



2021

Resumen Público de Monitoreo



Contenido

I.	Introducción	2
II.	Localización del proyecto.....	3
III.	Monitoreos.....	0
3.1.	Inventario Forestal.....	0
3.2.	Monitoreo Previsión de cosecha cacao 2021.....	2
3.3.	Monitoreo de poda	2
3.4.	Censo de árboles en rodales de teca.....	3
3.5.	Monitoreo calidad de plantas de vivero.....	5
3.6.	Monitoreo de erosión de suelo.....	7
3.7.	Monitoreo de insumos.....	9
3.8.	Evaluación de calidad establecimiento de plantación.....	10
3.9.	Monitoreo de cosecha.....	11
3.10.	Costos, productividad y eficiencia en el manejo forestal:	12
3.10.1.	Áreas bajo manejo:	12
3.10.2.	Actividades silviculturales Teca:.....	13
3.11.	Monitoreo de Flora y Fauna:.....	13
3.11.1.	Composición y cambios observados en la flora y fauna:	14
1.6.5	Monitoreo de Ictiofauna	18
1.6.6	Monitoreo BMWP	19

Tabla de Ilustraciones:

Ilustración 1;	Mapa de ubicación geográfica de predios de MLR	3
Ilustración 2;	Mapa de áreas forestales de MLR.....	0
Ilustración 3;	Relación DAP-Edad, Inventario 2021.....	1
Ilustración 4;	Gráfico comparativo del monitoreo de insumos 2020	9

I. Introducción

La empresa MLR Forestal de Nicaragua S.A. es una empresa de desarrollo agroforestal, que establece plantaciones forestales principalmente de la especie teca (*Tectona grandis*) en el municipio de Siuna, en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua (RACCN), rubro que es manejado a través de un protocolo de manejo que atiende diferentes criterios para que exista sostenibilidad económica, social y ambiental.

Para garantizar el cumplimiento de altos estándares, la compañía ha optado por la certificación voluntaria bajo los principios y criterios del Consejo de Manejo Forestal (FSC por sus siglas en inglés) los que, sumados al plan de manejo de la especie, dan la guía indicada para realizar monitoreos sistemáticos que permiten evaluar la condición de las plantaciones, fiscalizando las distintas actividades de manejo que se llevan a cabo dentro de las mismas.

Mediante el monitoreo, se adquiere información respecto al crecimiento de la plantación lo que permite ir verificando si los crecimientos van conforme lo proyectado, la utilización de los insumos, la calidad del trabajo realizado en las distintas actividades como poda, establecimiento de plantaciones, raleo entre otras actividades establecidas en los planes de manejo.

Así mismo, se realizan evaluaciones sobre la erosión del suelo dentro de las plantaciones, lo que permite la identificación de los puntos más vulnerables para implementar obras de conservación y mitigar los procesos erosivos. Finalmente, y no menos importante, aparejado a todos los procesos operativos, se está implementando un "Plan de Gestión de Biodiversidad" que permite monitorear a través de indicadores específicos, el estado de la flora y fauna para evidenciar que el proceso operativo no va en detrimento de la biodiversidad presente en las propiedades de MLR y sus vecinos.

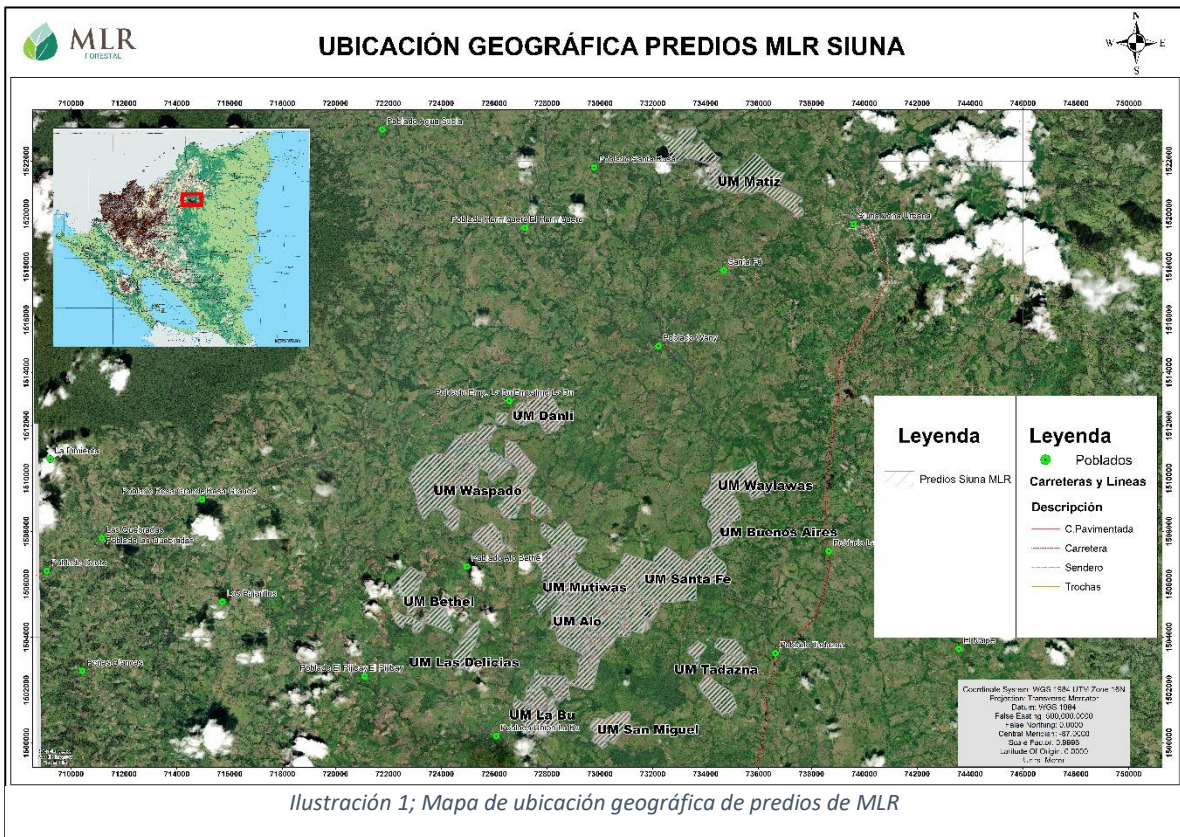
El presente documento, presenta un resumen de todas las acciones ya enunciadas, durante la ejecución anual 2021, información de carácter público para cualquier parte interesada, para lo cual se hace una distribución electrónica a través de correos electrónicos con archivo y enlaces a los sitios web de la compañía y redes sociales.

En el caso de las comunidades vecinas, se lleva un proceso de asambleas anuales, las que son aprovechadas para presentar estos resultados y que pueden ser evidenciados a través de las actas de estos procesos.

II. Localización del proyecto.

La ubicación geográfica de las propiedades de MLR Forestal de Nicaragua es la siguiente:

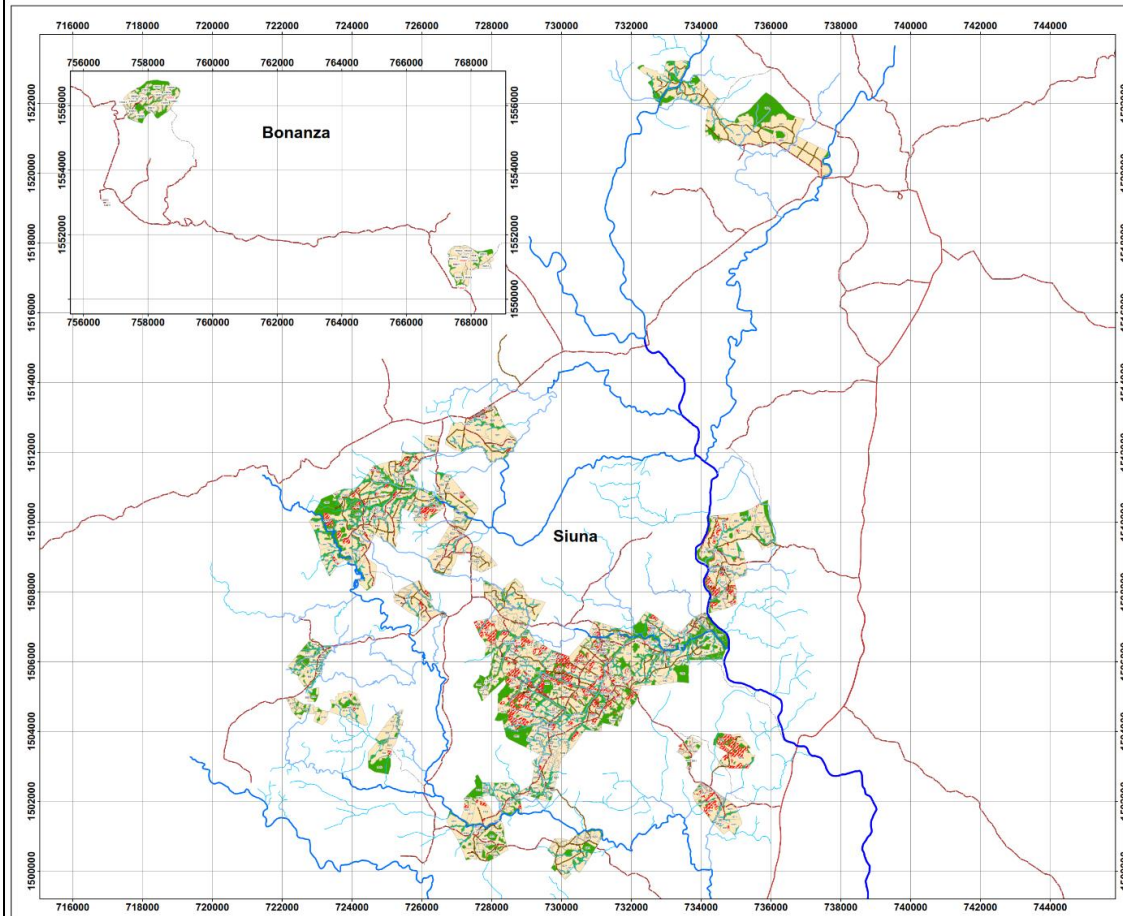
- ✓ En Siuna: Latitud 13° 40' 37.67" Norte, Longitud 84° 53' 44.25" Oeste.



- ✓ Dentro de estas propiedades hay 1,422.6 hectáreas de teca pura, 1387.96 ha de plantaciones mixtas de teca con cacao y 44.43 ha de otras especies como Caoba, *Acacia mangium* y Melina.
- ✓ Durante el 2021 se logró plantar 128.96 ha de teca.
- ✓ De las áreas de MLR ubicadas en el municipio de Siuna, 519.88 hectáreas fueron afectadas por el huracán Iota que afectara el área de Centroamérica a finales del año 2020, en el 2021 se renovó con plantación nueva 80.78 hectáreas quedando pendiente por renovar 439.1 hectáreas. (Ver mapa de distribución en la siguiente página).



Propiedades MLR Forestal S. A. Áreas Forestales Siuna



Ubicación General, Fincas MLR Forestal



Cuadro de Información

Zona	Uso general	Área Bruta (Ha)	Área Neta (Ha)
Siuna	Protección	1,366.40	
Siuna	Infraestructura	77.89	
Siuna	A Renovar	439.10	
Siuna	Mixto (Teca-Cacao)	1,352.04	1,271.22
Siuna	Otras especies	22.70	12.10
Siuna	Cacao (Jardín Clonal)	2.31	2.22
Siuna	Teca Pura	1,609.46	1,422.04
	Total	4,869.90	2,707.58
Bonanza	Protección	85.00	
Bonanza	Infraestructura	3.15	
Bonanza	Mixto (Teca-Cacao)	148.23	116.74
Bonanza	Otras especies	32.71	32.33
Bonanza	Teca Pura	0.56	0.56
	Total	269.65	149.63
	Gran Total	5,139.55	2,857.21

Leyenda

Área Afectada por el Huracán

Área Bruta

Uso

- Infraestructura
- Plantación
- Protección

Leyenda

Caminos MLR

Descripción

- C. Pavimentada
- Carretera
- Sendero
- Trochas

Ríos

- Principales, Navegables, Permanentes
- Secundarios, Tributarios, Permanentes
- Cajón, Quebradas y Arroyos Temporales
- Drenajes

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 16N
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 0.0000
 Central Meridian: -87.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

Dibujo: Responsable Cartografía



Ilustración 2; Mapa de áreas forestales de MLR

III. Monitoreos.

3.1. Inventario Forestal.

El inventario forestal es una de las acciones más importantes del año, se lleva a cabo un inventario forestal que permite evaluar el crecimiento de las plantaciones y contribuye en la toma de decisiones para un mejor manejo y aprovechamiento de estas, dicho inventario da inicio en el mes de octubre y se extiende hasta diciembre.

En el inventario realizado en el año 2021, se pudo recopilar la siguiente información respecto al incremento medio anual de las distintas plantaciones existentes, de acuerdo con su edad de establecimiento.

Incremento Medio Anual del DAP		
Edad	Año Plantado	Promedio de IMA DAP
11	2010	2.3
10	2011	2.3
9	2012	2.6
8	2013	2.8
7	2014	3.1
6	2015	3.6
5	2016	4.3
4	2017	4.6
3	2018	4.0
2	2019	3.6

Tabla 1: Incremento Medio Anual del DAP

Por su condición vegetativa y material genético, se observa que las plantaciones más jóvenes presentan un mayor incremento medio anual que las plantaciones de mayor edad; ya que a partir del año 2015 se procedió a establecer la plantación con clones, mientras que, en años anteriores; se establecieron con semilla, esto indica que el manejo de las plantaciones clonales aporta un crecimiento más rápido en DAP.

A continuación, podemos observar el crecimiento diamétrico de la plantación, basado en la clasificación por tipo de material genético:

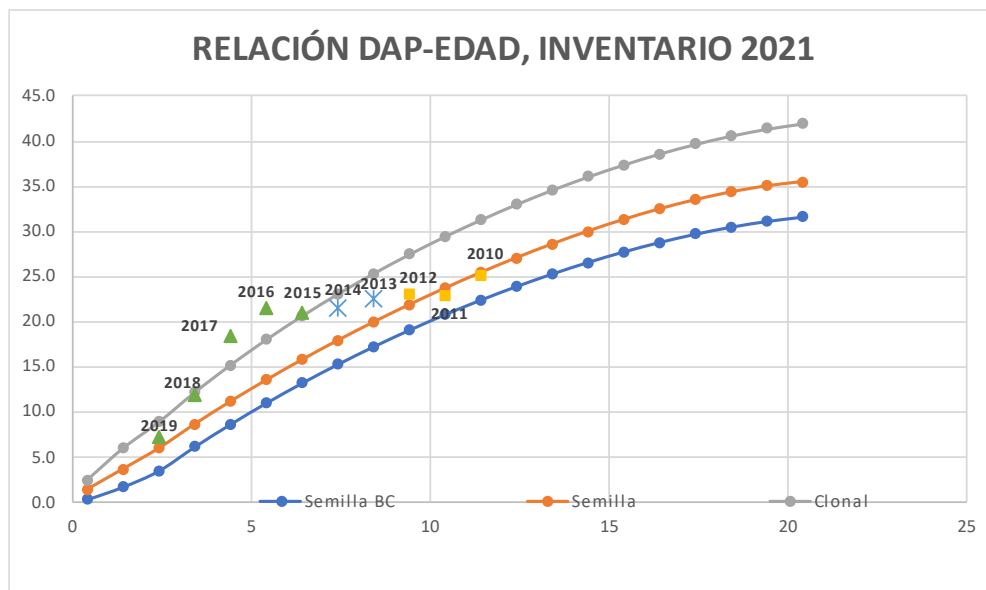


Ilustración 3: Relación DAP-Edad, Inventario 2021

Se presenta el crecimiento de la plantación según su año de establecimiento comparando el crecimiento en DAP hasta el año 2021, con las curvas de crecimiento proyectadas a 20 años, de acuerdo con el tipo de material genético. En la gráfica se presenta la curva clonal (línea gris), curva de semilla mejorada genéticamente (línea naranja) y la curva de semilla (línea azul).

De lo cual se puede inferir que las plantaciones del 2016 al 2018, se encuentran cerca y por encima de la curva clonal, mientras que las plantaciones del 2012, 2013, 2014, y 2019 están ubicadas en la curva de semilla mejorada, mientras que la plantación 2010 y 2011 están ligeramente por debajo de ésta. Lo que indica, a nivel general, que la plantación ha tenido un buen crecimiento, esto lo podemos ver también en el cuadro siguiente que presenta los datos del diámetro reflejado en la gráfica:

Diámetro promedio por tipo de material				
Edad (años)	Año Plantado	DAP clon	DAP Semilla	DAP Semilla BC
2	2019	7.3		
3	2018	11.9		
4	2017	18.4		
5	2016	21.6		
6	2015	21.0		
7	2014		21.5	
8	2013		22.6	
9	2012			23.0
10	2011			22.9
11	2010			25.1

Tabla 2; Diámetro promedio por tipo de material

3.2. Monitoreo Previsión de cosecha cacao 2021.

La actividad de previsión de cosecha se realiza para poder proyectar la cantidad de kilogramos esperados a cosechar según el comportamiento de crecimiento que presentan las mazorcas en campo. La información se recopila mediante muestreos realizados en parcelas distribuidas dentro de las áreas plantadas de cacao.

A continuación, se presentan las diferentes proyecciones realizadas para cada mes, en donde se puede observar los kilogramos esperados a cosechar, plasmando un rango mayor y menor de la posible variación que podría esperarse de la proyección aplicando un margen de error del $\pm 15\%$.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Total, kg	14265	3799	8616	10802	10938	8538
Total, toneladas	14	4	9	11	11	9
Rango mayor Tn	16	4	10	12	13	10
Rango menor Tn	12	3	7	9	9	7

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Total, kg	3955	3230	3294	3512	6038	15749
Total, toneladas	4	3	3	4	6	16
Rango mayor Tn	5	4	4	4	7	17
Rango menor Tn	3	3	3	3	5	13

3.3. Monitoreo de poda

El monitoreo de poda se realiza para determinar la calidad de la poda verificando que los criterios para realizar la actividad se estén ejecutando adecuadamente, dichos criterios se observan en la siguiente tabla:

Calidad de Poda	
1	Muy buena. Corte limpio y ajustado al fuste. Ángulo correcto. Sin desgaje.
2	Buena. Corte levemente desplazado del fuste o ángulo corte o desgaje mínimo.
3	Regular. Corte irregular (pedúnculo, ángulo corte y/o con desgaje leve)
4	Mala. Corte mal realizado (pedúnculo y/o desgaje fuerte)

Tabla 3: Calidad de Poda

Durante el 2021 se monitorearon 586 hectáreas podadas en cacao y 979 hectáreas de teca, el muestreo se realiza en parcelas de 500 metros cuadrados y siguiendo surcos de la plantación.

Porcentajes de Calidad de Poda en Cacao					
Rodal	1. Excelente	2. Buena	3. Regular	4. Mala	Total
6151	3%	65%	25%	8%	100%
6161	2%	83%	13%	2%	100%
6191	0%	86%	7%	7%	100%

Rodales muestreados según calidad de poda Cacao 2021



3.4. Censo de árboles en rodales de teca.

A causa del impacto, en las plantaciones de teca, ocasionado por el huracán en el 2020, se decidió realizar un censo de los árboles para identificar la cantidad de árboles realmente dañados y determinar la cantidad de árboles sanos que quedaron.

A l vez el conteo general de la teca servirá de base para reducir el margen de error en las proyecciones volumétrica futuras, al obtener un dato más exacto del número de árboles vivos por rodal, árboles con mal formaciones y quebrados.

Se logró contabilizar en 541,807 árboles distribuidos en 2,200.23 hectáreas en 7 fincas, sin incluir las áreas dañadas por el huracán, las cuales aún no estaban accesibles por el impacto causado.

Finca	Especie	Área ha	Total, de árboles contados
Bethel	Teca	112.12	49138
Danlí	Teca	109.78	10478
Las Delicias	Teca	49.28	17023
Mutiwas	Teca	482.49	142276
Santa Fé	Teca	148.63	52057
Tadazna	Teca	92.34	27716
Waspado	Teca	553.18	174255
Total		2200.23	541807



Izquierda: árbol quebrado a +6m. Derecha: Árbol quebrado a -6m.



Izquierda: Árbol enfermo. Derecha: Árbol inclinado.

3.5. Monitoreo calidad de plantas de vivero.

Con la finalidad de estandarizar la calidad de las plantas de cacao y teca producidas en vivero y poder seleccionar las más adecuadas para llevar a campo, se realiza un monitoreo de la calidad de las plantas.

El monitoreo evalúa la condición de desarrollo de las plantas, tanto en desarrollo de diámetro, altura, raíces, condición de fisiológica y afectación de plagas y enfermedades.

En el siguiente cuadro se puede observar el desarrollo de diámetro y altura, identificando que, al momento de la evaluación, las plantas no estaban adecuadas para salir a campo ya que su condición de desarrollo era baja:

Evaluación del desarrollo					
Parámetro	Criterios	Especie	% Conforme	% No Conforme	Total
Cantidad de hojas funcionales	4 - 5 pares	Cacao	12.46%	87.54%	100.00%
		Teca	29.27%	70.73%	100.00%
Diámetro	3-6 mm	Cacao	29.83%	70.17%	100.00%
		Teca	69.51%	30.49%	100.00%
Altura	30-40 cm	Cacao	48.74%	51.26%	100.00%
		Teca	0.61%	99.39%	100.00%

Evaluación de sistema radicular				
Parámetro	Especie	Fuerte	Débil	Total
Raíces principales	Cacao	75.91%	24.09%	100.00%
	Teca	71.34%	28.66%	100.00%

El sistema radicular en teca y cacao, presento un porcentaje de raíces fuertes mayor a 70%.



Izquierda: Teca, raíz primaria fuerte y poca presencia de raíces secundarias. Derecha: Cacao, Raíz primaria fuerte y secundaria fuerte.

También se evaluaron la presencia de malformaciones encontrando que la mayor afectación de la generaba la torcedura basal, con una mayor incidencia en las plantas de teca, lo cual se aprecia en el siguiente cuadro:

Evaluación fisiológica					
Parámetro	Especie	Ninguna	Bifurcación	Torcedura basal	TOTAL
Malformaciones	Cacao	94.54%	1.54%	3.92%	100.00%
	Teca	58.54%	4.27%	37.20%	100.00%



Izquierda: Teca con torcedura basal. Derecha: Cacao con torcedura basal

En cuanto al porcentaje de afectación por plagas y mortalidad general, el muestreo indicó que es mínimo, el porcentaje más alto es el de teca con 1.83%, el porcentaje de mortalidad en los bancales se observó bajo del 1% y porcentaje de plantas enfermas se encontró por debajo del 1%, esto se puede observar en los siguientes cuadros:

% Plantas afectadas por plagas			
Especie	Con afectación	Sin Afectación	Total
Cacao	0.00%	100.00%	100.00%
Teca	1.83%	98.17%	100.00%
Total general	0.34%	99.66%	100.00%

% de mortalidad en bancales			
Especie	% Plantas muertas	% Plantas vivas	Total
Cacao	0.05%	99.95%	100.00%
Teca	0.59%	99.41%	100.00%
Total, general	0.14%	99.86%	100.00%

% de plantas enfermas en bancales			
Especie	% Plantas muertas	% Plantas vivas	Total
Cacao	0.005%	99.995%	100.00%
Teca	0.061%	99.939%	100.00%
Total, general	0.015%	99.985%	100.00%



Izquierda: Planta de Teca con plaga. Centro: Plantas de teca muertas en bancales. Derecha: Planta de Cacao enferma.

3.6. Monitoreo de erosión de suelo

Anualmente se realiza un muestreo para determinar la erosión del suelo, esto se realiza mediante muestras en parcelas de 10 metros cuadrados, colocando varillas para medir la pérdida laminar, en donde se realiza la siguiente clasificación:

Clasificación		
Grado Pérdida de suelo Riesgo de erosión		
T/ha año		
1	<0.5	Normal
2	0.5-5.0	Ligera
3	5-15	Moderada
4	15-50	Severa
5	50-200	Muy Severa
6	>200	Catastrófica

Durante el 2021 se encontraron los siguientes resultados:

Finca evaluada	Perdida laminar (cm)	Suelo removido T/ha/año	Riesgo de erosión
Alo	0.37	4.68	Ligera
Bethel	0.36	4.55	Ligera
Danlí	-0.22	2.78	Ligera
Mutiwas	0.55	6.81	Moderada
Santa Fe	0.31	3.84	Ligera
Tadazna	-0.17	2.08	Ligera
Waspado	-0.01	0.12	Normal
Waylawas	0.94	11.75	Moderada
Las Delicias	2.00	25.00	Severa
Total, general	0.29	3.62	Ligera

Monitoreo de erosión del suelo

Los valores negativos presentados en la tabla indican erosión y los valores positivos indican sedimentación.



Varilla Enterrada



Medición de varillas

Medición de perdida laminar en parcela de muestreo con varillas

3.7. Monitoreo de insumos.

El Monitoreo de Insumos químicos se realiza para comparar la cantidad de productos utilizados durante el mes, se comparan los insumos químicos utilizados que reporta el área operativa y la cantidad de producto que reportan las salidas de bodega.

Al final se determina si concuerda la cantidad de insumos que reportan ambas áreas, cada área debe revisar sus diferencias, de modo que se tenga un mejor control de la utilización y gasto de los productos.

En la siguiente tabla se observa el gasto realizado en año el 2021:

Producto Utilizado	Unidad de Medida	Reporte de campo	Salido de Bodega
Triclopyr	L	1361.495	1286.305
Fluazilex 12.5 EC	L	2.4	2.4
Glifosato	L	13695.96	13979.505
Haloxypop	L	110.74	110.74
Regulador de PH	L	1756.888	792.156
Metsulfuron	Gramo	49116.9	46829
Vetagro	L	1243.712	1284.0049
Equinox	L	71.24	58.58

Tabla 4: Monitoreo de gasto de químicos usados en el año 2020

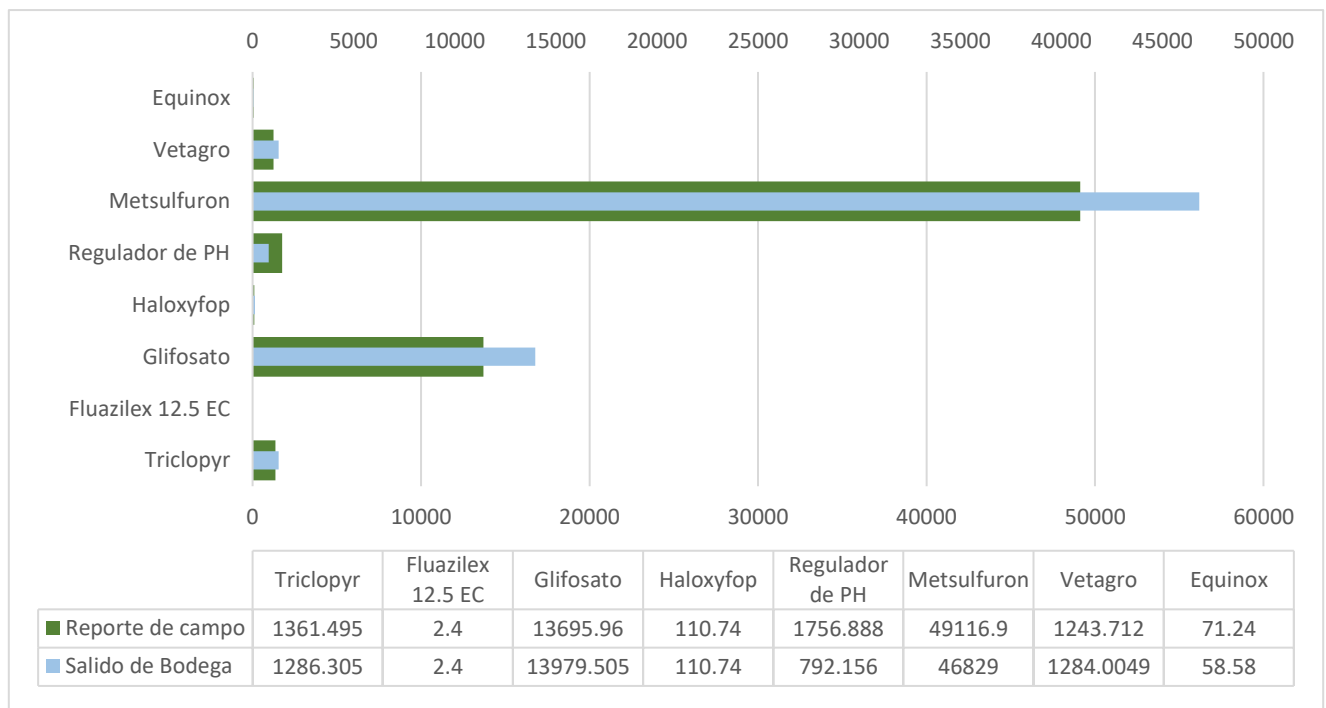


Ilustración 4: Gráfico comparativo del monitoreo de insumos 2020

3.8. Evaluación de calidad establecimiento de plantación.

Durante el 2021 se realizaron muestreos de la calidad del establecimiento de la plantación en teca, para esto se evalúan parámetros de plantación como son firmeza de la planta, despeje de desechos y profundidad del mullimiento del suelo, esto nos permite determinar la calidad de la plantación, su densidad y mortalidad.

Durante el 2021 se evaluaron 128.96 hectáreas

Finca/Rodal	% Mortalidad	% Supervivencia	Densidad	Firmeza	Mullimiento	Despeje de desechos
Santa Fe	8.9%	91.1%	490.0	Excelente	Excelente	Buena
7001	8.9%	91.1%	490.0	Excelente	Excelente	Buena
Tadazna	0.8%	99.2%	492.0	Excelente	Excelente	Excelente
9001	0.8%	99.2%	492.0	Excelente	Excelente	Excelente
Waspado	1.3%	98.7%	386.3	Excelente	Excelente	Excelente
4001	0.6%	99.4%	497.6	Excelente	Excelente	Excelente
4411	5.0%	95.0%	312.0	Buena	Excelente	Excelente
4421	0.6%	99.4%	312.0	Excelente	Excelente	Excelente
4422	0.0%	100.0%	312.0	Excelente	Excelente	Excelente
Mutiwas	23.0%	77.0%	479.0	Excelente	Excelente	Buena
5001	23.0%	77.0%	479.0	Excelente	Excelente	Buena
Total general	7.1%	92.9%	456.0			



Midiendo distancia de plantación para determinar densidad

3.9. Monitoreo de cosecha.

El monitoreo de cosecha se ha centrado en las áreas extraídas en sitios con daños por el huracán, a finales de 2020 e inicios del 2021, se logró determinar el área total dañada por causa del huracán, en donde se determinó que se habían afectado 519.88 hectáreas de teca.

Durante el año 2021 se logró cosechar 198.06 hectáreas, correspondiente a 38%, en el siguiente cuadro se observa el área cosechada por finca.

Finca	Áreas dañadas por huracán	Áreas cosechadas
Aló	25.02	17.03
Bethel	0.75	0
Buenos Aires	26.69	0
Danlí	1.99	0
La Bu	0	0
Las Delicias	0.73	0
Matiz	0	0
Mutiwas	172.52	21.41
San Miguel	52	1.08
Santa Fe	46.44	33.86
Tadazna	67.72	18.14
Waspado	95.37	82.13
Waylawas	30.65	24.41
Total general	519.88	198.06



3.10. Costos, productividad y eficiencia en el manejo forestal:

Durante el 2021, las operaciones se desarrollaron conforme lo planificado y presupuestado, las diferencias conforme al modelo de negocios estuvieron asociadas a nuevas inversiones para establecer y fortalecer el proceso de levantamiento de la madera caída por los Huracanes, extracción e industria forestal.

No obstante, el resto de las áreas ejecutaron sus presupuestos conforme lo proyectado para el año 2021.

3.10.1. Áreas bajo manejo:

Al corte de diciembre sin contabilizar el área afectada por el huracán.

Zona	Uso general	Área Bruta (Ha)	Área Neta (Ha)
Siuna	Protección	1,366.40	
Siuna	Infraestructura	77.89	
Siuna	A Renovar	439.10	
Siuna	Mixto (Teca-Cacao)	1,352.04	1,271.22
Siuna	Otras especies	22.70	12.10
Siuna	Cacao (Jardín Clonal)	2.31	2.22
Siuna	Teca Pura	1,609.46	1,422.04
Total		4,869.90	2,707.58
Bonanza	Protección	85.00	
Bonanza	Infraestructura	3.15	
Bonanza	Mixto (Teca-Cacao)	148.23	116.74
Bonanza	Otras especies	32.71	32.33
Bonanza	Teca Pura	0.56	0.56
Total		269.65	149.63
Gran Total		5,139.55	2,857.21

3.10.2. Actividades silviculturales Teca:

Teak Silvicultural Activities							
Chore	Activity	Unit	Annual	Budgeted	Executed	%	% Global
Weed Control	Activity # 1	ha	8,446.33	8,446.33	6,401.88	76	76
Pruning and Thinnings	Activity #2	Und	1,296,809	1,296,809	779,737	60	60
	Activity # 3	Men/Day	1,004	1,004	294	29	29
	Activity # 4	ha	1,224	1,224	1,005	82	82
Blight + Ants	Blight Control	M/Day	1339	1,339	521	39	39
Infraestructure	Activity # 5	M/Day	1,418.27	1,418	1,761	124	124

3.11. Monitoreo de Flora y Fauna:

En el marco de la responsabilidad ambiental y sostenibilidad de **MLR Forestal de Nicaragua S.A**, se ha propuesto la búsqueda de estrategias y acciones encaminadas a identificar que tengan algún atributo para la conservación y que permitan identificar cambios en la flora y fauna dentro de sus fincas operativas en cumplimiento con el principio 9 de la Certificación Forestal FSC (Forestry Stewardship Council), la que incluye el “Mantenimiento de Bosques con Alto Valor de Conservación (BAVC)” entre otros.

Como parte de las actividades y acciones que permitieran la protección, conservación y sostenibilidad de la biodiversidad, así como la protección del medio ambiente, durante el año 2021 se realizó seguimiento al plan de gestión de la biodiversidad y todos sus componentes en el que se establecen monitoreos biológicos periódicos y constantes con metodologías estandarizadas que permita evaluar el desarrollo de la flora y fauna silvestre año a año, así como los factores de riesgo desfavorables para la fauna, las fuentes de agua y el medio ambiente en general.

En base a lo antes mencionado, se realizaron monitoreos biológicos para los principales grupos taxonómicos (aves, mamíferos, anfibios, reptiles, macro invertebrados acuáticos, peces), se realizaron evaluaciones de riesgo de contaminación ambiental por la aplicación de agroquímicos en plantaciones forestales, reforestaciones y mantenimiento de las mismas, educación ambiental con personal de campo y administrativo de MLR, reuniones con líderes comunitarios, educación ambiental basados en Aula Verde con estudiantes de escuelas vecinas, se realizó acompañamiento durante Evaluación Ecológica Rápida realizada por el MARENA para declarar área de protección de la finca Matiz como Reserva Silvestre Privada y otras actividades propias y complementarias al plan de gestión de la biodiversidad.

3.11.1. Composición y cambios observados en la flora y fauna:

Un buen sistema de monitoreos biológicos de forma sistemática y constante, acompañado de una serie de estudios independientes, nos ha permitido conocer la biodiversidad conservada en cada una de nuestras fincas. A su vez nos ha brindado las herramientas para desarrollar criterios técnico científicos para establecer parámetros que nos permita evaluar de manera confiable el desarrollo o deterioro de la biodiversidad a través de indicadores ambientales basados en la flora y fauna silvestre.

3.11.1.1. Monitoreo de Mamíferos:

Los datos consolidados en la siguiente tabla están en base a 32 muestreos con metodología estandarizada para la identificación de especies de mamíferos terrestres, arborícolas y en algunas casas incidentales se identificaron especies voladoras.

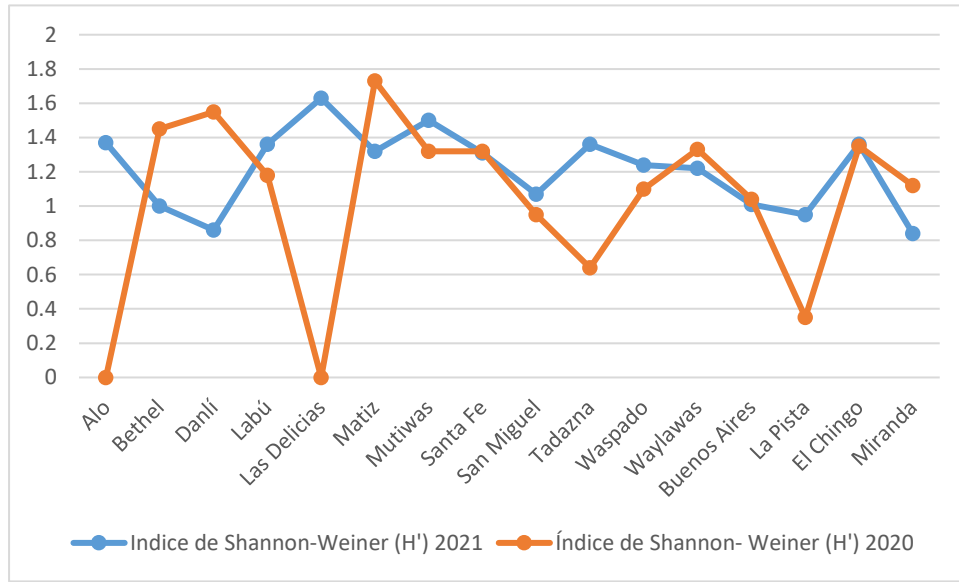
Como resultado se logró la identificación de 17 especies y un conteo total de 289 conteos, y la finca Las Delicias es considerada con mayor biodiversidad y menor la finca Danlí.

Tabla #4. Índices de biodiversidad para el año 2021

INDICES	Alo	Bethel	Danlí	Labú	Las Delicias	Matiz	Mutiwas	Santa Fe	San Miguel	Tadzna	Waspado	Waylawas	Buenos Aires	La Pista	El Chingo	Miranda
Riqueza sp (S')	5	4	3	5	7	7	6	6	6	5	4	7	3	3	6	3
Abundancia (N')	11	20	11	15	13	22	17	53	25	10	11	21	6	5	30	19
Abundancia ALTA (N2)	3.27	2.13	2.05	3.26	3.76	2.55	3.48	3.04	2.02	3.13	3.1	2.05	2.57	2.27	3.04	2.11
Abundancia MEDIA (N1)	3.92	2.72	2.36	3.9	5.11	3.76	4.47	3.7	2.92	3.89	3.46	3.38	2.75	2.59	3.9	2.31
índice de Shannon-Wiener (H')	1.37	1	0.86	1.36	1.63	1.32	1.5	1.31	1.07	1.36	1.24	1.22	1.01	0.95	1.36	0.84
Equidad de Hill (E')	0.83	0.78	0.87	0.84	0.74	0.68	0.78	0.82	0.69	0.8	0.9	0.64	0.94	0.88	0.78	0.91

Comparativamente entre el año 2020 y 2021 a como se muestra en el siguiente grafico, se muestra un claro aumento en la mayoría de las fincas, en otras se muestra una reducción mínima, sin embargo, este efecto puede estar directamente relacionado por la pérdida de hábitat y alimento ocasionado los fuertes huracanes que deterioraron las áreas de protección a finales del año 2020.

Grafico #2. comparativo del comportamiento de los mamíferos entre el año 2020 y 2021

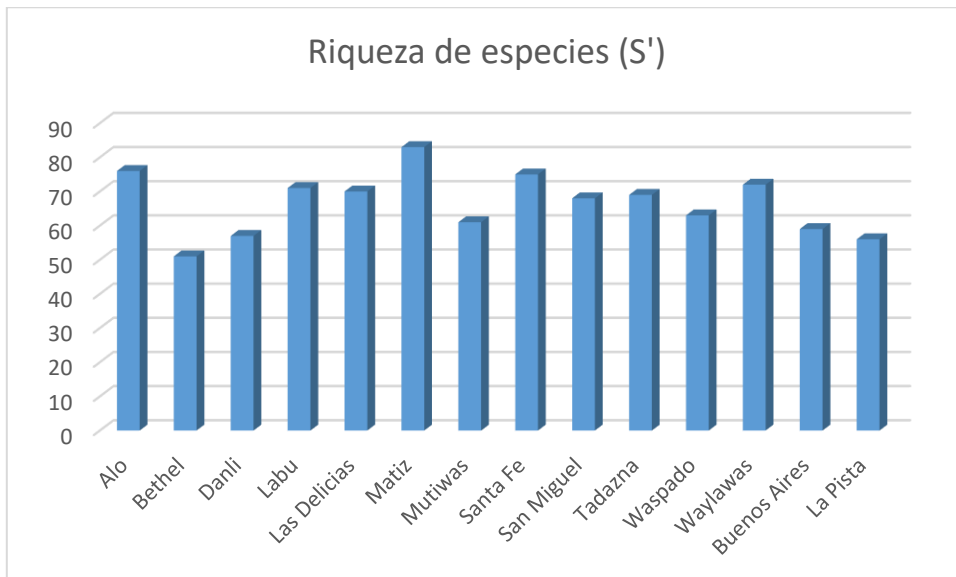


3.11.1.2. Grupo parámetro Aves;

En base a 64 monitoreos realizados en las 16 fincas de MLR en época seca y lluviosa del 2021 con metodología estandarizada. Como resultado se logró la identificación de 187 especies de aves entre residentes y migratorias, se logró una frecuencia total de 3860 conteos.

Las fincas con mayor cantidad de especies reportadas son Matiz y El Chingo con 83 y 77 especies respectivamente. La finca con menor cantidad de especies reportadas es la finca Bethel con 51 especies.

Grafico #3. Riqueza de especies para el año 2021



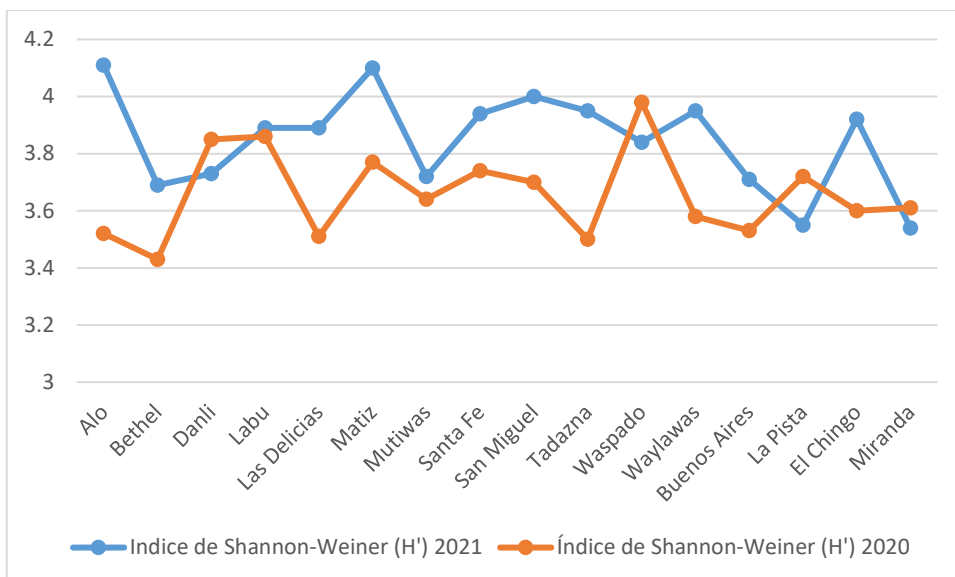
En la tabla siguiente se muestra un consolidado de biodiversidad con diferentes índices. Según el índice de Shannon y Weiner que es el que se estará tomando como referencia; las fincas más biodiversas son la finca Alo y Matiz con 4.11 y 4.10 respectivamente, y las menos biodiversas son las fincas La Pista y Miranda con 3.55 y 3.54 respectivamente.

Tabla #5. Índices de biodiversidad para el año 2021

Indice	Alo	Bethel	Danli	Labu	Las Delicias	Matiz	Mutiwas	Santa Fe	San Miguel	Tadazna	Waspado	Waylawas	Buenos Aires	La Pista	El Chingo	Miranda
Riqueza (S')	76	51	57	71	70	83	61	75	68	69	63	72	59	56	77	58
Abundancia (N')	242	189	200	276	263	303	228	255	203	235	248	238	184	251	317	228
Abundancia alta (N2)	49.9	31.3	32.2	37.5	36	46.4	30	34.1	45.5	41.4	37.1	37.6	29.9	25.8	33.6	23.8
Abundancia media (N1)	60.7	39.9	41.8	49	48.7	60.4	41.4	51.2	54.6	52.2	46.3	51.8	41	34.9	50.2	34.6
Shannon-Weiner (H')	4.11	3.69	3.73	3.89	3.89	4.1	3.72	3.94	4	3.95	3.84	3.95	3.71	3.55	3.92	3.54
Equidad de Hill (E')	0.82	0.78	0.77	0.77	0.74	0.77	0.72	0.667	0.83	0.79	0.8	0.725	0.729	0.74	0.669	0.686

En el siguiente grafico se compara los valores del índice de Shannon y Wiener de los años 2020 y 2021, en el que se muestra el comportamiento de la avifauna, a simple vista se muestra un incremento en los valores en la mayoría de las fincas, sin embargo, se muestra además una reducción en algunos casos, esto posiblemente se deba a la perdida de hábitat ya que estas fincas fueron las más afectadas por los huracanes de finales del 2020.

Grafico #4. Comparativo del comportamiento de la avifauna entre el año 2020 y 2021



3.11.1.1. Diversidad BETA

La diversidad BETA mide el intercambio de especies que existe de un lugar a otro, el índice de Wittaker muestra los valores en porcentajes de intercambio mientras que cody mide la cantidad de especies que se pierden o se ganan de un lugar a otro.

Es base a esto, se muestra que entre la finca Bethel y San Miguel existe el mayor intercambio de especies con el 55% de las especies, es equivalente a decir que el 55% de las especies son similares en estas 2 fincas.

El menor intercambio se muestra entre la finca Mutiwas y Santa Fe con apenas el 29% de las especies.

Para el índice de Cody muestra que entre la finca Mutiwas y Matiz se comparten 34 especies siendo el valor más alto y el menor valor de intercambio (Perdida o ganancia) existe entre Mutiwas y Buenos Aires.

Tabla #6. Índices de Cody y Whittaker para el año 2021

Fincas	Alo	Buenos Aires	Bethel	Danlí	Las Delicias	Labú	Matiz	Mutiwas	San Miguel	Santa Fe	Tadzana	Waspado	Waylawas	Índice de
Alo	0	0.35	0.5	0.37	0.36	0.31	0.4	0.387	0.32	0.3	0.34	0.367	0.351	
Buenos Aires	23.5	0	0.49	0.36	0.43	0.35	0.38	0.3	0.4	0.31	0.42	0.443	0.405	
Bethel	31.5	27	0	0.44	0.49	0.48	0.48	0.5	0.55	0.49	0.45	0.456	0.431	

DanlÍ	24.5	21	24	0	0.34	0.33	0.4	0.322	0.34	0.32	0.37	0.333	0.411
Las Delicias	26	27.5	29.5	21.5	0	0.39	0.41	0.42	0.33	0.39	0.4	0.383	0.437
Labú	22.5	23	29	21	27.5	0	0.39	0.303	0.32	0.32	0.36	0.343	0.329
Matiz	31.5	27	32	28	31.5	30	0	0.472	0.43	0.38	0.42	0.397	0.419
Mutiwas	26.5	18	28	19	27.5	20	34	0	0.41	0.29	0.43	0.403	0.383
San Miguel	23	25.5	32.5	21.5	23	22.5	32.5	26.5	0	0.33	0.4	0.42	0.357
Santa Fe	22.5	21	31	21	28.5	23	30	20	23.5	0	0.42	0.362	0.333
Tadzana	24.5	27	27	23	27.5	25	32	28	27.5	30	0	0.409	0.39
Waspado	25.5	27	26	20	25.5	23	29	25	27.5	25	27	0	0.378
Waylawas	26	26.5	26.5	26.5	31	23.5	32.5	25.5	25	24.5	27.5	25.5	0
Índice de Cody													

3.11.1.2. Diversidad GAMA

Expresión GAMA

$$r = \alpha \times \beta \times N$$

$$\alpha = 76+51+57+71+70+83+61+75+68+69 \quad 63+72+59+56+77+58/16$$

$$\beta = 1/(76+51+57+71+70+83+61+75+68+69+63+72+59+56+77+58/187)$$

N=16 Fincas monitoreadas y comparadas

187=Número total de especies identificadas en el conglomerado de fincas

ALFA (α) nos indica que hay un promedio de 66.62 especies identificadas y conservadas por finca

BETA (β) nos indica que al menos el 17.54% de las especies identificadas están presente en todas las fincas

GAMA (r) nos muestra que hay 187 especies de aves identificadas y conservadas en el conglomerado de fincas de MLR

Comparativo de resultados

$$\text{GAMA 2021} = (r) 187=66.625 \times 0.1754 \times 16$$

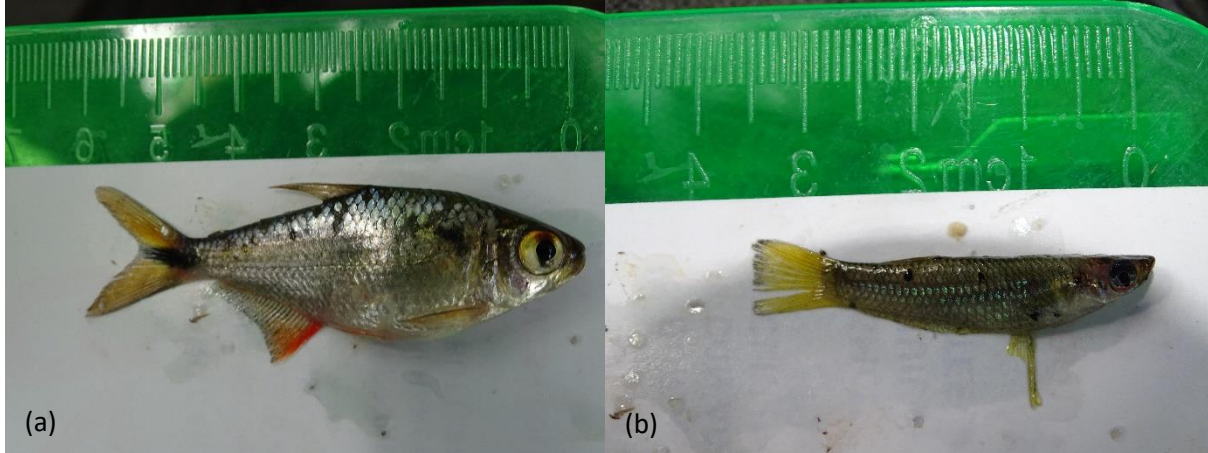
$$\text{GAMA 2020} = (r) 214=53.1875 \times 0.2514 \times 16$$

1.6.5 Monitoreo de Ictiofauna

Se hicieron puntos de muestreo en dos ríos, Santa Fe de la finca Santa Fe y Mutiwas de la Finca Mutiwas con el fin de identificar la ictiofauna de la zona.

Tabla #7. Monitoreo de Ictiofauna

Finca	Rio	Categoría	<i>Astyanax aeneus</i>	<i>Cynodonichthys isthmensis</i>	Frecuencia Total
Santa Fe	Santa Fe	Secundario	4	5	9
Mutiwas	Mutiwas	Secundario	25	0	25



La ssp (a) corresponde a *Astyanax aeneus* y la ssp (b) corresponde a *Cynodonichthys isthmensis*.

1.6.6 Monitoreo BMWP

Se realizó monitoreo de calidad de agua en tres fincas de MLR, correspondiente a ríos primarios y secundarios. Siendo el río Mutiwás y Santa Fe como secundarios y el río Uli como primario. Como parte de los resultados se encontró que en las tres fuentes de aguas evaluadas y comparativamente con datos obtenidos en el año 2020 en los mismos sitios se mantiene la calidad del agua, sin embargo, es evidente que contaminación mineral por erosión producida por los caminos forestales y la habilitación de terreno pre plantación causa gradualmente la pérdida de hábitat adecuada para los macro invertebrados acuáticos.

Otro factor que podría significar en deterioro de la calidad del agua es la acumulación abundante de materia orgánica en descomposición, aunque esta no este directamente ligada a las actividades operativas de la empresa, es importante mencionarlo ya que esto podría significar riesgo para la biodiversidad

Tabla #8. Tabla comparativa de calidad de agua entre los años 2020 y 2021

Año	Finca	Río/ Quebrada	Familias	Frecuencia	BMWP/ Total	Calidad del agua	Clase	Significado
2020	Matiz	Río Uli	19	97	106	Buena	II	Aguas Muy Limpas o Limpas
2021	Matiz	Río Uli	20	76	108	Buena	II	Aguas Muy Limpas o Limpas
2020	Mutiwas	Río Mutiwás	16	75	85	Aceptable	III	Aguas ligeramente contaminadas
2021	Mutiwas	Río Mutiwás	18	97	90	Aceptable	III	Aguas ligeramente contaminadas

2020	Santa Fe	Rio Santa Fe	22	145	115	Buena	II	Aguas Muy Limpias o Limpias
2021	Santa Fe	Rio Santa Fe	18	173	104	Buena	II	Aguas Muy Limpias o Limpias



Imagen (a) colecta de muestra a partir de hojarascas sumergidas, (b) ejemplar de la familia Corydalidae, (c) Familia Megapodagrionidae, (d) familia Baetidae, (e) coleóptero y (f) pertenece a la familia Hydropsichydae.