz (1991) confirma que la regeneración natural está influenciada por diversos factores, como la producción de semillas, la presencia de depredadores, la cantidad de radiación, temperatura y humedad suficientes, y el establecimiento de las plántulas dependerá de la acción de herbívoros y de la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Según Norden, (2014), existen cuatro procesos ecológicos fundamentales que rigen las etapas de regeneración en los bosques tropicales. En primer lugar, la limitación de la dispersión se refiere a la incapacidad de las semillas para alcanzar sitios adecuados para el establecimiento de plántulas. Otra limitación está relacionada con los factores ambientales, los cuales pueden afectar significativamente en la disposición espacial de las plántulas. En tercer lugar, las variaciones temporales en estos procesos producen una variabilidad considerable en la incorporación de plántulas a lo largo del tiempo, introduciendo así un nuevo elemento en el proceso de regeneración. Finalmente, la abundancia relativa de especies de plántulas en el sotobosque está controlada por procesos de densidad-dependencia negativa, que restringen la incorporación de individuos de la misma especie mientras favorecen a individuos de otras especies mediante la acción de hongos patógenos y herbívoros.

En relación con esto, Muñoz (2017) sostiene que la dispersión y germinación de las semillas constituyen un cuello de botella significativo en el establecimiento de plántulas en los bosques tropicales. La forma en que las semillas se dispersan, las adaptaciones o estrategias que utilizan para aprovechar los elementos del entorno, y la participación de agentes dispersores como aves y murciélagos son elementos esenciales para garantizar el adecuado funcionamiento del bosque. La capacidad de germinación de las semillas y el proceso de establecimiento de las plántulas se ven afectados por diversos factores bióticos, como la interacción entre la fauna y las semillas, la madurez fisiológica de las semillas, y factores abióticos, tales como la intensidad lumínica, las propiedades del suelo y la temperatura. Estos elementos pueden incidir en la distribución espacial de las especies en los bosques tropicales. Además, el autor destaca que, a pesar de la producción de semillas por parte de las especies forestales, no todas experimentan germinación, los índices de germinación son limitados y la cantidad de individuos que logran establecerse es reducida.

En consecuencia, el éxito en la gestión de un bosque tropical se encuentra vinculado a la existencia de una regeneración natural adecuada, la cual asegura la sostenibilidad del recurso a lo largo de un período. Por este motivo, resulta fundamental adquirir conocimientos y fundamentos científicos acerca de la dinámica de los bosques, especialmente en lo que concierne a la regeneración natural (Jaramillo y Muñoz, 2009). La regeneración temprana, que involucra la transición desde una semilla hasta una plántula que se ha establecido con éxito, es un proceso complejo caracterizado por elevadas tasas de mortalidad y una estrecha relación con factores ambientales selectivos (Castillo *et al.*, 2021)

2.1.6.1 Categorías de regeneración

Jiménez *et al.* (1988) plantean que la regeneración natural son todas las plántulas, brinzales, latizales y arboles con diámetro inferior a 10 cm. De igual manera Manta (1988), Mostacedo y Fredericksen (2000), Camacho (2000) y Vílchez (2002) clasifican a las categorías de regeneración natural de acuerdo a su dimensión:

- Plántula: individuos de 0,10 m a 0,29 m
- Brinzales: individuos de 0,30 m a 1,50 m de altura
- Latizal: bajo (de 1,50 m de altura a 4,9 cm de dap), y alto (de 0,5 cm a 9,9 cm de dap)
- Fustal: mayores de 10 cm de dap

2.2 Estado del arte

2.2.1 Internacional

Bustillo (2017) en su tesis "Composición, estructura y dinámica de las especies arbóreas del bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, Río Malacatoya, 2 015-2 016", con el objetivo de calcular las tasas de mortalidad y reclutamiento para la vegetación arbórea del bosque de galería. Para esta investigación, se implementaron tres parcelas permanentes de muestreo (50 x 50 m), subdivididas en parcelas de 25 x 25 m. Además, para el inventario de cada categoría, se realizaron subdivisiones en subparcelas de 5 x 5 m (25 m²) para latizales y de 2 x 2 m para brinzales (4 m²). Las tasas de mortalidad y reclutamiento fueron estimadas en 3,57% y 12,00% para los latizales, y en 28,76% y 35,66% para los brinzales. Como conclusión, se sugiere que la falta de regeneración y las elevadas tasas de mortalidad de *Lippia myriocephala* y *Guazuma ulmifolia* indican una posible disminución en sus poblaciones en el futuro.

2.2.2 Local

Valdivia (2009) desarrolló la tesis "Respuesta de la regeneración natural al tratamiento silvicultural de corta de lianas en el bosque residual de la UNAS", ubicado en la ciudad de Tingo María. El objetivo fue evaluar la respuesta demográfica, mortalidad y reclutamiento de plántulas, brinzales, latizales bajos y latizales altos. Se establecieron dos PPM con dimensiones de 50 m x 50 m, divididas en 25 subparcelas de 10 m x 10 m dentro de la PPM I y II. Para la evaluación de plántulas y brinzales, se instalaron subparcelas de 2 m x 2 m; los latizales bajos se evaluaron en subparcelas de 5 m x 5 m y los latizales altos en subparcelas de 10 m x 10 m. Se llevaron a cabo tres evaluaciones con un intervalo de 6 meses cada una. La mortalidad a los 6 meses de la corta de lianas y después de 6 meses de la segunda evaluación registró 33,10 % y 51,79 %. Además, por categorías, se observó en plántulas 99,82 % y 136,78 %, brinzales 23,75 % y 21,89 %, latizales bajos 5,26 % y 7,60 % y latizales altos 3,66 % y 7,95 %. En cuanto al reclutamiento, se registró un 51,47 %; además, en plántulas, fue del 86,09 % y 103,89 %; brinzal 13,43 % y 36,20; latizal bajo 9,19 % y 13,04 % y para latizal alto 5,49 % y 11,40 %.

Según Alvarado (2007), el reclutamiento promedio en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva entre los años 2 002 y 2 004 fue del 18,93 % para brinzales, 12,71 % en latizales bajos y 10,00 % en latizales altos. En cuanto a la mortalidad promedio en el presente estudio se observó un 15,37 % para brinzales, 10,88 % para latizal bajo y 5,93 % para latizal alto.

Según Gutiérrez (2006), en su investigación titulada "Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María", el objetivo principal era conocer la regeneración natural mediante la evaluación de la mortalidad y el reclutamiento en parcelas permanentes de medición (PPM). En este estudio se establecieron cuatro PPM, cada una con 8 subparcelas. Cada subparcela se dividió en las siguientes categorías para su evaluación: brinzal, latizal bajo, latizal alto y fustal. Los resultados obtenidos mostraron un porcentaje de mortalidad del 2,24% para brinzal, 0,90% para latizal bajo, 0,56% para latizal alto y 0,30% para fustal. En cuanto al porcentaje de reclutamiento, se observó un 6,60% en brinzal, 2,18% para fustal, 1,88% en latizal bajo y 0,88% en latizal alto.

Según Díaz (2004) y su investigación titulada "Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en bosques secundarios de Tingo María", el objetivo de fue evaluar el reclutamiento y la mortalidad de la regeneración natural en bosques secundarios. En este trabajo, se instalaron dos parcelas permanentes de medición (PPM), cada una con dimensiones de 50 m x 50 m y 25 subparcelas de 10 m x 10 m en cada PPM. Los resultados revelaron un reclutamiento del 1,47% en plántulas, 0,58% en brinzales, 1,07% en latizales bajos y 0,78% en latizales altos. En cuanto a la mortalidad, se registró un 28,35% en plántulas, 11,71% en brinzales, 7,15% en latizales bajos y 7,9% en latizales altos.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

3.1.1 Características generales del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Parcela Permanente de Medición (PPM) I, que abarca un área total de 10,000 m² y está ubicada en las colinas altas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), establecido mediante la Resolución N° 1502 – UNASTM el 31 de diciembre de 1971, con la designación de zona intangible, con la finalidad de conservar la flora, fauna, suelos, agua y diversidad biológica que se encuentran en el bosque, según Puerta y Cárdenas (2012)

3.1.2 Ubicación política

El Bosque Reservado se ubica a 1,5 km de la ciudad de Tingo María, a lo largo de la margen izquierda de la carretera que conecta Tingo María con Lima. Desde el punto de vista político, está adscrito al distrito de Rupa Rupa, perteneciente a la provincia de Leoncio Prado, en la región de Huánuco. El área total es de 217,22 ha, de las cuales solo 185 ha conservan su cobertura boscosa, mientras que la superficie restante fue afectada por cultivos ilícitos en las zonas más elevadas durante la década de los años 70.

3.1.3 Ubicación geográfica

La Parcela Permanente de Medición (PPM) I se encuentra posicionada en la región elevada del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Designada como colina alta, esta área específica presenta las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas UTM de la PPM I

Vértice	Este	Norte	Altitud	Área
1	391054	8970740		
2	391154	8970740	790	
3	391154	8970640	m s. n. m.	1 ha
4	391054	8970640		

3.1.4 Zona de Vida

Desde una perspectiva ecológica y basándonos en la clasificación mundial de zonas de vida o formaciones vegetales, así como en el diagrama bioclimático desarrollado por Holdridge (1987), se identifica que el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva se ubica dentro de la formación vegetal denominada Bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (bmh-PT). De acuerdo con las regiones naturales específicas del Perú, se clasifica como Rupa Rupa o Selva Alta, según la categorización establecida por (Pulgar, 1987).

3.1.5 Condiciones climáticas

En lo que respecta a las condiciones climáticas de la región de estudio, se caracteriza por una elevada pluviosidad, con una precipitación anual promedio de 3 454,6 mm. Las lluvias más intensas suelen registrarse entre los meses de octubre a marzo, siendo diciembre el periodo de máxima precipitación, con un promedio mensual de 615,6 mm. La humedad relativa alcanza un valor de 85,9%, mientras que las temperaturas oscilan entre una máxima de 29 °C y una mínima de 21,1°C, según datos proporcionados por SENAMHI (2019)

3.1.6 Fisiografía

En cuanto a la altitud, el Bosque Reservado abarca desde los 667 hasta los 1 092 metros sobre el nivel del mar (msnm), dividiéndose en tres unidades fisiográficas claramente definidas: la Colina Baja, con una extensión de 22,91 ha; la Colina Alta, la geoforma de mayor superficie con 150,74 ha; y la Zona Montañosa, con 43,57 ha, conocida como Cerro Cachimbo, en su mayoría desprovista de vegetación arbórea. En relación con la pendiente, se destaca que el 70,74% del área total del BRUNAS presenta pendientes superiores al 25%, indicando su clasificación como una zona principalmente de protección (Puerta, 2007).

3.1.7 Red hídrica

El Bosque Reservado alberga seis quebradas: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero. Estas quebradas, que se originan en la parte montañosa y desembocan en el río Huallaga, desempeñan un papel crucial al proporcionar agua tanto a la Universidad Nacional Agraria de la Selva como a las comunidades circundantes, entre las cuales se incluyen Buenos Aires, Asunción Saldaña, Stiven Ericsson, Mercedes Alta, Quebrada del Águila y San Martín (Puerta y Cardenas, 2012)

3.2 Materiales y métodos

3.2.1 Materiales y equipos

Para la instalación de la parcela se utilizó jalones y rafia, para las mediciones dasométricas de los individuos de regeneración natural se emplearon wincha de 50 m, vernier, cinta diamétrica, regla graduada, lápices, materiales cartográficos y formatos de campo. Los equipos que se utilizó fue un receptor GPS, brújula, clinómetro Suunto y cámara fotográfica.

3.2.2 Generalidades del estudio

3.2.2.1 Enfoque del estudio

El enfoque de la investigación fue cuantitativo (Hernández *et al.*, 2014), basándose en la medición de la altura y diámetro de los individuos. Esto se llevó a cabo para estimar la mortalidad y el reclutamiento en función de las categorías de regeneración

natural. La recolección de datos se centró en medidas y los resultados se expresaron mediante valores numéricos.

3.2.2.2 Tipo de estudio

Tomando en cuenta los lineamientos definidos por Supo, (2012), la investigación fue catalogada como "sin intervención", ya que no se realizaron alteraciones en la realidad, sino que se limitó a la observación; y "prospectivo", dado que el investigador llevó a cabo sus propias mediciones.

3.2.2.3 Nivel de estudio

Dado que no se realizó ninguna manipulación de las variables en estudio, este trabajo de investigación fue clasificado como descriptivo, siguiendo los lineamientos de Hernández *et al.* (2014). La esencia de la investigación se centró principalmente en identificar la mortalidad y el reclutamiento de la regeneración natural en el BRUNAS, utilizando los datos recopilados en los años 2 019 y 2 020.

3.2.2.4 Diseño de estudio

Siguiendo las pautas delineadas por Hernández *et al.* (2014), el diseño de este estudio se clasifica como no experimental, ya que no implicó la manipulación de ninguna variable. Además, se considera un diseño transversal, ya que la recopilación de datos se llevó a cabo en un solo periodo de tiempo.

3.2.2.5 Población y muestra en estudio

La población de interés para este estudio estuvo constituida por la Parcela Permanente de Medición I (PPM I), que abarca 1 hectárea y está ubicada en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional de la Selva. La muestra, por otro lado, estuvo compuesta por ocho subparcelas instaladas dentro de la PPM I.

3.2.2.6 Muestreo

Se empleó un método de muestreo no probabilístico (por conveniencia) en la selección de la PPM I para la evaluación. Esta parcela permanente se instaló siguiendo un protocolo internacional, adoptando una forma cuadrada y ubicándose en un área relativamente no perturbada, donde se llevó a cabo la investigación.

3.2.2.7 Variables de estudio

Para llevar a cabo la presente investigación, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Variable de caracterización (X); se consideró la altura total y diámetro del fuste.
- Variable de interés (Y); estuvo representado por la mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural.

3.2.3 Metodología

La investigación se realizó en los años 2 019 y 2 020, se evaluaron las categorías, de plántulas, brinzales, latizales bajos y altos. Fue desarrollada en dos etapas, primero la evaluación en campo y segundo el procesamiento y análisis de datos.

3.2.3.1 Tamaño y forma de la parcela permanente de medición

La forma de las PPM fue cuadrada, cuyas dimensiones fueron de 100 m x 100 m (1 ha).

3.2.3.2 Ubicación de las parcelas

Para el estudio se realizó un reajuste del perímetro de la PPM I, para ello se utilizó rafia y jalones, las mismas que fueron colocados a cada 20 m (figura 5), la evaluación por categoría de vegetación se realizó en parcelas de diferentes tamaños las mismas que se instalaron en las subparcelas. Cada uno de los individuos forestales fueron codificados utilizando clavos y placas de aluminio, la codificación se realizó indicando el número de PPM, N° de subparcela, categoría de evaluación y número de individuo.

Tabla 2. Tamaño de parcelas para la recolección de datos por categoría de vegetación

N°	Categoría de vegetación	Dimensiones del individuo	Tamaño de la parcela
1	Latizales altos	\geq de 5,0 cm dap a - 9,9 cm dap	10 m x 10 m
2	Latizales bajos	\geq 1,50 m - 4.9 cm dap	5 m x 5 m
3	Brinzales	0,30 m - < 1,50 m de altura	2 m x 2 m
4	Plántulas	< 0,30 m altura	2 m x 2 m

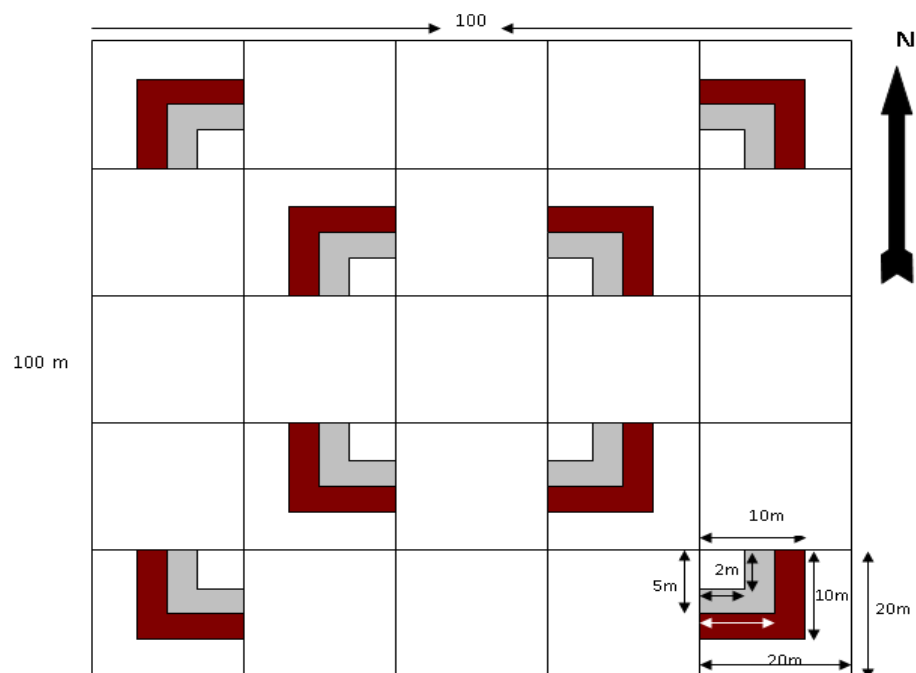


Figura 1. Diseño de las subparcelas para la evaluación de regeneración natural de la PPM I.

3.2.3.3 Categorías de regeneración natural evaluadas

Plántulas: Se refieren a individuos con una altura inferior a 30 cm. La medición de la altura total de cada individuo se realizó utilizando una regla graduada en centímetros, considerando plántulas con una altura mínima de 10 cm. La recopilación de datos se llevó a cabo en subparcelas de 1 m x 1 m, ubicadas dentro de las subparcelas de 10 m x 10 m.

Brinzales: Se refieren a individuos con una altura igual o superior a 30 cm pero inferior a 1,50 m. La medición de cada individuo incluyó el diámetro, medido a 30 cm desde la base del suelo con un vernier, y la altura total, medida con una regla graduada en centímetros. Estos datos se recopilaron en subparcelas de 2 x 2 m, ubicadas en una esquina de cada subparcela de 10 x 10 m.

Latizales bajos: Se refieren a individuos con una altura superior a 1,50 m y un diámetro a la altura del pecho (dap) menor a 5 cm. Cada individuo fue medido para su diámetro, utilizando una cinta diamétrica a 1,30 m desde el nivel del suelo, y su altura total, medida con un clinómetro. Estos datos fueron recolectados en subparcelas de 5 x 5 m, utilizando la subparcela de 10 m x 10 m como referencia.

Latizales altos: Hacen referencia a individuos con un diámetro igual o superior a 5 cm y menor o igual a 10 cm a la altura del pecho (dap). Cada individuo fue medido para su diámetro utilizando una cinta diamétrica a 1,30 m desde la base del suelo, y su altura total fue medida con un clinómetro. La recolección de estos datos se llevó a cabo en la subparcela de 10 x 10 m.

Tabla 3. Evaluación de las categorías de regeneración natural

Variables	Categoría de regeneración			
	Plántula	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto
Conteo de individuos	x	x	x	x
Especie	x	x	x	x
Altura	x	x	x	x
Diámetro 30 cm de altura		x		
Dap 1.30 m de altura			x	x

3.2.3.4 Identificación de especie

Los individuos correspondientes a las categorías de regeneración natural fueron identificados en campo por el Ingeniero Warren Ríos García, especialista en dendrología, se tuvo en cuenta el género y la especie.

3.2.3.5 Tasa anual de mortalidad

Con el propósito de calcular la tasa anual de mortalidad de las diversas categorías de regeneración natural de las especies arbóreas en las colinas altas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se utilizó la fórmula propuesta por Quinto *et al.* (2009):

$$r_m = \left[1 - \frac{(N_s)^{\frac{1}{t}}}{N_0} \right] \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

r_m = Tasa anual de mortalidad expresada en porcentaje.

N_0 = Número de Individuos inicialmente inventariados.

N_s = Número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo t de tiempo.

$N_s = N_0 - M_u$

M_u = Número de individuos muertos durante el intervalo t de tiempo.

t = Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

3.2.3.6 Tasa anual de reclutamiento

Para calcular la tasa anual de reclutamiento de las categorías de regeneración natural de las especies forestales de colinas altas en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se empleó la fórmula propuesta por Quinto *et al.* (2009):

$$r_r = \left[\left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100 \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

r_r = Tasa de reclutamiento expresado en porcentaje.

N_t = Número de individuos sobreviviente inicialmente inventariados más los reclutados durante el periodo t de tiempo.

$N_t = N_0 + I$

N_0 = Número de individuos inicial inventariados.

I = Número de individuos reclutados durante el intervalo t de tiempo.

t = intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Mortalidad de la regeneración natural en la categoría plántula, brinzal, latizal bajo y latizal alto

La tasa anual de mortalidad (figura 2) fue diferente en las categorías de regeneración natural, fue mayor en la categoría plántula y se obtuvo un total de 39,68 %, mientras que en la categoría brinzales fue de 29,41 %, en latizales bajos fue de 12,03 % y fue menor en la categoría de latizales altos obteniéndose 9,38 % respectivamente. Entender la mortalidad de la regeneración en distintas categorías resulta esencial, ya que esta información posibilita comprender la dinámica del bosque. (Pinelo, 2000).

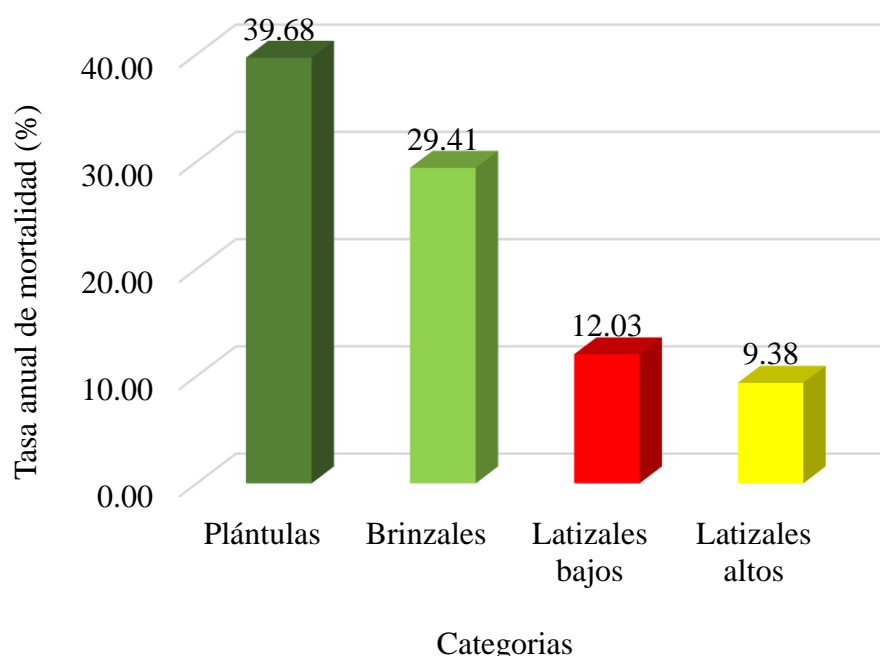


Figura 2. Tasa anual de mortalidad por categoría de regeneración.

Al respecto Bustillo (2017) indica que en un bosque de galería en Colombia se reportó 3,57 % de mortalidad para latizales y 28,76 % para brinzales. Valdivia (2009) en la PPM 1 y 2 del Bosque Reservado de la UNAS encontró una mortalidad de 99,82 % en plántulas, 21,98 % en brinzales, 7,60 % en latizales bajos y en latizales altos 7,95 %. Asimismo Alvarado (2007) para bosques secundarios en SUPTE y el BRUNAS encontró una mortalidad de 15,37 % para brinzales, 10,88 % para latizales bajos y 5,93 % para latizales altos. Además, Gutiérrez (2006) en las PPM 1; 2; 3 y 4 encontró que la mortalidad es de 2,24 % para brinzales, 0,90 % para latizales bajos y 0,56 % para latizales altos. Finalmente, Díaz (2004) en los bosques

secundarios en SUPTE y el BRUNAS, encontró un 28,35 % en plántulas, 11,71 % en brinzales, 7,15 % en latizales bajos y 7,9 % en latizales altos.

Los ecosistemas más complejos y dinámicos de la Tierra se encuentran en los bosques tropicales, además son muy diversificadas y dinámicas (Bezerra *et al.*, 2021). Conocer las especies y las familias arbóreas del bosque representa una información muy valiosa al momento de querer realizar la restauración de hábitats, preservación de los recursos forestales, manejo y regeneración de bosques (Llacsahuanga, 2015). El motor de la dinámica del bosque está en función a la mortalidad de especies causada por las perturbaciones que se producen en el bosque que resultan en la formación de claros (Finegan, 1992).

Desde el punto de vista de Asquith (2002) el bosque tropical es un sistema dinámico, al interior, los árboles maduros, fustales, latizales, brinzales y plántulas entran en competencia por los recursos presentes en el bosque con el objetivo de garantizar su supervivencia.

Considerando el número de individuos muertos reportados en la investigación, la tasa anual de mortalidad fue mayor en la familia Urticaceae obteniéndose 81,09 % y fue menor en la familia Myristicaceae con 22,31 %. Al respecto Ruiz (2014) indica que uno de los factores que puede influir en la mortalidad de plántulas es la herbivoría, sin embargo, el factor principal que podría determinar la mortalidad, crecimiento y patrones fenológicos de las especies es la falta de luz en el sotobosque y la competencia entre especies.

Tabla 4. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría plántulas a nivel de familia.

Nº	Familia	Año 2019	Muerto	Año 2020	r_m
1	Annonaceae	3,00	1,00	2,00	40,55
2	Burseraceae	2,00	1,00	1,00	69,31
3	Calophyllaceae	3,00	1,00	2,00	40,55
4	Euphorbiaceae	7,00	2,00	5,00	33,65
5	Fabaceae	9,00	4,00	5,00	58,78
6	Lauraceae	2,00	1,00	1,00	69,31
7	Malvaceae	6,00	2,00	4,00	40,55
8	Melastomataceae	2,00	1,00	1,00	69,31
9	Moraceae	6,00	3,00	3,00	69,31
10	Myristicaceae	5,00	1,00	4,00	22,31
11	Rubiaceae	4,00	1,00	3,00	28,77
12	Salicaceae	5,00	2,00	3,00	51,08
13	Urticaceae	9,00	5,00	4,00	81,09

En la categoría brinzales, la tasa anual de mortalidad fue mayor en la familia Burseraceae, Calophyllaceae, Malvaceae, Moraceae, Myristicaceae, Myrtaceae y Salicaceae con 50,00 %, y fue menor en la familia Urticaceae con 20,00 %. En las familias Aptandraceae, Combretaceae, Euphorbiaceae y Vochysiaceae no registro mortalidad. Según Quinto *et al.* (2009), la mortalidad desempeña un papel crucial en la preservación de la regeneración natural y la diversidad del bosque. Además, tiene relevancia en la toma de decisiones para la gestión forestal.

Tabla 5. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría brinzales a nivel de familia.

Nº	Familia	Año 2019	Muerto	Año 2020	r_m
1	Annonaceae	3,00	1,00	2,00	33,33
2	Aptandraceae	1,00	0,00	1,00	0,00
3	Burseraceae	4,00	2,00	2,00	50,00
4	Calophyllaceae	2,00	1,00	1,00	50,00
5	Combretaceae	1,00	0,00	1,00	0,00
6	Euphorbiaceae	3,00	0,00	3,00	0,00
7	Fabaceae	6,00	2,00	4,00	33,33
8	Malvaceae	2,00	1,00	1,00	50,00
9	Moraceae	2,00	1,00	1,00	50,00
10	Myristicaceae	4,00	2,00	2,00	50,00
11	Myrtaceae	3,00	1,00	2,00	33,33
12	Salicaceae	2,00	1,00	1,00	50,00
13	Urticaceae	15,00	3,00	12,00	20,00
14	Vochysiaceae	3,00	0,00	3,00	0,00

En la categoría latizales bajos, la tasa anual de mortalidad fue mayor en la familia Aptandraceae con 37,50 %. Y fue menor en la familia Urticaceae con 6,67 %. En las familias Annonaceae, Calophyllaceae, Combretaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Salicaceae, Sapotaceae, Vochysiaceae no se registró mortalidad. Según Jaramillo y Muñoz (2009), la mortalidad en una comunidad vegetal constituye un proceso significativo, ya que influye en la composición florística de dicha comunidad.

Tabla 6. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría latizales bajo a nivel de familia.

Nº	Familia	Año 2019	Muerto	Año 2020	r_m
1	Annonaceae	2,00	0,00	2,00	0,00
2	Aptandraceae	8,00	3,00	5,00	37,50
3	Bignoniaceae	8,00	1,00	7,00	12,50
4	Burseraceae	8,00	1,00	7,00	12,50
5	Calophyllaceae	4,00	0,00	4,00	0,00
6	Combretaceae	3,00	0,00	3,00	0,00
7	Euphorbiaceae	6,00	1,00	5,00	16,67
8	Fabaceae	12,00	1,00	11,00	8,33
9	Lauraceae	8,00	1,00	7,00	12,50
10	Lecythidaceae	5,00	1,00	4,00	20,00
11	Malvaceae	8,00	2,00	6,00	25,00
12	Melastomataceae	4,00	0,00	4,00	0,00
13	Moraceae	11,00	1,00	10,00	9,09
14	Myristicaceae	11,00	1,00	10,00	9,09
15	Myrtaceae	3,00	0,00	3,00	0,00
16	Rubiaceae	6,00	2,00	4,00	33,33
17	Salicaceae	4,00	0,00	4,00	0,00
18	Sapotaceae	2,00	0,00	2,00	0,00
19	Urticaceae	15,00	1,00	14,00	6,67
20	Vochysiaceae	5,00	0,00	5,00	0,00

En la categoría latizales altos, la tasa anual de mortalidad fue mayor en la familia Annonaceae, Calophyllaceae y Lauraceae con 33,33 %. Y fue menor en la familia Urticaceae obteniéndose un total de 11,11 %. En las familias Aptandraceae, Bignoniaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Myristicaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Sapotaceae y Vochysiaceae no se registró mortalidad. Melo y Vargas, (2003) señalan que la mortalidad de las categorías de regeneración (plántulas, brinzales, latizales bajos y altos) en los bosques naturales es causada por factores endógenos y disturbios exógenos como sustancias tóxicas, agentes patógenos, parásitos y consumidores, otros factores que incrementan la mortalidad en los bosques son los incendios forestales, derrames de hidrocarburos, deslizamientos de suelos, entre otros. Citando a Lamprecht (1990), la desintegración de la estructura vertical o muerte de árboles, en consecuencia, se forman claros grandes o pequeños. Generalmente esta fase dura poco tiempo y da lugar al principio de la regeneración natural en el bosque.

Tabla 7. Tasa anual de mortalidad de la regeneración natural de la categoría latizales alto a nivel de familia.

Nº	Familia	Año 2019	Muerto	Año 2020	r_m
1	Annonaceae	3,00	1,00	2,00	33,33
2	Aptandraceae	4,00	0,00	4,00	0,00
3	Bignoniaceae	7,00	0,00	7,00	0,00
4	Burseraceae	7,00	1,00	6,00	14,29
5	Calophyllaceae	3,00	1,00	2,00	33,33
6	Combretaceae	2,00	0,00	2,00	0,00
7	Euphorbiaceae	12,00	0,00	12,00	0,00
8	Fabaceae	9,00	2,00	7,00	22,22
9	Lauraceae	3,00	1,00	2,00	33,33
10	Lecythidaceae	8,00	0,00	8,00	0,00
11	Malvaceae	5,00	0,00	5,00	0,00
12	Moraceae	10,00	2,00	8,00	20,00
13	Myristicaceae	11,00	0,00	11,00	0,00
14	Myrtaceae	10,00	2,00	8,00	20,00
15	Rubiaceae	7,00	0,00	7,00	0,00
16	Salicaceae	5,00	0,00	5,00	0,00
17	Sapotaceae	1,00	0,00	1,00	0,00
18	Urticaceae	18,00	2,00	16,00	11,11
19	Vochysiaceae	3,00	0,00	3,00	0,00

En la investigación se reportaron las siguientes familias: Annonaceae, Aptandraceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Calophyllaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Salicaceae y Urticaceae. El cual se puede corroborar con el estudio de Soto (2016) en el cual indica que el BRUNAS, está compuesto por 108 especies, 79 géneros y 35 familias, las más importantes Fabaceae, Euphorbiaceae, Salicaceae, Rubiaceae, Moraceae, Urticaceae, Myristicaceae, Burseraceae, Lauraceae y Vochysaceae, estas familias representan el 69,2 % del total de familias existentes en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Con los resultados obtenidos en la investigación y diversos estudios realizados por otros investigadores se puede corroborar que la mortalidad en el bosque es dinámica, encontrando datos similares por año, por lo que se entiende que existen otros factores que afectan las variables e influyen en la mortalidad, estos pueden ser la calidad de sitio, la

precipitación, la cantidad de luz por hora que reciben, la fauna silvestre y factores antrópicos (Quinto *et al.*, 2009).

4.2 Reclutamiento de regeneración natural en la categoría plántula, brinzal, latizal bajo y latizal alto

La tasa anual de reclutamiento (figura 4) fue diferente según las categorías de regeneración natural, fue mayor en la categoría plántula y se obtuvo un total de 41,27 %, mientras que en la categoría brinzales fue de 35,29 % en latizales bajos fue de 13,53 % y fue menor en la categoría de latizales altos obteniéndose 10,94 %. Según Finegan, (1992), el reclutamiento es crucial para establecer la cantidad de especies arbóreas que se encuentran en una comunidad o población. Además, en sistemas dinámicos, como los bosques tropicales, desempeña un papel esencial para comprender su composición, estructura y dinámica.

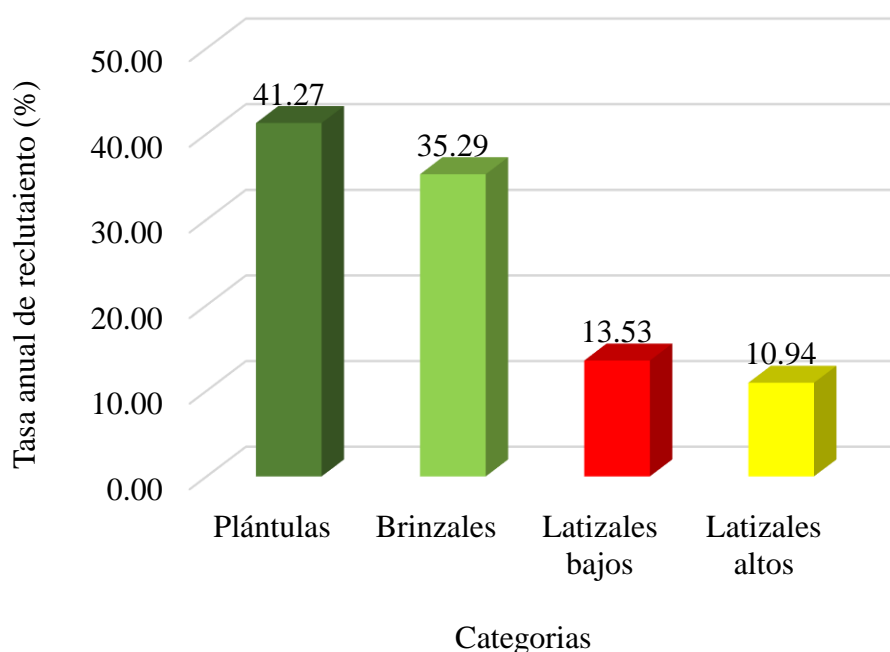


Figura 3. Tasa anual de reclutamiento por categoría de regeneración.

En estudios realizados sobre reclutamiento, Bustillo (2017) reportó 12,00 % para latizales y 35,66 % en brinzales. En investigaciones realizadas en el BRUNAS, Valdivia (2009) en la PPM 1 y 2 encontró un reclutamiento de 103,89 % en plántulas, 36,20 % en brinzales, 13,04 % en latizales bajos y 11,40 % latizales altos. Por su parte Alvarado (2007) indica que el reclutamiento hallado fue de 18,93 % para brinzales, 12,71 % para latizales bajos y 10,93 % para latizales altos. Así también Gutiérrez (2006) en las PPM 1, 2, 3 y 4 reportó 6,60 % para

brinzales, 1,88 % para latizales bajos y 0,88 % para latizales altos. Finalmente, Diaz (2004) reportó el reclutamiento en bosques secundarios de SUPTE y el BRUNAS, 1,47 % en plántulas, 0,58 % en brinzales, 1,07 % en latizales bajos y 0,8 % en latizales altos.

En la categoría plántula, la tasa anual de reclutamiento fue mayor en la familia Burseraceae y Calophyllaceae con 100,00 %, y fue menor en la familia Fabaceae con 11,11 %. Ocampo y Bravo (2019) indican que la eficiencia del reclutamiento varía en la aptitud de las semillas para germinar y establecer plántulas, además señalan que los cambios ambientales y los rasgos seminales pueden influir en la germinación y establecimiento de plántulas en el bosque.

Tabla 8. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría plántulas a nivel de familia.

Nº	Familia	Año 2019	Recluta	Año 2020	r_r
1	Annonaceae	3,00	1,00	4,00	33,33
2	Burseraceae	2,00	2,00	4,00	100,00
3	Calophyllaceae	3,00	3,00	6,00	100,00
4	Euphorbiaceae	7,00	4,00	11,00	57,14
5	Fabaceae	9,00	1,00	10,00	11,11
6	Lauraceae	2,00	2,00	4,00	100,00
7	Malvaceae	6,00	1,00	7,00	16,67
8	Melastomataceae	2,00	1,00	3,00	50,00
9	Moraceae	6,00	2,00	8,00	33,33
10	Myristicaceae	5,00	3,00	8,00	60,00
11	Rubiaceae	4,00	1,00	5,00	25,00
12	Salicaceae	5,00	2,00	7,00	40,00
13	Urticaceae	9,00	3,00	12,00	33,33

En la categoría brinzal la tasa anual de reclutamiento fue mayor en la familia Calophyllaceae, Combretaceae y Malvaceae con 100,00 %, y fue menor en la familia Urticaceae con 6,67 %. En la familia Aptandraceae no se registró reclutamiento. Finegan (1996) señala que la determinación del proceso de reclutamiento de la regeneración natural en el bosque permite conocer y dar seguimiento a los cambios que se producen en la densidad poblacional para las especies presentes en el bosque.

Tabla 9. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría brinzal a nivel de familia.

N°	Familia	Año 2019	Recluta	Año 2020	r_r
1	Annonaceae	3,00	1,00	4,00	33,33
2	Aptandraceae	1,00	0,00	1,00	0,00
3	Burseraceae	4,00	1,00	5,00	25,00
4	Calophyllaceae	2,00	2,00	4,00	100,00
5	Combretaceae	1,00	1,00	2,00	100,00
6	Euphorbiaceae	3,00	2,00	5,00	66,67
7	Fabaceae	6,00	1,00	7,00	16,67
8	Malvaceae	2,00	2,00	4,00	100,00
9	Moraceae	2,00	1,00	3,00	50,00
10	Myristicaceae	4,00	3,00	7,00	75,00
11	Myrtaceae	3,00	1,00	4,00	33,33
12	Salicaceae	2,00	1,00	3,00	50,00
13	Urticaceae	15,00	1,00	16,00	6,67
14	Vochysiaceae	3,00	1,00	4,00	33,33

En la categoría latizal bajo, la tasa anual de reclutamiento fue mayor en la familia Rubiaceae con 83,33%, y fue menor en la familia Myristicaceae con 9,09%. En la familia Annonaceae, Aptandraceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Salicaceae y Urticaceae no se registró reclutamiento. Rey (1997), indica que el reclutamiento de especies en el bosque ayuda a la evolución de la composición del bosque tanto en tiempo como en espacio, la cual está influenciado por factores y parámetros climáticos, edafológicos, biológicos y antrópicos.

Tabla 10. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría latizales bajo a nivel de familia.

N°	Familia	Año 2019	Recluta	Año 2020	r_r
1	Annonaceae	2,00	0,00	2,00	0,00
2	Aptandraceae	8,00	0,00	8,00	0,00
3	Bignoniaceae	8,00	0,00	8,00	0,00
4	Burseraceae	8,00	2,00	10,00	25,00
5	Calophyllaceae	4,00	1,00	5,00	25,00
6	Combretaceae	3,00	2,00	5,00	66,67
7	Euphorbiaceae	6,00	1,00	7,00	16,67
8	Fabaceae	12,00	0,00	12,00	0,00
9	Lauraceae	8,00	0,00	8,00	0,00

10	Lecythidaceae	5,00	0,00	5,00	0,00
11	Malvaceae	8,00	0,00	8,00	0,00
12	Melastomataceae	4,00	0,00	4,00	0,00
13	Moraceae	11,00	2,00	13,00	18,18
14	Myristicaceae	11,00	1,00	12,00	9,09
15	Myrtaceae	3,00	1,00	4,00	33,33
16	Rubiaceae	6,00	5,00	11,00	83,33
17	Salicaceae	4,00	0,00	4,00	0,00
18	Sapotaceae	2,00	1,00	3,00	50,00
19	Urticaceae	15,00	0,00	15,00	0,00
20	Vochysiaceae	5,00	2,00	7,00	40,00

En la categoría Latizal alto, la tasa anual de reclutamiento fue mayor en la familia Malvaceae con 40,00%, y fue menor en la familia Fabaceae con 11,11%. En la familia Bignoniaceae, Burseraceae, Calophyllaceae, Combretaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Sapotaceae no se registró reclutamiento. Lamprecht (1990), señala que para las especies arbóreas es importante el crecimiento vertical ya que de ello depende su sobrevivencia. Sin embargo, la fase de estructuración es relativamente corta.

Tabla 11. Tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural de la categoría latizales alto a nivel de familia.

Nº	Familia	Año 2019	Recluta	Año 2020	r_r
1	Annonaceae	3,00	1,00	4,00	33,33
2	Aptandraceae	4,00	1,00	5,00	25,00
3	Bignoniaceae	7,00	0,00	7,00	0,00
4	Burseraceae	7,00	0,00	7,00	0,00
5	Calophyllaceae	3,00	0,00	3,00	0,00
6	Combretaceae	2,00	0,00	2,00	0,00
7	Euphorbiaceae	12,00	1,00	13,00	8,33
8	Fabaceae	9,00	1,00	10,00	11,11
9	Lauraceae	3,00	0,00	3,00	0,00
10	Lecythidaceae	8,00	0,00	8,00	0,00
11	Malvaceae	5,00	2,00	7,00	40,00
12	Moraceae	10,00	3,00	13,00	30,00
13	Myristicaceae	11,00	0,00	11,00	0,00
14	Myrtaceae	10,00	0,00	10,00	0,00
15	Rubiaceae	7,00	0,00	7,00	0,00
16	Salicaceae	5,00	1,00	6,00	20,00

17	Sapotaceae	1,00	0,00	1,00	0,00
18	Urticaceae	18,00	3,00	21,00	16,67
19	Vochysiaceae	3,00	1,00	4,00	33,33

Los resultados obtenidos respaldan la dinámica del bosque, demostrando la capacidad del BRUNAS para recuperarse rápidamente y mantener la estabilidad ecológica del ecosistema. Según Quinto *et al.* (2009) en su investigación, gran parte de los procesos de reclutamiento se observa en individuos de categorías diamétricas menores a 10 cm de dap en los bosques.

V CONCLUSIONES

- La similitud entre la tasa de mortalidad y de reclutamiento demuestran el posible equilibrio en la dinámica del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva, la información obtenida sobre la mortalidad y reclutamiento varía por año, por lo que podemos deducir que existen factores que influyen en la mortalidad y reclutamiento de la regeneración natural en las categorías plántulas, brinzales y latizales.
- La tasa anual de mortalidad fue mayor en la categoría plántulas con 39,68 %, presentándose mayor mortalidad en la familia Urticaceae con la especie *Pourouma cecropiifolia* y *Cecropia sciadophylla*, en brinzales presentó 29,41 % y las familias con mayor mortalidad fueron Burseraceae (*Dacryodes nitens* y *Tetragastris panamensis*), Calophyllaceae (*Marila tomentosa*), Malvaceae (*Theobroma subincanum*), Moraceae (*Batocarpus orinocensis*), Myristicaceae (*Otoba parvifolia*), Myrtaceae (*Eugenia egensis*) y Salicaceae (*Casearia ulmifolia*), en la categoría latizales bajos se obtuvo 12,03 % y la familia con mayor mortalidad fue Aptandraceae con la especie *Cathedra acuminata* y por último en la categoría latizales altos se obtuvo 9,38 % y la mayor mortalidad se obtuvo en la familia Aptandraceae con la especie *Cathedra acuminata* (Benth.) Miers.
- La tasa anual de reclutamiento de la regeneración natural fue mayor en la categoría plántulas con 41,27 % y la familia con mayor reclutamiento en esta categoría fue Burseraceae (*Tetragastris panamensis* y *Protium tenuifolium*) y Calophyllaceae (*Marila tomentosa*), en cuanto a la categoría brinzales este obtuvo 35,29 % la familia con mayor reclutamiento fue Calophyllaceae (*Marila tomentosa*), Combretaceae (*Terminalia macrophylla*) y Malvaceae (*Theobroma subincanum*), el reclutamiento en latizales bajos fue de 13,53 % y la familia con mayor porcentaje de reclutamiento fue en la familia Rubiaceae con la especie *Schizocalyx sterculioides* y por último en la categoría latizales altos se obtuvo 10,94 % y la familia con mayor reclutamiento fue la familia Malvaceae con la especie *Theobroma subincanum*.

VI RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados, se debe considerar otras variables e indicadores en las evaluaciones, porque se nota la influencia en la mortalidad, como por ejemplo la calidad de sitio.
- Se debe automatizar la colecta de datos en campo, para facilitar la limpieza y control de calidad de los datos de campo que se colectan, facilitando de esta manera sus análisis estadísticos.
- Las evaluaciones deberían realizarse cada cinco años, pero anualmente realizar mantenimiento a las marcas permanentes, así como a las etiquetas.

VII REFERENCIAS

- Alvarado, N. (2007). *Evaluación dasonómica y ecológica de bosques secundarios en parcelas permanentes de medición (PPM)* [Tesis para optar el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/664>
- Asquith, N. M. (2002). La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, 377-386.
- Baker, T. R., Swaine, M. D., & Burslem, D. F. (2003). Variation in tropical forest growth rates: Combined effects of functional group composition and resource availability. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 6(1-2), 21-36.
- Bazzaz, F. (1991). Regeneration of tropical forests: Physiological responses of pioneer and secondary species. *Rain forest regeneration and management*, 91-118.
- Bezerra, T. G., Ruschel, A. R., Emmert, F., & Nascimento, R. G. M. (2021). Changes caused by forest logging in structure and floristic diversity of natural regeneration: Relationship between climate variables and forest dynamics in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 482(1760), 118862. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118862>.
- Blundo, C., Carilla, J., Grau, R., Malizia, A., Malizia, L., Osinaga-Acosta, O., Bird, M., Bradford, M., Catchpole, D., & Ford, A. (2021). Taking the pulse of Earth's tropical forests using networks of highly distributed plots. *Biological Conservation*, 260, 108849.
- Bongers, F., Popma, J., Del Castillo, J. M., & Carabias, J. (1988). Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio*, 74(1), 55-80.
- Bueso, L. (1997). *Curso: Establecimiento y manejo de regeneración natural*. Centro de Manejo, Aprovechamiento y Pequeña Industria Forestal, La Esperanza.
- Bustillo, I. (2017). *Composición, estructura y dinámica de las especies arbóreas del bosque de galería de la Reserva Hídrica Forestal, Río Malacatoya, 2015-2016* [Tesis para optar Título de Ingeniero forestal, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.pe/id/eprint/3577>

- Camacho, M. (2000). *Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical; guía para el establecimiento y medición*. Unidad de Manejo de Bosques Naturales, CATIE.
- Cardoso, D., Särkinen, T., Alexander, S., Amorim, A. M., Bittrich, V., Celis, M., Daly, D. C., Fiaschi, P., Funk, V. A., & Giacomini, L. L. (2017). Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(40), 10695-10700.
- Castillo, D., Chen, H., Harrison, R. D., Wen, B., & Goodale, U. M. (2021). Seedling emergence and environmental filters determine *Ficus* recruitment in a subtropical landscape. *Forest Ecology and Management*, *497*, 119536.
- Colpini, C., Moraes e Silva, V. S., Soares, T. S., Higuchi, N., Travagin, D. P., & Assumpção, J. V. L. (2010). Incremento, ingresso e mortalidade em uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional em Marcelândia, Estado do Mato Grosso. *Acta Amazonica*, *40*(3), 549-555. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000300014>
- Cordoba, J. A., Gonzales, D., Ramos, Y. A., & Serna, D. Y. (2005). *Regeneración natural en claros de un bosque pluvial tropical en Pacurita Chocó—Colombia*. *23*, 11-19.
- Da Silva Jardim, F. C. (2015). Natural re generation in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, *58*(1), 105-113.
- de Carvalho, J. O. P. (1984). Manejo de regeneração natural de espécies florestais. *Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)*, *24*.
- del Cisne Jiménez, A. (2021). La diversidad mejora el almacenamiento de carbono en los bosques tropicales. *RECIMUNDO*, *5*(3), 316-323. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(3\).sep.2021.316-323](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(3).sep.2021.316-323)
- Diaz, E. (2004). *Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en bosques secundarios de Tingo María* [Tesis para optar Título de ingeniero en Recursos Naturales Renovables mencion Forestal, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/645>

- Finegan, B. (1992). *Bases ecológicas para la silvicultura*. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE.
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forests: The first 100 years of succession. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(3), 119-124. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)81090-1](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)81090-1)
- Gómez, C., & Salazar, M. (2010). *Instalación de parcelas permanentes de muestreo (PPM) en los bosques tropicales del Darién en Panamá (Comarca Embera-Wounaan)*. Panamá: Autoridad Nacional del Ambiente/ITTO/WWF/Comarca Embera-Wounaan.
- Gordon, D. R., & Rice, K. J. (2000). Competitive suppression of *Quercus douglasii* (Fagaceae) seedling emergence and growth. *American Journal of Botany*, 87(7), 986-994.
- Gutiérrez, R. E. (2006). *Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María* [Tesis para optar Título de ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Forestal, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/659>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. https://books.google.com.ec/books?id=m3Vm2TCjM_MC
- Jaramillo, L., & Muñoz, L. (2009). *Evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la estación científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo* [Tesis para optar el Título de ingeniero forestal, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5362>
- Jardim, F. C. D. S., & Quadros, L. C. L. (2016). Estrutura de uma floresta tropical dez anos após exploração de madeira em Moju, Pará. *Revista Ceres*, 63(4), 427-425. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040001>

- Jiménez, W., Chaverri, A., & Miranda, R. (1988). *Aproximaciones silviculturales al manejo de un robledal (Quercus spp.) en San Gerardo de Dota, Costa Rica*. 38(3), 208-214. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4158>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F., & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, P. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020*. FAO and UNEP. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, & Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, S. (2017). *Nuestros bosques en números*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/nuestros-bosques-numeros>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. TZ-Verlag-Ges. <https://books.google.com.pe/books?id=1H0JyWAACAAJ>
- Llacsahuanga, J. R. (2015). *Composición y diversidad arbórea de un área en un bosque montano nublado en Puyu Sacha, Chanchamayo, Junín* [Tesis para optar el Título de ingeniero forestal, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2114>
- Louman, B., Quiros, D., & Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (Vol. 46). CATIE.
- Manta, M. I. (1988). *Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica* (p. 150). CATIE, Turrialba (Costa Rica) UCR, San José (Costa Rica). Sistema de Estudios de Posgrado.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Universidad del Tolima.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2014). *Perú, Reino de Bosques*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/peru-reino-bosques>
- MONGABAY. (2021). *Perú alcanza cifra de deforestación más alta en los últimos 20 años*. <https://es.mongabay.com/2021/10/peru-aumenta-deforestacion-cifras-bosques/>

- Monteverde, E. G. (2021). *Evaluación rápida de la regeneración natural de Cedrelinga cateniformis en un bosque premontano de Satipo, Perú*. 31(1), 75-83. <https://doi.org/10.21704/x.v31i1.1777>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Estado de regeneración de las especies forestales importantes en Bolivia: Evaluación y recomendaciones. *Boletín BOLFOR*, 20, 22.
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 130-143. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Norden, N. (2014). Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia forestal*, 17(2), 247-261. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Ocampo, K., & Bravo, S. J. (2019). Reclutamiento de especies leñosas en bosques tropicales expuestos a incendios: Una revisión: *Ecosistemas*, 28(1), 106-117. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1642>
- Pinelo, G. I. (2000). *Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. CATIE. http://ppm.inab.gob.gt/docs/metodologia_bnl.pdf
- PNCBMCC (Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio. (2022). *Perú, país de bosques*. <http://www.bosques.gob.pe/peru-pais-de-bosques>
- Proyecto de Manejo Forestal Sostenible - BOLFOR, & Programa de Desarrollo Forestal Industrial - PROMABOSQUE. (1999). *Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo*. https://rmportal.net/library/content/Professional_or_Trade_Education_and_Training_Workforce_Development/guia-para-la-instalacion-y-evaluacion-de-parcelas-permanente.pdf/at_download/file.
- Puerta, R. H. (2007). *Modelo digital de elevación del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú* [Tesis de Maestría en Ciencias en Agroecología Mención Gestión Ambiental, Universidad Nacional Agraria de Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1908>

- Puerta, R. H., & Cardenas, P. J. (2012). *El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS)*. 25, 4. <https://doi.org/10.21704/x.v25i1.650>
- Pulgar, J. (1987). *Geografía del Perú: Las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la microregionalización*. PEISA. <https://books.google.com.pe/books?id=2NRxAAAAMAAJ>
- Quinto, H., Rengifo, R., & Ramos, Y. A. (2009). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1), 4855-4868.
- Red de Inventario Forestal Amazónico - RAINFOR. (2009). *Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas*. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:dKQtagwCkPwJ:www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/RAINFOR%2520manual%2520de%2520campo%2520version%2520Junio%25202009%2520ESP.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- Rey, B. (1997). Consideración de la dinámica forestal en el marco de la gestión multifuncional de los espacios arbolados. *Volumen*, 2, 45-52.
- Ruiz, J. (2014). *Mortalidad, crecimiento y fenología de plántulas del Palo de Mayo (Vochysia ferruginea) expuestas a la herbivoría foliar en el bosque huracanado del Caribe nicaragüense*. 24(1), 34-48. <http://165.98.37.6/index.php/wani/article/view/306>
- SENAMHI. (2019). *Boletín hidroclimático [Internet]*. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.
- Soto, Y. C. (2016). *Inventario dendrológico de una parcela permanente de medición del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva–Tingo María, Perú* [Tesis para optar Título Profesional de ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Forestal]. Universidad Nacional Agraria de Selva.
- Supo. (2012). *Seminarios de investigación científica* (6.^a ed.).
- Tuezta, J. G., & Rodríguez, C. R. (2018). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque secundario tardío del valle de Chanchamayo, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 33(1), 42-51. <https://doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1154>

- Valdivia, J. (2009). *Respuesta de la regeneración natural al tratamiento sivicultural de corta de lianas en el bosque residual de la UNAS, Tingo María*. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Forestal, Universidad Nacional Agraria de Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/692>
- Valencia, R., Balslev, H., & Paz Y Miño C, G. (1994). High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity & Conservation*, 3(1), 21-28. <https://doi.org/10.1007/BF00115330>
- Vílchez, L. O. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central* (Vol. 50, Número 50). CATIE.

ANEXO

Anexo A: panel Fotográfico

Figura 4. Ubicación de la PPM I



Figura 5. Delimitación de subparcelas para la evaluación de plántulas



Figura 6. Evaluación de altura de brinzales



Figura 7. Evaluación de altura de brinzales

Anexo C: Mapas y/o planos

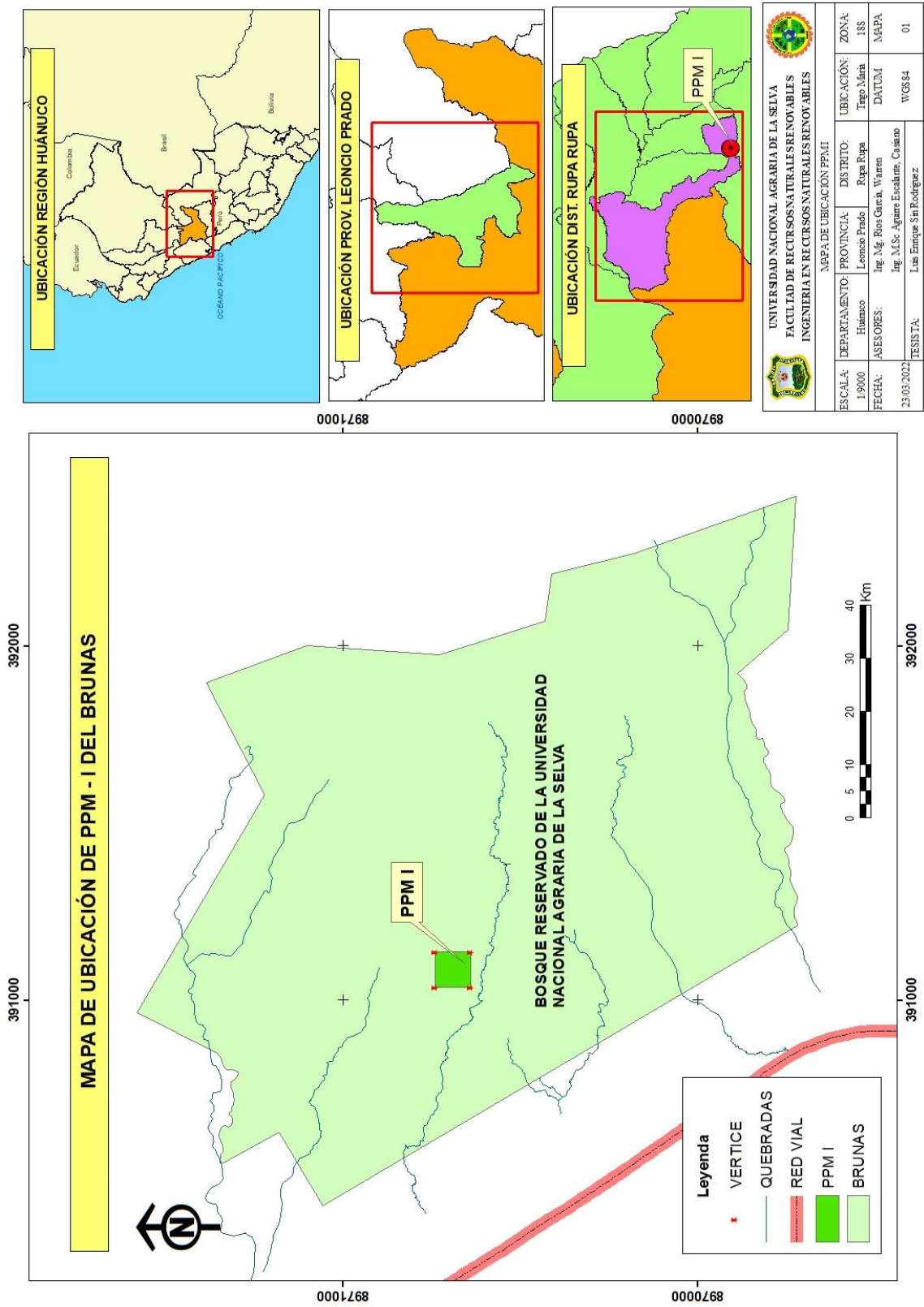


Figura 8. Mapa de ubicación de la PPM – I.

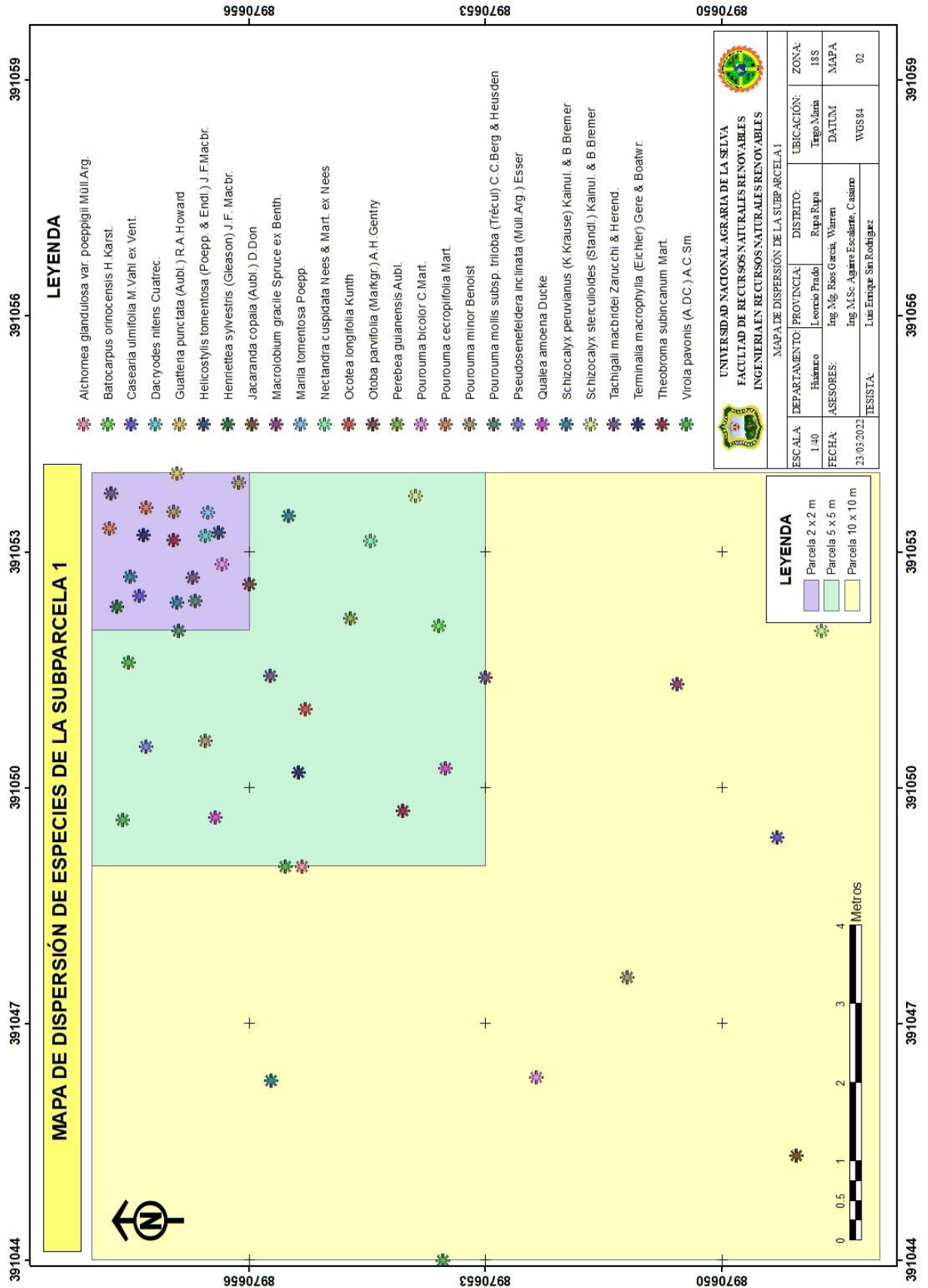


Figura 9. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 1.

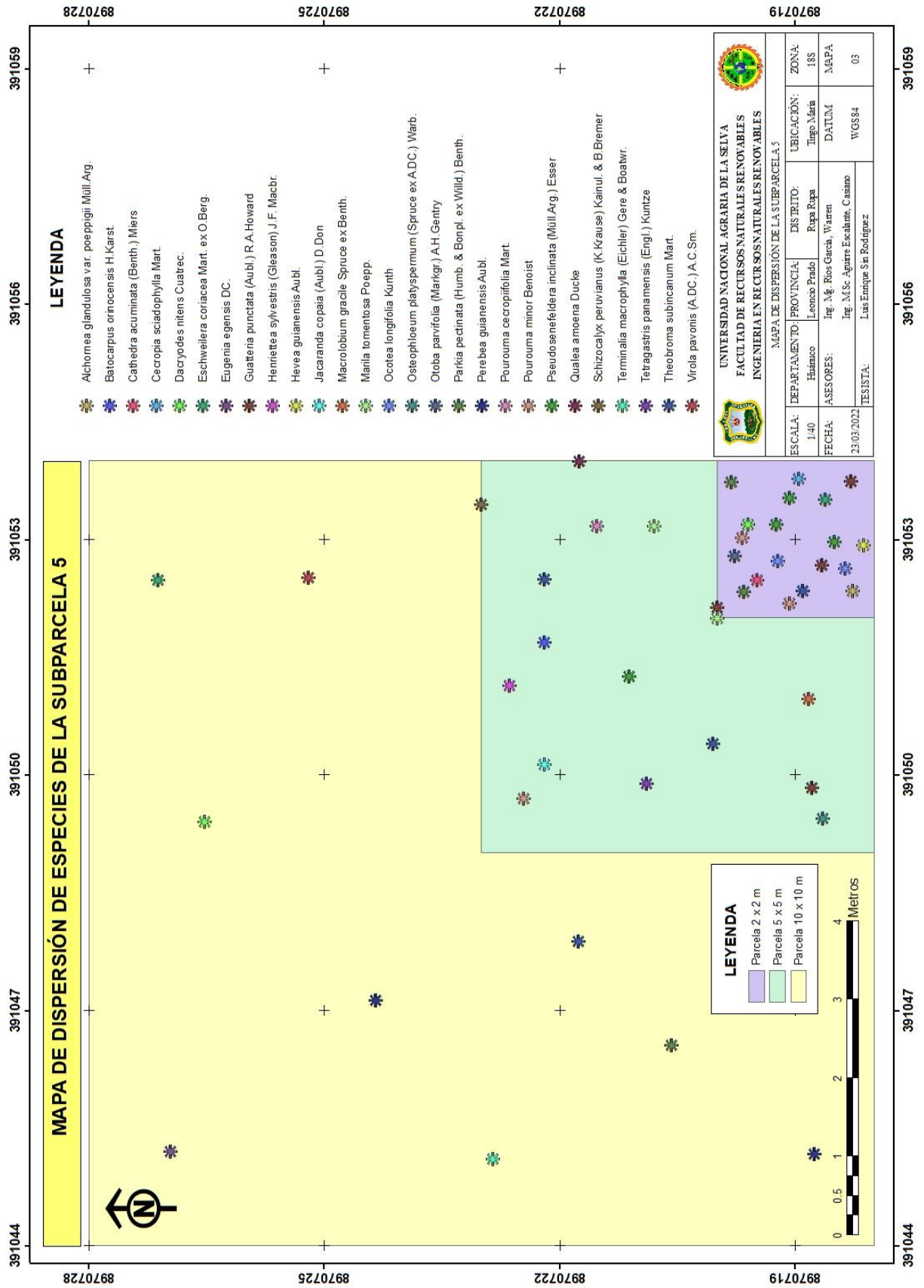


Figura 10. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 5.

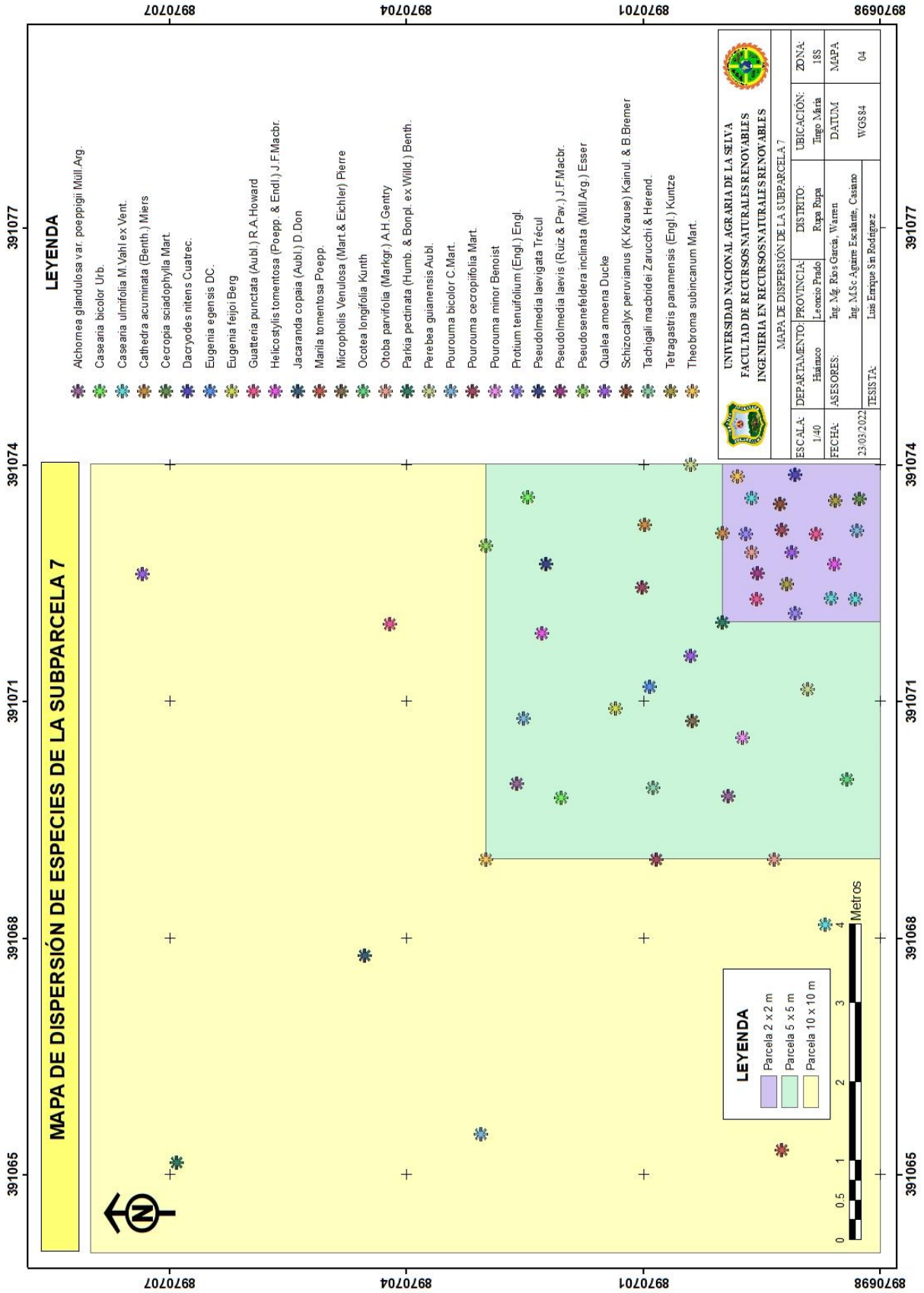


Figura 11. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 7.



Figura 12. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 9.

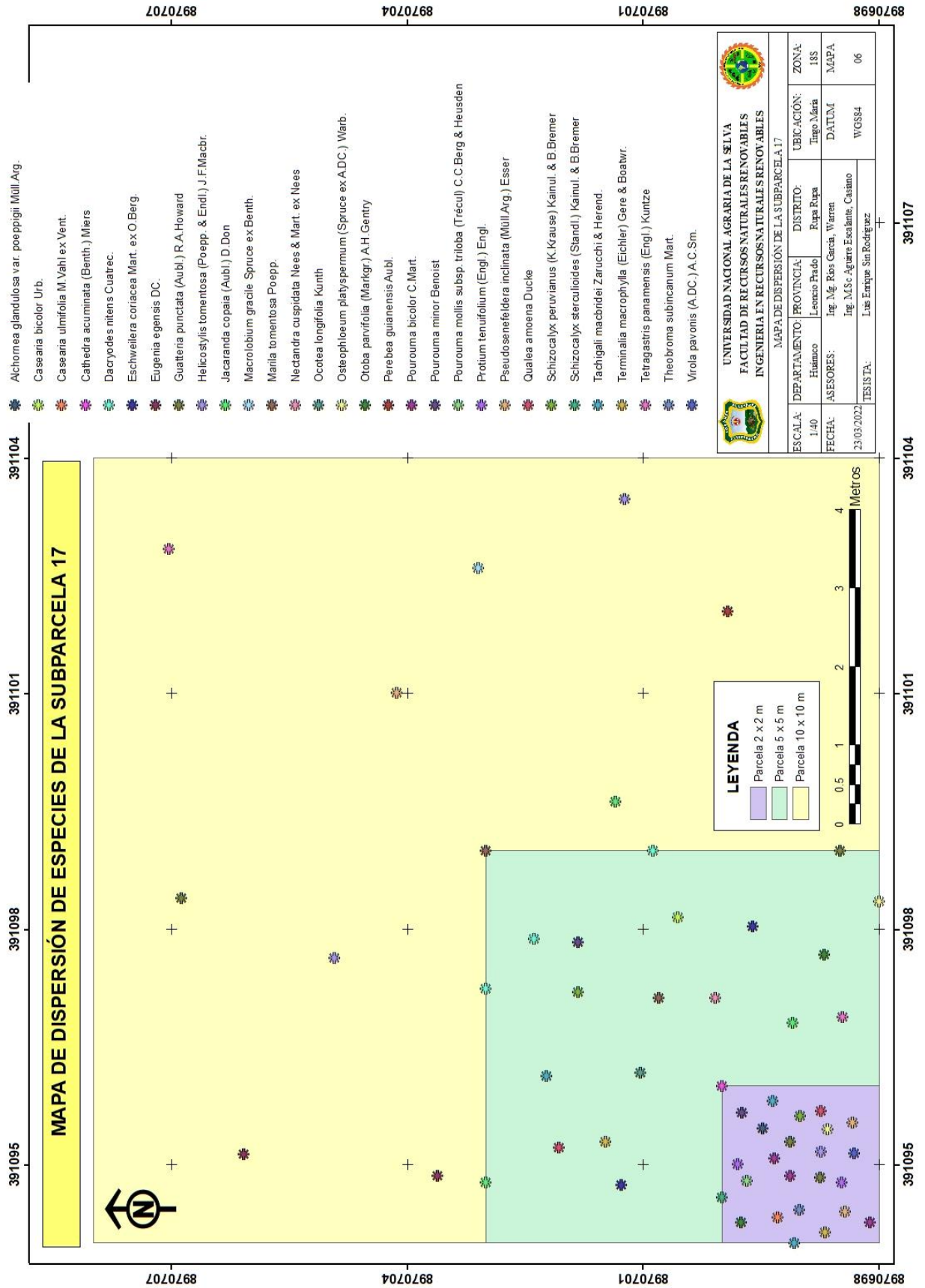


Figura 13. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 17.

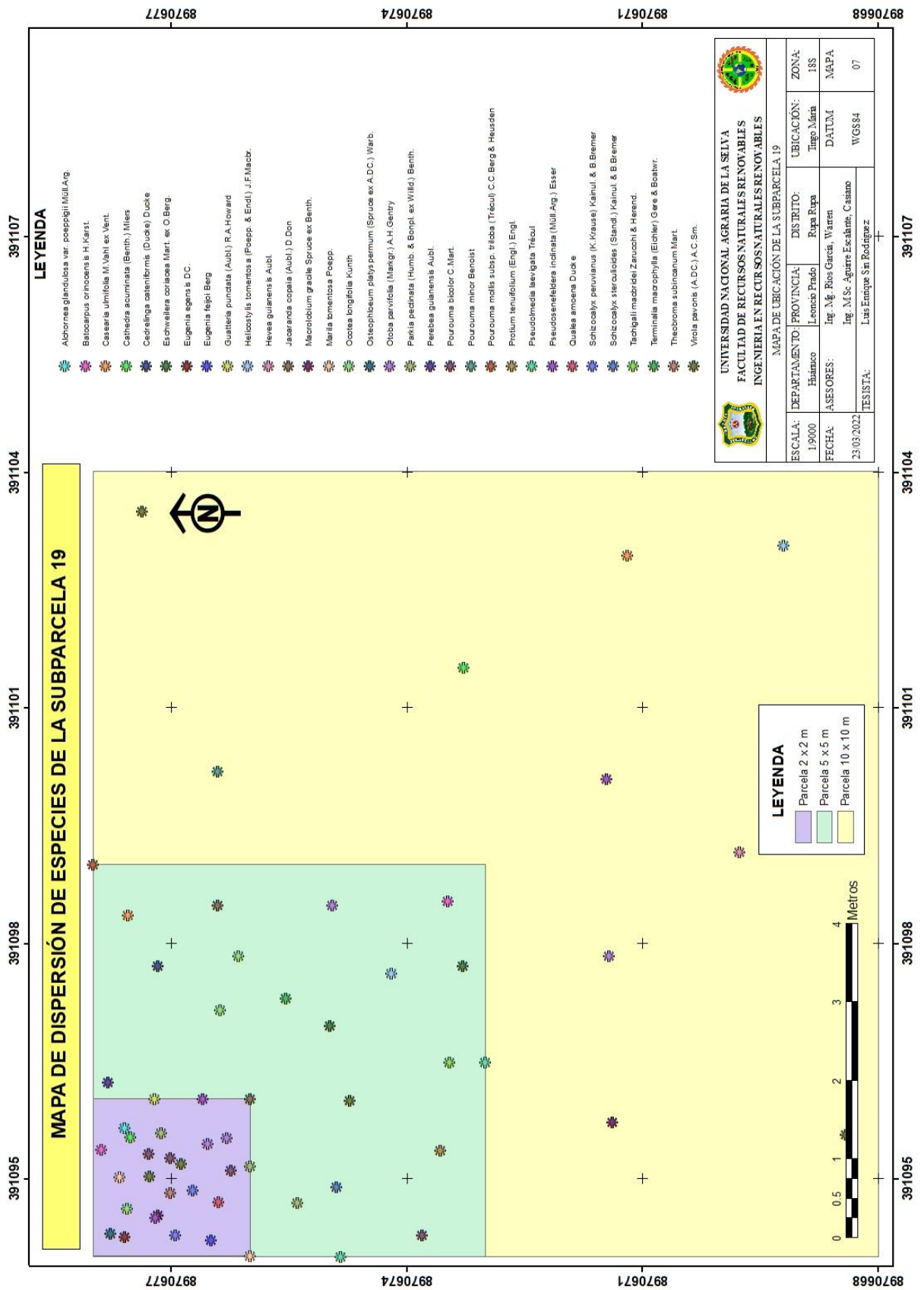


Figura 14. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 19.

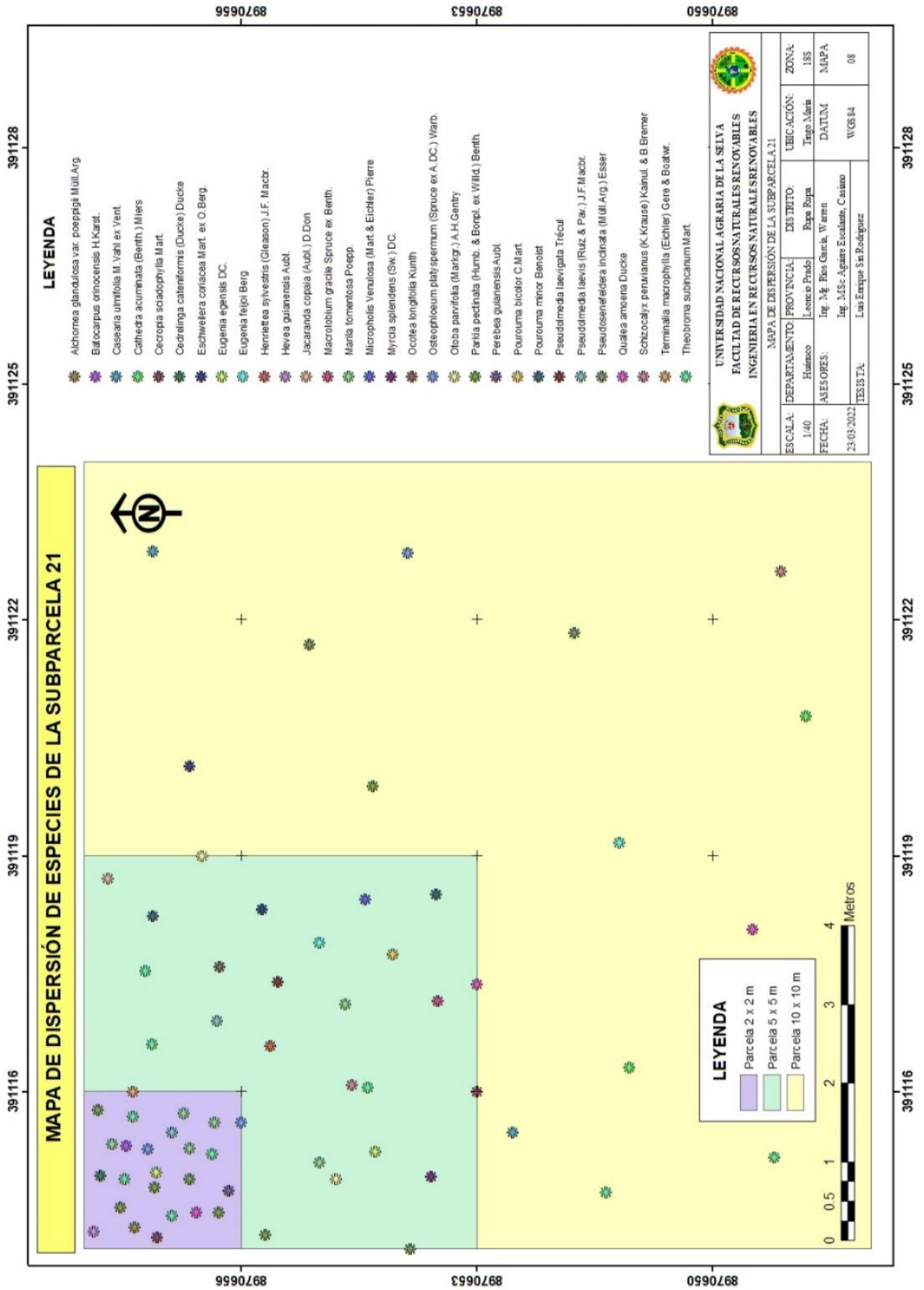


Figura 15. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 21.

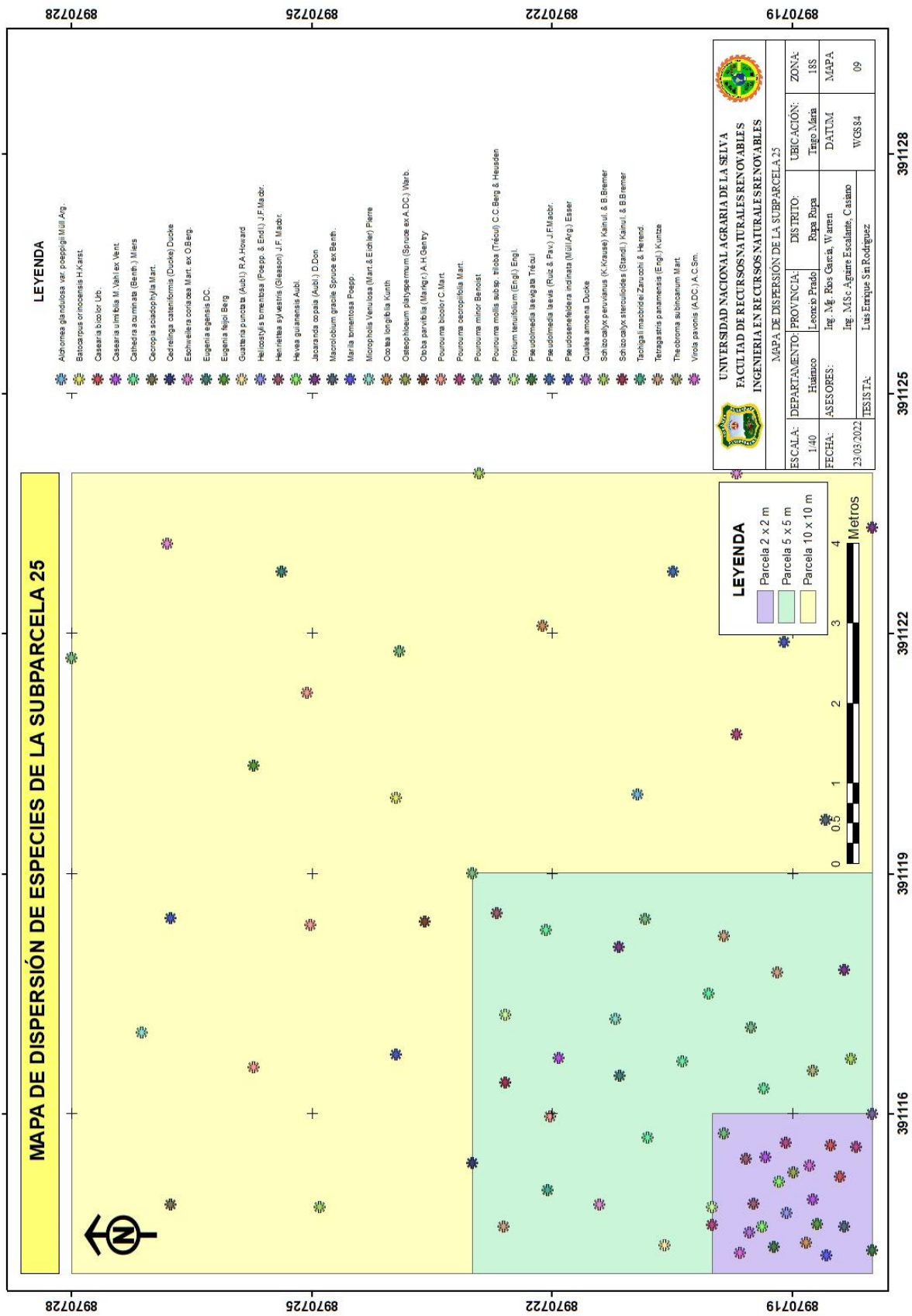


Figura 16. Mapa de dispersión de especies de la subparcela 25.