

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FITOSOCIOLÓGICA DE MALEZAS
PRESENTES EN UN POTRERO ARBOLADO DE LA ECORREGIÓN
PASTIZALES DE LA MESOPOTAMIA, MISIONES, PARAGUAY**

ESTEBAN ISRAEL MOREIRA RIVAS

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias
Carrera de Ingeniería Agronómica
Área de Protección Vegetal

San Lorenzo – Paraguay

2023

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FITOSOCIOLÓGICA DE MALEZAS
PRESENTES EN UN POTRERO ARBOLADO DE LA ECORREGIÓN
PASTIZALES DE LA MESOPOTAMIA, MISIONES, PARAGUAY**

ESTEBAN ISRAEL MOREIRA RIVAS

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias
Carrera de Ingeniería Agronómica
Área de Protección Vegetal

San Lorenzo – Paraguay

2023

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias
Carrera de Ingeniería Agronómica
Área de Protección Vegetal

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FITOSOCIOLÓGICA DE MALEZAS
PRESENTES EN UN POTRERO ARBOLADO DE LA ECORREGIÓN
PASTIZALES DE LA MESOPOTAMIA, MISIONES, PARAGUAY**

Tesis aprobada por la Mesa Examinadora como requisito para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

Autor: Esteban Israel Moreira Rivas

.....
Comité Asesor de Tesis

Orientadora: Prof. Dra. Ing. For. Maura Isabel Díaz L.

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. Humberto J. Sarubbi O.

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. Pedro Anibal Vera O.

Co-orientadora: Prof. M.Sc. Lic. Fanni P. Ruiz Samudio.

Miembros de la Mesa examinadora

Prof. Dra. Ing. For. Maura Isabel Díaz L.

Prof. M.Sc. Ing. Agr. Humberto J. Sarubbi O.

Prof. M.Sc. Ing. Agr. Pedro Anibal Vera O.

Prof. M.Sc. Lic. Fanni P. Ruiz Samudio

San Lorenzo,dedel 2023

DEDICATORIA

Para Neneca y Luli...

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, y abuela, por haberme respaldado en todo este proceso académico.

Mis más sinceros agradecimientos a la Prof. Dra. Maura Díaz, quien me ayudó en mi formación académica desde el ciclo general de la carrera hasta en los momentos en donde más necesité, ¡gracias!

Mi mayor estimación a los profesores: Humberto Sarubbi, Pedro Vera, y Fanni Ruíz quienes me han dado bastantes sugerencias y correcciones en el manuscrito redactado.

También a las profesoras María Ramírez y Gloria Resquín, quienes me brindaron sus mayores conocimientos en sus áreas de actuación profesional.

A mis amigos que fueron mi sostén, Emilse, Matías, Milagros, Ana, Alba y Juan.

A los compañeros de la filial de Misiones, con quienes trabajamos constantemente en el trabajo de campo, Micaela, Natalia y Erik.

Al Centro de Estudios Paraguayos Antonio Guash (CEPAG) por haber brindado un espacio para la realización de la investigación.

Y finalmente, a todos quienes en algún momento en el transitar de la carrera me alentaron y brindaron un apoyo para culminar este arduo trabajo.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FITOSOCIOLÓGICA DE MALEZAS PRESENTES EN UN POTRERO ARBOLADO DE LA ECORREGIÓN PASTIZALES DE LA MESOPOTAMIA, MISIONES, PARAGUAY

Autor: ESTEBAN ISRAEL MOREIRA RIVAS

Orientadora: Prof. Dra. Ing. For. MAURA ISABEL DÍAZ LEZCANO

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. HUMBERTO JORGE SARUBBI ORUÉ

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. PEDRO ANIBAL VERA OJEDA

Co-orientadora: Prof. M.Sc. Lic. FANNI PETRONA RUIZ SAMUDIO

RESUMEN

Para inferir el impacto de los sistemas de manejo sobre la dinámica de crecimiento y ocupación de comunidades infestantes de malezas en agroecosistemas, es importante la aplicabilidad de índices fitosociológicos. El objetivo general del trabajo fue evaluar la composición florística y fitosociológica de las especies de malezas y especies forestales existentes en un potrero de la ecorregión pastizales de la Mesopotamia, además determinar la biomasa forestal y herbácea del pastizal, caracterizar el componente animal del potrero y finalmente evaluar la cantidad de carbono total capturado en todo el potrero. El experimento se desarrolló en San Ignacio, Misiones, donde se levantaron diferentes datos comparando dos zonas según topografía, alta y baja. La metodología para levantar malezas fue mediante los cuadrados aislados, para el pastizal mediante un bastidor, para el suelo mediante los cilindros y el componente forestal mediante la determinación de las variables dasométricas. Las malezas identificadas con mayor peso ecológico fueron: *Chromolaena ivifolia*, *Bulbostylis* sp., *Solanum viarum* y *Sida rhombifolia*. Las especies de mayor importancia forestal fueron: *Acrocomia aculeata* y *Patagonula americana*. Mediante el análisis de correlación entre todos los componentes se dedujo que en crecimientos espontáneos de especies forestales en el potrero arbolado aumenta el potencial del pastizal afirmando la existencia de una correlación positiva. Finalmente, el total de Carbono acumulado en el potrero arbolado fue de 69,6 t/ha y 255,3 t/ha de anhídrido carbónico equivalente.

Palabras clave: Potrero arbolado, *Chromolaena ivifolia*, fitosociología, pastizales de la Mesopotamia.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DAS PLANTAS DANINHAS PRESENTES EM UM POTREIRO ARBORADO DA ECORREGIÃO DA PASTAGEM MESOPOTÂMIA, MISIONES, PARAGUAI

Autor: ESTEBAN ISRRAEL MOREIRA RIVAS

Orientadora: Prof. Dra. Ing. For. MAURA ISABEL DÍAZ LEZCANO

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. HUMBERTO JORGE SARUBBI ORUÉ

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. PEDRO ANIBAL VERA OJEDA

Co-orientadora: Prof. M.Sc. Lic. FANNI PETRONA RUIZ SAMUDIO

RESUMO

Para inferir o impacto dos sistemas de manejo sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes de malezas em agroecossistemas, é importante a aplicabilidade de índices fitosociológicos. O objetivo geral do trabalho foi avaliar a composição florística e fitossociológica de espécies infestantes e espécies florestais existentes em uma pastagem da ecorregião campestre da Mesopotâmia, além de determinar a biomassa florestal e herbácea da pastagem, caracterizando o componente animal da pastagem e finalmente avaliar a quantidade de carbono total sequestrado em tudo o potreiro. O experimento foi realizado em Misiones, onde foram coletados diferentes dados comparando duas áreas de acordo com a topografia, alta e baixa. A metodologia para o cultivo de plantas daninhas foi por meio de quadrados isolados, para o pasto por meio de um quadro, para o solo por meio de cilindros e o componente florestal por meio da determinação das variáveis dasométricas. As plantas daninhas identificadas com maior peso ecológico foram: *Chromolaena ivifolia*, *Bulbostylis* sp., *Solanum viarum* e *Sida rhombifolia*. As espécies florestais mais importantes foram: *Acrocomia aculeata* e *Patagonula americana*. Através da análise de correlação entre todos os componentes, deduziu-se que o crescimento espontâneo de espécies florestais na pastagem arborizada aumenta o potencial da pastagem, afirmando a existência de uma correlação positiva. Finalmente, o carbono total acumulado na pastagem arborizada foi de 69,6 t/ha e 255,3 t/ha de dióxido de carbono equivalente.

Palavras-chave: Pastagem arborizada, *Chromolaena ivifolia*, fitossociologia, campos mesopotâmicos.

FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGICAL COMPOSITION OF WEEDS PRESENT IN A WOODED Paddock OF THE MESOPOTAMIAN GRASSLANDS ECOREGION, MISIONES, PARAGUAY

Autor: ESTEBAN ISRRAEL MOREIRA RIVAS

Orientadora: Prof. Dra. Ing. For. MAURA ISABEL DÍAZ LEZCANO

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. HUMBERTO JORGE SARUBBI ORUÉ

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ing. Agr. PEDRO ANIBAL VERA OJEDA

Co-orientadora: Prof. M.Sc. Lic. FANNI PETRONA RUIZ SAMUDIO

SUMMARY

To infer the impact of management systems on the dynamics of growth and occupation of communities infesting weeds in agroecosystems, the applicability of phytosociological indices is important. The general objective of the work was to evaluate the floristic and phytosociological composition of weed species and forest species existing in a pasture of the Mesopotamian grasslands ecoregion, in addition to determining the forest and herbaceous biomass of the grassland, characterizing the animal component of the pasture and finally assess the amount of total carbon sequestered in the entire paddock. The experiment was carried out in San Ignacio, Misiones, where different data was collected comparing two areas according to topography, high and low. The methodology to raise weeds was through isolated squares, for the grassland through a frame, for the soil through the cylinders and the forest component through the determination of the dasometric variables. The weeds identified with the greatest ecological weight were: *Chromolaena ivifolia*, *Bulbostylis* sp., *Solanum viarum* and *Sida rhombifolia*. The most important forest species were: *Acrocomia aculeata* and *Patagonula americana*. Through the correlation analysis between all the components, it was deduced that the spontaneous growth of forest species in the wooded pasture increases the potential of the pasture, affirming the existence of a positive correlation. Finally, the total carbon accumulated in the wooded pasture was 69.6 t/ha and 255.3 t/ha of equivalent carbon dioxide.

Keywords: Wooded pasture, *Chromolaena ivifolia*, phytosociology, Mesopotamian grasslands.

ÍNDICE

	Página
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	vii
1. INTRODUCCIÓN	i
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Plantas indeseables en pastizal nativo.....	3
2.2. Medidas de manejo de malezas.....	4
2.4. Componentes de un potrero arbolado	5
2.4.1. Componente forestal o arbóreo.....	6
2.4.2. Componente pastizal.....	6
2.4.3. Componente suelo	6
2.4.4. Componente animal	7
2.5. Biomasa.....	7
2.6. Índice Fitosociológico de malezas	9
2.7. Estudios fitosociológicos	10
2.8. Antecedentes de investigaciones.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Localización y periodo de ejecución.....	12
3.2. Población de unidades y variables de medición.....	13
3.3. Recursos materiales.....	21
3.3.1. Material biológico.....	21
3.4. Equipos y herramientas.....	21
3.5. Descripción del proceso de recolección de datos primarios	22
3.6. Análisis de datos	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Composición florística del Potrero arbolado de la Ecorregión Mesopotámica de Misiones, Paraguay, 2023.	23
4.2. Componente malezas	26
4.2.1. índices fitosociológicos zona alta	27
4.2.2. Índices fitosociológicos zona baja.....	30
4.3. Componente Forestal	32
4.4. Fitosociología forestal.....	32
4.5. Carbono forestal acumulado en el potrero arbolado	34
4.6. Componente pastizal.....	36
4.7. Componente suelo.....	38
4.8. Componente animal	41
4.9. Análisis de correlación entre los componentes	42
5. CONCLUSIONES	47

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO.....	55

LISTA DE CUADROS

	Páginas
Tabla 1. Clasificación fitosociológica de las comunidades vegetales y de sus relaciones con el medio de acuerdo a Muller y Ellenberg (1979).....	15
Tabla 2. Determinación del contenido de materia orgánica y nutrientes del suelo. FCA-UNA, 2022.....	17
Tabla 3. Determinación del pH del suelo. FCA- UNA, 2022.....	17
Tabla 4. Niveles de Nitrógeno en suelo, Criollo (2013).....	17
Tabla 5. Composición florística del Potrero arbolado en Misiones, Paraguay, 2023.....	24
Tabla 6. Fitosociología de malezas presentes en la zona alta del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2022.....	27
Tabla 7. Fitosociología de malezas presentes en la zona baja del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2022.....	27
Tabla 8. Carbono total almacenado en especies forestales del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.....	35
Tabla 9. Comparación de materia seca, y carbono capturado en la zona alta y baja del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.....	37
Tabla 10. Valores de materia orgánica, carbono orgánico y dióxido de carbono equivalente en ambas zonas muestreadas con las respectivas parcelas delimitadas. Misiones, Paraguay, 2023.....	39
Tabla 11. Niveles de macronutrientes presentes en el Potrero Arbolado, Misiones, Paraguay,2022.....	40
Tabla 12. Razas de animales presentes en el potrero arbolado con su finalidad de producción. San Ignacio, Misiones, 2023.....	41
Tabla 13. Análisis correlacional entre los componentes presentes en el potrero arbolado de la ecorregión Pastizales de la Mesopotamia, Misiones, Paraguay, 2023.....	42

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Localización del potrero arbolado, San Ignacio, Misiones, 2022.....	12
Figura 2. Disposición parcelaria en la finca Pytu piro'y, Misiones, Paraguay, 2022.....	13
Figura 3. Composición florística de familias botánicas presentes en el potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.....	26
Figura 4. A. Marcación de parcelas por zonas en el potrero, B. Lanzamiento del bastidor de dimensiones 1 m ² , C. Identificación, extracción y cuantificación de las especies presentes en el cuadrado aislado.	28
Figura 5. Comparación fitosociológica de las malezas más importantes en las zonas estudiadas. Misiones, Paraguay 2023.....	31
Figura 6. A. Medición de la altura total de la especie, B. Falso molle en floración, C. Obtención de datos de la biomasa forestal.....	32
Figura 7. Índice de valor de importancia de las especies forestales presentes en el potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.....	33
Figura 8. Comparación entre las zonas muestreadas con parcelas delimitadas, Misiones, Paraguay, 2023.....	30
Figura 9. Porcentaje de materia orgánica y contenido de carbono orgánico de suelo, FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2023.....	37
Figura 10. Cantidad de carbono capturado en los componentes del potrero arbolado y estimación de anhídrido carbónico equivalente del mismo. Misiones, Paraguay, 2022.....	44

1. INTRODUCCIÓN

La ecorregión Mesopotámica de los pastizales de Misiones presenta una diversidad de plantas de crecimiento espontáneo, desde herbáceas y leñosas, siendo muchas de ellas malezas con un potencial dañino, ya que compiten plenamente con cultivos agrícolas por diferentes factores, ya sea agua, luz, nutrientes y espacio.

Esa interferencia se ve traducida en un porcentaje de reducción económica por la convivencia con la comunidad infestante.

El control de las plantas indeseables constituye un factor indispensable en todo programa de producción agropecuaria, específicamente en pastizales con ganado, ya que la sustentabilidad de estos agroecosistemas se evidencian con la conservación y el mejoramiento de aquellas poblaciones que favorecen la “salud” del pastizal y que, a la vez, aumentan su importancia económica.

Para inferir el impacto de los sistemas de manejo sobre la dinámica de crecimiento y ocupación de comunidades infestantes en agroecosistemas, es importante la aplicabilidad de índices fitosociológicos.

La región ecológica mesopotámica de Misiones está naturalmente cubierta por pastizales, abocándose a actividades de ganadería desde el arribo de los Jesuitas en el siglo XVII, siguiendo con la misma actividad hasta nuestros días. Sin embargo, los

bosques en sucesión secundaria avanzada es subutilizada para el uso ganadero y con las modificaciones ambientales han aparecido malezas de estrato arbustivo.

La modificación de los ecosistemas perturbados por malezas hace que también sean desplazadas especies nativas, influyendo drásticamente en el almacenamiento de la biomasa vegetal y consecuente carbono ambiental, debido a su influencia que existe entre la dinámica del ecosistema presente.

El almacenamiento de carbono es un indicador ambiental importante para conocer la calidad de los suelos, debido a que este factor tiene relación con la composición florística, la cantidad de plantas arvenses que interfieren en el sistema agrario y para conocer además cuanta biomasa puede acumular estos sistemas debido a que actualmente los pastizales están enfocados a la producción agropecuaria integrada.

Por ello, el objetivo general del trabajo fue caracterizar la composición florística y fitosociológica de las especies de malezas y especies forestales existentes en un potrero de la Ecorregión Pastizales de la Mesopotamia, siendo los objetivos específicos identificar las principales especies herbáceas y leñosas presentes en el potrero mediante el índice fitosociológico de la comunidad poblacional, determinar la biomasa forestal y herbácea del pastizal, caracterizar el componente animal del potrero y finalmente determinar la cantidad de carbono total capturado en todo el potrero.

La hipótesis de la investigación se basó en que algunos de los componentes del potrero arbolado tuvieron correlación entre sí.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Plantas indeseables en pastizal nativo

Al nombrar a una especie vegetal “maleza, mala hierba o arvense”, es una atribución que el ser humano ha adoptado para designar a un organismo que considera nocivo para sus intereses, ya que una denominación demasiado severa para una planta que aún no ha sido valorada en sus otras dimensiones, esa especie en cuestión puede ser fundamental para un ecosistema no estudiado (Guzmán y Martínez-Ovalle 2019).

Lacorte y Esquivel (2009) fundamentan que en la región de Misiones comúnmente existen predominantemente las especies: *Andropogon lateralis*, *Sorghastrum agrostoides* y *Axonopus* spp.

Según De Egea Elsam et al. (2018) las principales malezas que se encuentran en la zona de Misiones son: *Commelina* spp., *Sagittaria montevidensis*, *Cyperus* spp., *Paspalum bicorne*, *Digitaria insularis*, *Oplismenus colonus*, *Eragrostis airoides*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum bergii*, *Stapfochloa elata*, *Asclepias curassavica*, *Chromolaena christieana*.

Sin embargo, existen ecosistemas de pastizales que presentan el complejo de Chilcas, tales como: *Baccharis* spp. L. y *Eupatorium* spp. L., *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc., *Eryngium horridum* Malme, *Melica macra* Nees, entre otras especies (Fortini 2006).

Sabattini et al. (2015) mencionan que frecuentemente en algunos pastizales se encuentran la presencia de: *Baccharis punctulata* L., *B. coridifolia* DC., *E. bunifolium* R.M.King & H.Rob, *Trithrinax campestris* Drude & Griseb., *B. notoserquilla* L., *Senecio grisebachii* Baker, y *Opuntia ficus indicus* (L.) Mill. La ventaja ecológica de estas malezas es su gran capacidad de rebrotar y semillar invadiendo nuevamente el territorio (Sabattini et al. 2019)

Comúnmente en suelos encharcados las especies más abundantes son: *Cynodon dactylon*, *Sida rhombifolia*, *Cyperus esculentus*, *Mimosa pudica*, *Senna occidentalis*, *Setaria anceps* y *Paspalum urvillei* (Tuffi Santos et al. 2004).

Una de las características de las malezas es que son plantas que compiten mejor que el cultivo por recursos vitales, principalmente luz, agua y nutrientes minerales (Faggioli 2019).

Gutiérrez et al. (2010); Kumar Rai y Singh (2020) mencionan a la Agricultura como uno de los principales medios de introducción de plantas invasoras alrededor del mundo de forma intencional o involuntaria.

Se reconocen como malezas a ciertas plantas invasoras que se extienden en zonas naturales donde no son deseadas y pueden tener efectos adversos en la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas o la economía como menciona (Weber 2003), además de esto, la destrucción del hábitat, contaminación ambiental y cambios antropogénicos son otras amenazas para la biodiversidad nativa sumando a los problemas tendientes al apareamiento de plantas indeseables (Andrew 2018).

Existen ciertos perjuicios ocasionados por las malezas, ya que toda actividad que involucre el manejo de plantas cultivadas debe necesariamente incluir dentro de su presupuesto una considerable inversión para su manejo en cuanto a su interferencia de malezas con cultivos. (Guzmán y Martínez-Ovalle 2019).

2.2. Medidas de manejo de malezas

Según Altieri y Liebman (1988), Menalled (2010) los principios de manejo son: prevención, solarización de suelo, reducción de la producción de semillas de malezas, esto fundamentando el principio ecológico de disminución del banco de semillas de las plantas indeseadas.

Los mismos autores refieren que seguidamente se presenta la preparación de la cama de siembra, uso de variedades de cultivo competitivo, incremento de la densidad de siembra, rotación de cultivos, rotación de prácticas de manejo, entre otros, con el

fin de: favorecer la captación asimétrica de recursos, tales como agua, luz, nutrientes, reducción de la abundancia y tamaño relativo de malezas, maximización de del crecimiento del cultivo y minimización de la competencia intra-específica, entre otros, respectivamente.

2.3. Potrero arbolado

Los potreros se caracterizan principalmente por la presencia de árboles jóvenes con crecimiento espontáneo y retenido deliberadamente por los productores aunque también se planten nuevos árboles, donde normalmente estos árboles presentan un diámetro de 20 cm a 30 cm, altura de 6-8 metros con área de copa entre 20-40 m², fuste limpio de 3-4 m, favoreciendo la sombra con diversas especies (Martínez-Encino et al. 2013).

Villanueva et al (2006) mencionan que los árboles en potrero cumplen funciones productivas y ecológicas en fincas de ganadería. Actualmente existe una disminución en la reducción de la riqueza, abundancia y diversidad debido al comportamiento de los animales y al manejo potreral que se les brinda mediante productores. El manejo debe ser coherente con las condiciones socioeconómicas, culturales y biofísicas de las comunidades, procurando lograr un equilibrio entre productividad y conservación.

Las especies forestales son capaces de brindar beneficios ecológicos en un potrero como: la contribución de conservación de hábitats para animales, importantes en la dispersión de semillas arbóreas para la regeneración natural, y funcionan como corredores biológicos. Además contribuir a la restauración de pasturas degradadas Szott et al (2000); Rodrigo Serrano et al (2014); Russo (2020).

2.4. Componentes de un potrero arbolado

Un componente arbolado puede presentar diversos componentes, estas se denominan: componente malezas, componente forestal, componente pastizal, componente suelo y finalmente componente animal que a continuación se describen:

2.4.1. Componente forestal o arbóreo

La función del componente forestal en pasturas o praderas es aumentar la productividad del sistema, reducir el estrés climático de plantas y animales al regular el microclima y proveer productos (forraje, frutas, madera, leña), además de pasto y animales. Las especies leñosas presenta servicios como fijar nitrógeno atmosférico y fósforo, mejora de condiciones de vida del suelo, diversificación del paisaje, refugio y alimento a la avifauna como menciona González (2009).

El objetivo principal de asociar árboles y pasto es el establecimiento de un medio que recree condiciones de la selva original, que un adecuado manejo permitirá desarrollar una ganadería eficiente en producción de alimentos, de ingresos económicos y de conservación de los suelos y de todos los recursos naturales (Zapata y Silva 2016).

2.4.2. Componente pastizal

Los pastizales son biomas utilizados por el pastoreo vacuno dado que ocupan el 50% de la superficie terrestre como mencionan (Bailey y Ropes, 1998; Steinfeld et al. 2006). Además proporcionan de 30 a 35% de la productividad primaria neta terrestre sustentando gran parte de la producción ganadera mundial (Safriel y Adeel, 2005; Reynolds et al. 2007) brindando una variedad de servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono, mantenimiento y conservación de la diversidad genética, entre otros (Anadón et al. 2014).

El aumento de la cobertura de especies leñosas nativas y exóticas sobre estos sistemas naturales conlleva un reemplazo de las especies herbáceas y una disminución de la accesibilidad y de la oferta forrajera para el ganado bovino (Archer 1990; Moleele et al. 2002; Graz 2008; Tighe et al. 2009; Sabbatini et al. 2019).

2.4.3. Componente suelo

El sistema comprende la recuperación de suelos degradados y en la mitigación de los gases de efecto invernadero, debido a su capacidad para capturar el carbono atmosférico e inmovilizarlo en el suelo (Contreras-Santos et al. 2020).

Otros estudios han demostrado que el establecimiento de sistemas silvopastoriles disminuye la compactación del suelo, aumenta la macro y meso porosidad, mejora la dinámica de nutrientes y la conservación del agua en el suelo fomenta la actividad microbial, entre muchos otros beneficios como mencionan (Vallejo et al. 2012; Montagnini et al. 2015)

La compactación debido al tránsito de los animales causa una disminución en la cantidad de macroporos, reduciendo la infiltración de agua y el crecimiento radicular, y aumentando la actividad de los microorganismos desnitrificadores, y por ende reduciendo la disponibilidad de nitrógeno (Martinez et al. 2014).

2.4.4. Componente animal

La mejora del desempeño animal en los sistemas silvopastoriles está relacionada a las mejoras condiciones de confort térmico de los animales en pastoreo, además del aumento en el valor nutritivo del forraje, principalmente por el incremento en el tenor proteico de la dieta (Dias-Filho 2011).

Es sumamente importante establecer una carga animal adecuada a la oferta forrajera lo cual permite mantener y aumentar el potencial productivo del pastizal (Sabattini et al. 2019).

2.5. Biomasa

El término biomasa hace referencia al peso seco total de la vegetación forrajera y no forrajera, en general aérea, por unidad de superficie, en un momento específico. Se debería especificar si la biomasa es viva o muerta y la proporción de cada una si incluye ambas como mencionan Ferri et al. (2014).

Herguedas y Taranco (2012) mencionan a la biomasa como una fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biológica degradable de los residuos industriales y municipales, por ende, los recursos biomásicos provendrán de fuentes muy diversas y heterogéneas.

Cualquier proceso que utilice biomasa para obtener productos destinados al consumo generara biomasa residual y dentro de ellas se mencionan a las explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas, industrias de productos vegetales y núcleos urbanos, ya que generan biomasa residual (Salvador 2010).

La sombra y la biomasa de los árboles pueden contribuir a mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la disponibilidad de nitrógeno para las especies forrajeras herbáceas, mejorar la calidad del forraje y aumentar la producción de forraje frecuentemente (Serrano et al. 2014).

2.6. Almacenamiento de Carbono

La materia orgánica así como el carbono orgánico son propiedades químicas del suelo de mayor importancia, ya que son considerados elementos incidentes en la calidad edáfica (Eyherabide et al. 2014; Núñez-Ravelo et al. 2021).

(Gómez et al. 2021) comentan que la materia orgánica escasamente transformada constituye un reservorio de carbono orgánico de suelo que suministra la energía vital requerida por los organismos que habitan en ese medio, además de contribuir a la reserva relacionada a la sustentabilidad del sistema suelo y mejorar las propiedades físicas y químicas.

El COS está estrechamente vinculado con el cambio climático por ser el componente de su ciclo biogeoquímico y fuente primaria del CO₂ atmosférico, debido a que es fundamental sostener la fertilidad de los suelos y esto se asocia con la

productividad del ecosistema. Finalmente conocer cuánto carbono hay en el suelo y promover su secuestro es una estrategia efectiva para reducir el anhídrido carbónico atmosférico y mejorar la calidad de suelo como mencionan Paustian et al (2016).

2.7. Índice Fitosociológico de malezas

La distribución espacial de las malezas está condicionada por los cambios en la comunidad de malezas a lo largo del tiempo, siendo así guiada por el número y dominancia relativa de cada especie en el agroecosistema, presentando gran importancia para identificar factores limitantes y para la toma de decisiones de estrategias de manejo para un adecuado control de las especies de malezas (Santana 2020).

El estudio de la fitosociología de las malezas es de gran importancia en un área determinada para la identificación de especies y en mejor medida para el manejo de la misma (Pena 2020).

Estudios relacionados a degradación de pasturas indican que el primer paso para renovación de pastos es la identificación de las especies existentes en el área, con el fin de conocer los caracteres anatómicos, morfológicos, ecológicos y la capacidad competitiva de cada especie de plantas indeseables sirviendo como criterio para la correcta adopción de manejo o control (Mascarenhas et al. 2009).

Por ello, el estudio y conocimiento sobre el comportamiento de las malezas son esenciales para la implementación del nuevo sistema, ya que su interferencia puede traer pérdidas producción significativa, especialmente para cultivos más sensibles a la competencia (Ferreira et al. 2011).

Sin embargo, para el manejo de las plantas indeseables cada especie presenta sus características de adaptación e interfieren de forma negativa en la productividad de los cultivos, por ende, la falta de conocimiento de las especies hacen que la implementación de productos químicos controle de forma inadecuada cada especie

provocando la resistencia y contaminación ambiental debido al uso de altas dosis de los fitosanitarios buscando el control de las mismas (Albuquerque et al. 2008).

2.8. Estudios fitosociológicos

Los estudios ecológicos de la comunidad infestante en ecosistemas agrarios en su mayoría abordan en determinación: periodos de convivencia, períodos de coexistencia o control en los que existe una interferencia significativa de las malezas en la productividad del cultivo; índices fitosociológicos que ayudan en la indicación de las especies más importantes para los diferentes períodos de crecimiento de la comunidad de malezas. El análisis conjunto de resultados y la repetición programada de estos estudios puede proporcionar subsidios para elegir los mejores tiempos y estrategias de manejo de malezas para cada agroecosistema (Carvalho 2011).

Para evaluar la composición específica de comunidades en plantas en sistemas agrarios el método utilizado es el índice fitosociológico (Martins 1985). Algunos de los índices más utilizados mencionados por (Pitelli 2000) son: densidad de individuos, densidad relativa, frecuencia absoluta, frecuencia relativa, dominancia, dominancia relativa, índice de valor de importancia e importancia relativa.

2.9. Antecedentes de investigaciones

Para sistemas silvopastoriles en la región Mesopotámica de Misiones se evidencian registros del uso de ciertos herbicidas para el control de malezas en plantaciones forestales como *Eucalyptus* spp.; *Pinus* spp para el control de ciertas especies dañinas como: *Senecio brasiliensis*, *Sida rhombifolia*, *Solanum* sp., *Ipomoea* sp., *Paspalum notatum* y *Setaria parviflora* como mencionan Pezzutti y Caldato (2004).

Estudios realizados por Gatti et al. (2013) mencionan que las malezas afectan la persistencia potencial de las pasturas a través de la disminución de la densidad de sus macollos y esto puede explicarse tanto por la disminución del tamaño de los macollos, variable que se asocia a la habilidad competitiva por luz.

Los caracteres estructurales como tamaño y densidad de macollos, definen el patrón de partición del carbono y juegan un importante rol en la habilidad competitiva de las plantas de una comunidad Herbin (2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y periodo de ejecución

El relevamiento de datos a campo se realizó en el Departamento de Misiones, Localidad San Ignacio, Finca “Pytu Piro’y” según coordenadas (-26.8757805; -56.9700064). Los análisis laboratoriales se realizaron en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, Área: Producción Animal; Área: Protección Vegetal, Laboratorio de Entomología y Departamento de Biología del Área de Producción Agrícola. El periodo de relevamiento de datos a campo comprendió los meses de Diciembre de 2022 a finales de Febrero del año 2023.

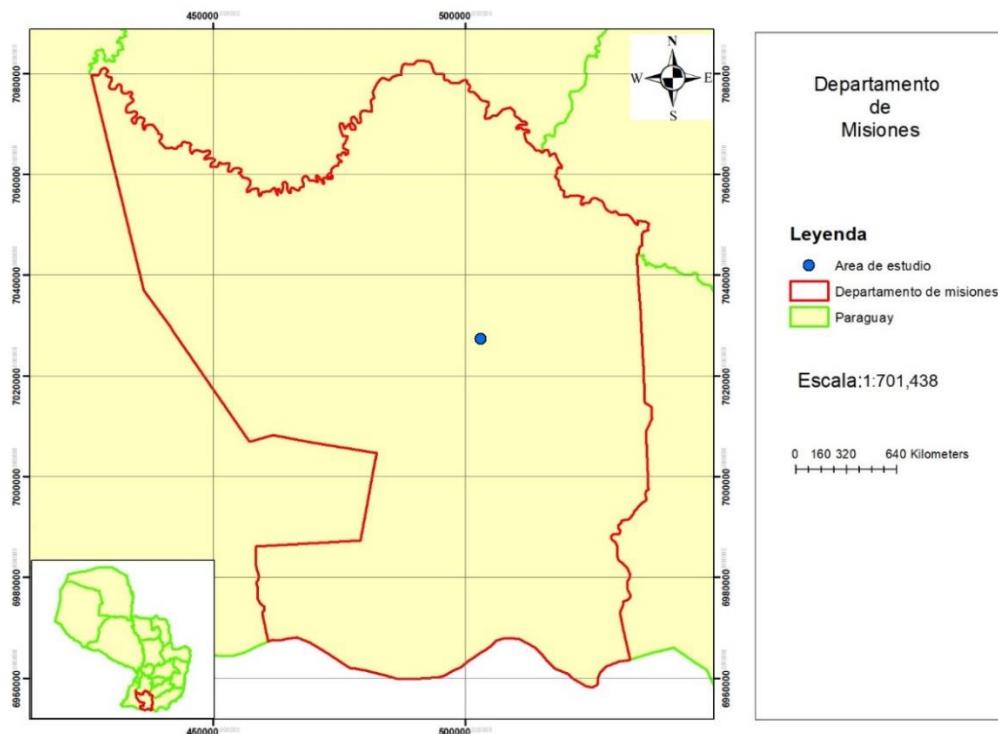


Figura 1. Localización del potrero arbolado, San Ignacio, Misiones, 2022
Fuente: Moreira-Rivas y Garcete (2022)

3.2. Población de unidades y variables de medición

Para el levantamiento de datos se utilizó 2500 m² del establecimiento, dentro de los cuales se establecieron 8 parcelas de 100 m², de las cuales 4 parcelas son de la zona alta y 4 parcelas de la zona baja como se observa en la Figura 2.

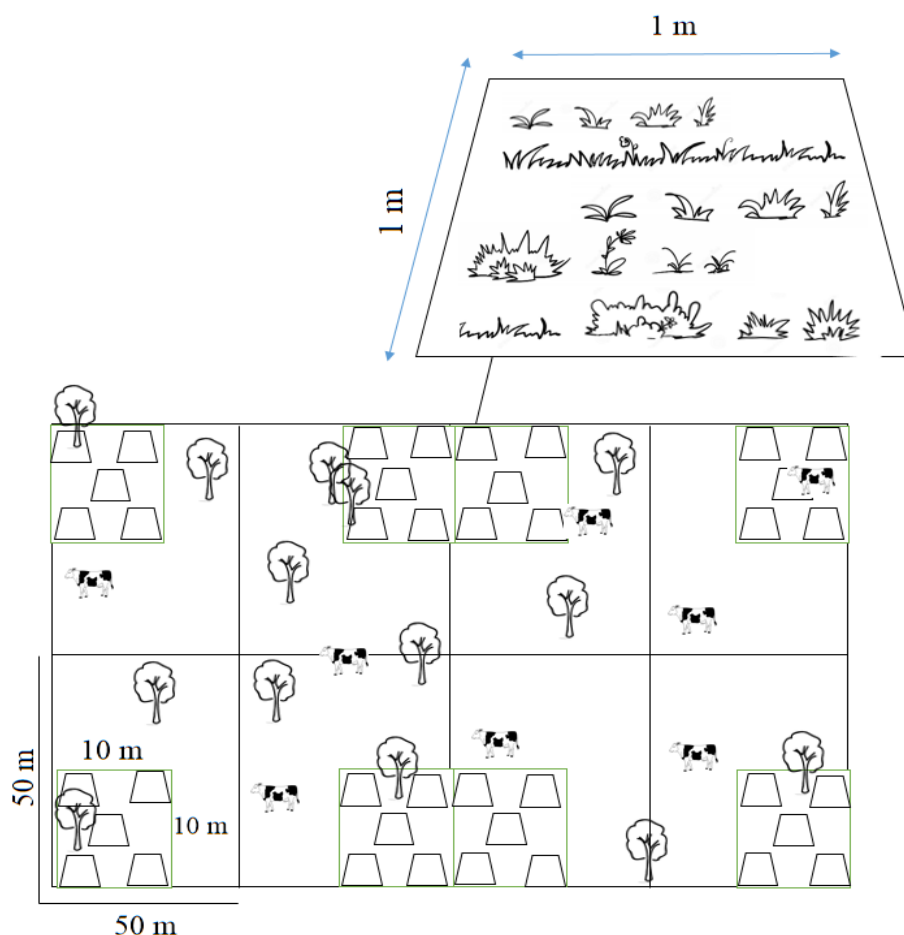


Figura 2. Disposición parcelaria en la finca Pytu piro'y, Misiones, Paraguay, 2022

En relación a la composición florística del potrero arbolado, se realizó la prospección de la composición florística mediante la observación del porte, las hojas, inflorescencias, el fuste y corteza, los cuales fueron documentados por el registro fotográfico. La nomenclatura científica de las especies identificadas fue actualizada mediante la base de datos del Instituto de Botánica Darwinion.

Las variables evaluadas para las especies arbóreas y arbustivas en una superficie de 100 m² fueron: Abundancia absoluta y relativa (A abs y A%); Frecuencia absoluta

y relativa; Dominancia absoluta y relativa; Índice de valor de importancia de las especies (IVI), cantidad de individuos, diámetro a la altura del pecho (cm), altura total (m), altura comercial (m), área basal (m²/ha), volumen comercial (m³), volumen total (m³), incremento medio anual (m³/ha/año), biomasa forestal (t/ha).

En el caso del componente pastizal delimitada en 1 m² mediante el bastidor se realizó: la identificación de la especie, la determinación del peso fresco (kg), peso seco (kg) y la biomasa presente en herbáceas (t/ha).

Las variables evaluadas para las malezas delimitada en 5 m² fueron: Los índices de constancia relativa (porcentaje que representa la frecuencia de una especie en relación a la suma de las frecuencias de todas las especies que constituyen la comunidad), densidad relativa (porcentaje de individuos de la misma especie en relación con el número total de individuos de la comunidad), dominancia relativa (relación entre la biomasa de materia seca acumulada por la especie en relación a la biomasa de materia seca acumulada por la comunidad de malezas) y la importancia relativa (representa el valor de la importancia de una especie en relación con la suma de los valores de importancia de todas las poblaciones de la comunidad y expresa cuáles son las especies de malezas más importantes de la zona, y cada población tiene su comportamiento mayoritario en la determinación su importancia relativa en el área de estudio). Estos índices se calcularon con las fórmulas propuestas por Mueller-Dombois y Elleberg (1974).

Abundancia (Densidad) de especies de malezas

$$Abundancia (A): \frac{\text{Valor obtenido por la especie en cuadros } (Vs_j)}{\text{Numero total de cuadros con la especie } (Cs)}$$

Densidad relativa

$$De. R: \frac{De_p}{\sum (De_p)} \times 100$$

Frecuencia (constancia absoluta) de las especies de malezas

$$\text{Frecuencia (F)}: \frac{\text{Número de cuadros con la especie (Cs)}}{\text{Número total de cuadros}} \times 100$$

De acuerdo a la frecuencia, se realizó la clasificación fitosociológica, considerando la clase de presencia que se indica en Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación fitosociológica de las comunidades vegetales y de sus relaciones con el medio de acuerdo a Muller y Ellenberg (1979)

Clase de presencia	Valor de abundancia – dominancia
R: < 6 %	r: plantas raras o aisladas
+: 7-10 %	+: plantas poco abundantes, de débil cobertura
I: 11-20 %	1: plantas bastante abundantes, pero con débil cobertura
II: 21-40 %	2: plantas muy abundantes que cubren 1/20 (5-25 %) de la superficie
III: 41-60 %	3: plantas de número variable, que cubren de 1/4 a 1/2 (25-50 %) de la superficie
IV: 61-80 %	4: plantas de número variable, que cubren de 1/2 a 3/4 (50-75 %) de la superficie
V: > 81 %	5: plantas de número variable, que cubren más de 3/4 (>75 %) de la superficie

Constancia relativa

$$Co.R: \frac{(n_i/n)p}{\sum[(n_i/n)p]} \times 100$$

n_i : Indica el número de muestras en las que se detectaron individuos de la misma especie

n : Número de muestras realizadas en el tratamiento específico

p : Población

Dominancia

Expresa la influencia de una especie en relación con la comunidad. Este es un parámetro muy difícil de evaluar, debido a la complejidad de los factores que

intervienen en la evaluación del desempeño de una especie en relación con una comunidad. En caso de comunidades de agroecosistemas infestadas, se acepta que las especies que poseen mayores acumulaciones de materia seca influyen, en mayor grado, en el comportamiento de la comunidad.

Dominancia relativa

$$Do.R: \frac{MS_p}{\sum(MS_p)} \times 100$$

Índice de valor de importancia

Para el cálculo del índice de valor de importancia (IVI), se aplicó la ecuación de Curtis y McIntosh (1951):

$$IVI: Ar + Dr + Fr$$

Ar: Abundancia relativa

Dr: Dominancia relativa

Fr: Frecuencia relativa

Importancia Relativa

$$I.R: \frac{(Co.R. + De.R. + Do.R.)_p}{\sum[(Co.R. + De.R. + Do.R.)_p]} \times 100$$

En cuanto al componente animal se identificaron: tipos de ganado, la especie y la finalidad de producción y carga instantánea que consiste en la cantidad de cabezas de animales sobre la superficie del potrero arbolado.

En el componente suelo se determinaron: las propiedades físicas del suelo (Densidad aparente, color, textura) determinada por el método de Bouyucos (cilindros) donde se procedió a la extracción del suelo en los puntos de muestra de la pastura a las profundidades de 0-10 y 10-30 cm obteniéndose 2 muestras de cilindro por

profundidad. Totalizando 32 cilindros para 8 puntos de muestreo y las propiedades químicas del suelo (pH, MOS, N total, P, K, Ca, Mg) como se observan en la Tabla 2, además el carbono presente en el suelo (tC/ha).

Tabla 2. Determinación del contenido de materia orgánica y nutrientes del suelo. FCA-UNA, 2022.

Nivel	Materia orgánica	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺
Bajo	< 1,2	< 12	< 2,51	< 0,4	< 0,12	< 1,5	< 0,4
Medio	1,2 - 2,8	12 - 30	2,51 - 6,0	0,4 - 0,8	1,5 - 3,0	1,5 - 3,0	0,4 - 0,9
Alto	> 2,8	> 30	> 6,0	> 0,8	> 0,17	> 3,0	> 0,9

Posteriormente, las muestras de suelo se llevaron al Laboratorio del Área de suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias para el secado a estufa a 105 °C durante 24 horas. En la Tabla 3, se muestran los valores que se tuvieron en cuenta para la determinación del pH del suelo.

Tabla 3. Determinación del pH del suelo. FCA- UNA, 2022.

pH	
< 5,5	Ácido
5,6 - 6,4	Ligeramente ácido
6,5 - 7,4	Neutro
> 7,4	Alcalino

Además se determinaron los niveles de Nitrógeno en suelo, en la Tabla 4, se consideraron los niveles de Nitrógeno en suelo.

Tabla 4. Niveles de Nitrógeno en suelo, Criollo (2013)

Niveles de Nitrógeno	%N
Bajo	0,06-0,10
Medio	0,11-0,20
Alto	0,21-0,30
Muy Alto	>30

Para la estimación de la biomasa y carbono forestal fueron medidos el diámetro a la altura del pecho (DAP) la altura comercial y la altura total de los árboles. El cálculo del área basal de cada árbol se utilizó la siguiente fórmula:

$$G: \frac{(\pi * D^2)}{4}$$

Dónde:

G: Área basal

π : 3,1415

D: diámetro

En relación al volumen del fuste, es la cantidad de madera estimada en m³ a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen de la madera cosechable se obtendrá a partir del área basal y la altura comercial o de fuste en un árbol (Mostacedo et al. 2000)

$$V = g * H * ff$$

Dónde:

V: Volumen del fuste

g: área basal (m²)

H: altura del fuste (m)

ff: factor de forma de Hutchinson (0,775)

La altura de la densidad de la madera es un parámetro frecuente para la caracterización de las propiedades de la madera. Se utiliza tanto en ambientes madereros como en la industria de la pulpa y papel. La ecuación está dada por los lineamientos propuestos por: Reyes et al. (1992)

$$Y: 0,0134 + 0,8 * X$$

Dónde:

Y: densidad de la madera seca en kg/m³

X: densidad de la madera a 12% de contenido de humedad

Para hallar la biomasa aérea se procedió a multiplicar la biomasa de fuste por el factor de expansión de biomasa y finalmente por la densidad ajustada (previamente determinadas), según IPCC (2006):

$$BAT = BF * FEB * DA$$

Dónde:

BAT: Biomasa aérea total

BF: Biomasa de fuste (t)

FEB: Factor de expansión de biomasa (3,4)

DA: Densidad ajustada (kg/m³)

La biomasa radicular se halló mediante la fórmula propuesta por el IPCC (2006):

$$BR = BF * 0,24$$

Dónde:

BR: Biomasa radicular (t)

BF: Biomasa de fuste (t)

0,24: Relación entre biomasa bajo/sobre el suelo de 0,24 para bosque semiárido (IPCC 2006)

La biomasa total se procedió a calcular a partir de la biomasa aérea, radicular y el factor de expansión de biomasa. Utilizando el determinado por IPCC (2006) para los individuos en pie.

$$BT = BAT + BR$$

Dónde:

BAT: Biomasa aérea total en toneladas (t)

BR: Biomasa radicular (t)

BT: Biomasa total en toneladas (t)

Para estimar el carbono total se procedió a multiplicar la biomasa total por 0,5 (Fracción 2:1). Utilizando el determinado por el IPCC (2006):

$$CT = BT * 0,5$$

CT: Carbono total (t_c)

BT: Biomasa total (t_b)

CR: Carbono radicular en toneladas de carbono (t_c)

Para estimar el carbono equivalente de las especies se procedió a multiplicar el carbono total por 3,667; 1 Tonelada de carbono equivale a 3,667 toneladas de CO₂, obtenido en razón de los pesos moleculares (44/12)

$$CO_2eq = CT * 3,667$$

Dónde:

CO₂eq: Dióxido de carbono extraído de la atmósfera.

CT: Carbono total

3,667: Factor basado en la razón de las masas atómicas de carbono (12) y de oxígeno (16), utilizado los lineamientos del IPCC (2006).

Se determinó el contenido de carbono en pastizal asumiendo que el carbono orgánico representa el 50% de la biomasa.

Además, se determinó el contenido de carbono orgánico en el suelo mediante el método de (Tedesco 1985). La fórmula será la siguiente:

$$CO = \frac{\% MO}{1,72}$$

Dónde:

CO: Carbono orgánico

%MO: porcentaje de materia orgánica

El carbono orgánico se calculó asumiendo que bajo las condiciones del método hubo una oxidación promedio del 75% del mismo: $100/75= 1,333$; y que la materia orgánica del suelo tendrá 58% de carbono $100/58= 1,724$ (Pérez de Roberti 1983).

Para la determinación del carbono total acumulado en el sistema del potrero arbolado se realizó una sumatoria del carbono forestal, carbono en pastizal y carbono en suelo.

El dióxido de carbono equivalente en el sistema se estimará mediante la siguiente fórmula:

$$CO2eq = CT * 3,667$$

Donde:

CO2eq: dióxido de carbono equivalente

CT = carbono total

3.3. Recursos materiales

3.3.1 Material biológico

Los materiales biológicos utilizados son la composición florística (distintas especies identificadas), el componente suelo y el componente pastizal ubicada en el predio de la finca donde se desarrolló la experimentación.

3.4. Equipos y herramientas

Los recursos técnicos utilizados fueron: GPS, Computadora, Impresora, Cámara fotográfica.

Los recursos materiales fueron: artículos de oficina, elementos de laboratorio, cintas diamétricas, palas, machetes, bastidores, estacas, baldes, básculas, hilo de algodón y camioneta 4 x 4.

El equipo técnico estuvo constituido por: el tesista, 2 pasantes, la orientadora, co-orientadores, técnicos especializados y personales de campo de la zona.

3.5.Descripción del proceso de recolección de datos primarios

Al definir el área muestral, se procedió a obtener una muestra representativa de las especies forestales y herbáceas que están dentro del ecosistema a ser analizado. Para las especies forestales, la medición de individuos se realizó mediante Dasometría y para herbáceas se utilizó el método de cuadrados aislados propuesto por Carvalho (2011), en la cual este método se basó en el lanzamiento de los cuadrados muestrales completamente al azar en toda el área del ecosistema agrario estudiado con el objetivo de muestrear todas las especies presentes.

De esta manera, en cada giro del cuadrado de muestreo, se identificó la especie para el estudio de la composición específica inicial, y catalogado por el muestreador.

Seguidamente se extrajeron las especies localizadas y fueron embolsadas y llevadas al laboratorio con etiquetas para su correcta identificación. En cada muestra colectada, se anotó la especie y el número de individuos por especie.

Posterior a eso se procedió al secado en estufa a 70° C por 72 horas. Las identificaciones se realizaron mediante clave taxonómica propuesta por Zuloaga y Belgrano (2017).

Con esto, se obtuvieron datos sobre la frecuencia de ocurrencia de la especie, densidad poblacional y masa seca acumulada por poblaciones, las cuales fueron utilizadas en el estudio de índices fitosociológicos.

3.6.Análisis de datos

Los datos fitosociológicos fueron analizados por estadística descriptiva, lo que permitió el análisis de este conjunto de datos con el fin de describir las características de las especies de malas hierbas y especies forestales levantadas. Por otro lado, se realizaron los análisis de correlación entre componentes cuantitativos del potrero mediante la Correlación de Pearson y comparaciones por la prueba T-Student.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición florística del Potrero arbolado de la Ecorregión Mesopotámica de Misiones, Paraguay, 2023.

Dentro de los datos levantados en relación a la composición florística del potrero arbolado, se puede mencionar que se ha localizado especies de estrato arbustivo con menor frecuencia y con mayor frecuencia las especies de crecimiento herbáceo.

Esto se evidencia normalmente en los pastizales nativos típicos del Paraguay, debido a que los pastizales se encuentran con pocas especies forestales de crecimiento espontáneo. En la Tabla 5, se puede observar la diversidad de familias y especies presentes en el potrero estudiado, de los cuales se han registrado: 8 géneros de la Familia Asteraceae, 5 géneros de Malváceas, 4 géneros de poáceas y solanáceas, 3 verbernáceas y en menor medida las demás familias.

En relación al componente suelo y especies forestales podemos mencionar que la región mesopotámica de Misiones, se puede observar variadas familias forestales pero con poca frecuencia, debido a su característica ecorregión. Una de las especies forestales de interés silvicultural es la especie *Lithraea molleoides*, de la familia Anacardiaceae, de nombre común falso molle como se puede apreciar en la figura 3.

Barkley (1962) realiza la separación de especies en Argentina, en dos especies; *Lithraea molleoides* se encuentra localizada en Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina en Corrientes, Entre Ríos y Misiones.

Esta investigación coincide con los reportes posteriores de (Muñoz, 2000) quien acuñó que la especie *L. molleoides* se encuentra localizada en el sur del Paraguay, Misiones. Posterior a esto, en los estudios recientes sobre el clado de Anacardiáceas, Silva-Luz et al. (2019) expresa que esta especie crece en matorrales, bordes de bosques, bosques de laderas y en formaciones secundarias, terrenos secos o pantanosos, bosques estacionales, bosques de ribera, cerrados y áreas antropogénicas.

Además de esto, (Lozano et al. 2022) menciona a la zona sur del Paraguay como una de las localizaciones de la especie en el Paraguay, reafirmando en este trabajo su distribución geográfica.

Luna (2012) comenta que es una especie con madera dura y pesada de aproximadamente (0,98-1,17 kg/dm³) apta para especies melíferas, para construcciones rurales, como fuentes de biomasa: leña y carbón.

Tabla 5. Composición florística del Potrero arbolado en Misiones, Paraguay, 2023.

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Ka'aruru	Amaranthaceae
<i>Lithraea molleoides</i>	Falso molle	Anacardiaceae
<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	Apio silvestre	Apiaceae
<i>Eryngium horridum</i>	Karaguata	Bromeliaceae
<i>Aristolochia</i> sp.	Enredadera	Aristolochiaceae
<i>Chromolaena ivifolia</i>	Mbu'y guazú	Asteraceae
<i>Conyza</i> sp.	Mbu'y	Asteraceae
<i>Elephantopus mollis</i>	Lengua de vaca	Asteraceae
<i>Gamochaeta coarctata</i>	Vira vira	Asteraceae
<i>Vernonia laevigata</i>	Chilca	Asteraceae
<i>Chaptalia nutans</i>	Lengua de vaca	Asteraceae
<i>Tabernaemonthana catharinensis</i>	Sapirangy	Apocynaceae
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	Toro ka'a moroti	Asteraceae
<i>Celtis iguanaea</i>	Tala	Cannabaceae
<i>Ipomoea nill</i>	Campanilla	Convolvulaceae
<i>Lepidium aletes</i>	Lepidio	Cruciferae
<i>Bulbostylis</i> sp.	Piri'í	Cyperaceae
<i>Cyperus agregatus</i>	Piri'í	Cyperaceae
<i>Kyllinga odorata</i>	Kyllinga	Cyperaceae
<i>Sapium haematospermum</i>	Kurupika'y	Euphorbiaceae
<i>Arachis pintoi</i>	Maní	Fabaceae

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Abutilon grandiflorum</i>	Abutilo	Malvaceae
<i>Corchorus</i> sp.	Espadilla	Malvaceae
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Malva	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i>	Typycha corredor	Malvaceae
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	Yerba de pollo	Malvaceae
<i>Psidium guajaba</i>	Arasa o guayaba	Myrtaceae
<i>Plantago tomentosa</i>	Llantén kokué	Plantaginaceae
<i>Briza subaristata</i>	Brisa	Poaceae
<i>Eleusine indica</i>	Ryguasú py	Poaceae
<i>Setaria parviflora</i>	Setaria í	Poaceae
<i>Sporobolus indicus</i>	Espartillo	Poaceae
<i>Schyzachyrium</i> sp.	Aguara rugúai	Poaceae
<i>Richardia brasiliensis</i>	Ype rupa	Rubiaceae
<i>Spermacoce verticillata</i>	Typycha corredor	Rubiaceae
<i>Xylosma</i> sp.	Espina colorada	Salicaceae
<i>Solanum palinacanthum</i>	Tuti´a	Solanaceae
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Ñuati pyta	Solanaceae
<i>Solanum viarum</i>	Tuti´a	Solanaceae
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	Revienta caballo	Solanaceae
<i>Parietaria debilis</i>	Ka´apiky	Urticaceae
<i>Glandularia tweediana</i>	Yvoty la novia	Verbenaceae
<i>Lantana cámara</i>	Bandera española	Verbenaceae
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	Verbena azul	Verbenaceae

Dentro de las especies con hábito de crecimiento herbáceo se encuentran localizadas las especies como: *Amaranthus retroflexus*, *Eryngium horridum*, *Chromolaena ivifolia*, *Vernonia chamaedrys*, *Abutilon grandiflorum* como especies muy invasoras dentro de los pastizales de la Mesopotamia. Siendo las especies *Lantana camara*, *S.pseudocapsicum*, *S. viarum* y *S. palinacanthum* como especies o plantas tóxicas para el ganado (ovinos y vacunos) presentes en el potrero estudiado.

Se sabe que las especies de la familia de las ciperáceas presentan rápida invasión en los pastizales debido a su rápida adaptación en suelos con alta humedad y encharcados. En la zona baja de estos pastizales se concentran algunas especies de poáceas como *Eleusine indica*, *Briza subaristata*, *Setaria parviflora*, *Schyzachyrium* sp. y *Sporobolus indicus*

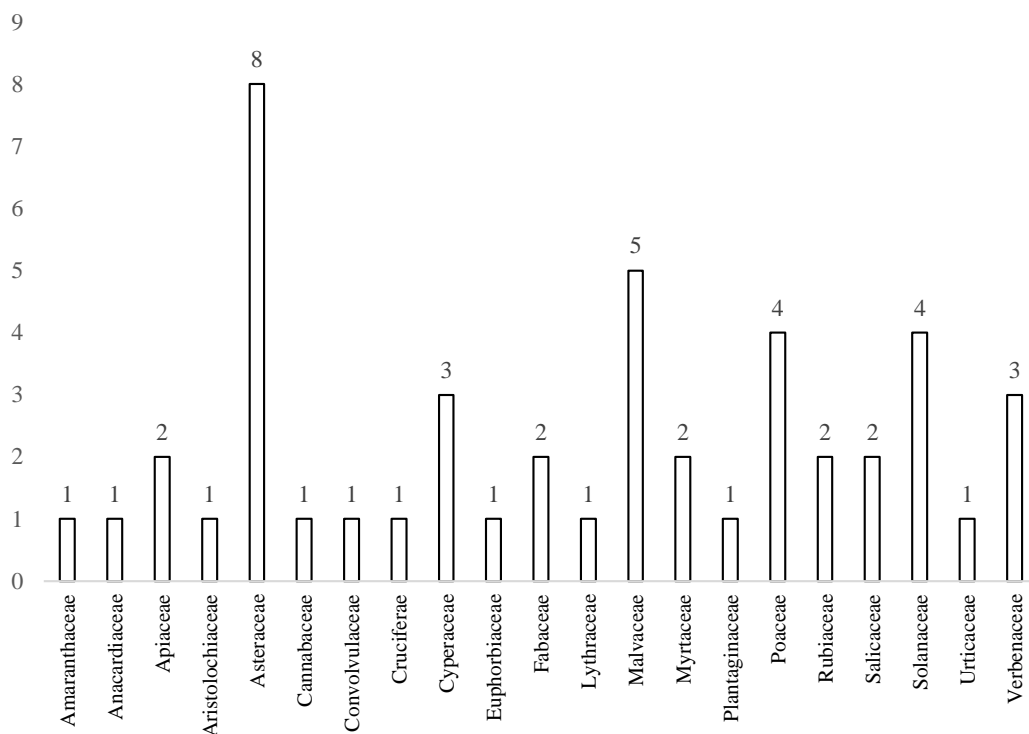


Figura 3. Composición florística de familias botánicas presentes en el potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.

Existieron varias familias botánicas presentes, sin embargo, la más numerosa fue la familia asteraceae, representada con 8 géneros presentes, seguidamente las malváceas, poáceas y solanáceas con 4 géneros presentes cada una de ellas y en menor medida los demás géneros presentes. A continuación se describen los análisis realizados sobre la fitosociología de plantas arvenses o malezas distribuidas en el potrero estudiado, dividiendo los resultados en dos zonas según la pendiente: zona alta y posterior zona baja.

4.2. Componente malezas

El componente malezas se ha analizado mediante el muestreo de los cuadrados aislados con las debidas repeticiones delimitadas por zonas, en la Figura 4 se puede observar el procedimiento realizado y las delimitaciones correspondientes de parcelas. Los análisis de identificación y cuantificación arrojaron los siguientes índices ecológicos que a continuación se expresan:

4.2.1 Índices fitosociológicos zona alta

Tabla 6. Fitosociología de malezas presentes en la zona alta del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2022.

Especies	DR	FR	Do.R %	IVI	IR	A
<i>Aristolochia</i> sp.	0,847	1,639	0,118	2,604	0,009	R
<i>Briza subaristata</i>	1,695	1,639	1,069	4,404	0,015	R
<i>Bulbostylis</i> sp.	0,847	1,639	17,501	19,988	0,067	R
<i>Abutilon grandiflorum</i>	1,695	1,639	1,090	4,424	0,015	R
<i>Chromolaena ivifolia</i>	10,169	13,115	18,893	42,177	0,141	III
<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	5,085	3,279	0,107	8,471	0,028	R
<i>Conyza</i> sp.	5,085	6,557	0,368	12,011	0,040	R
<i>Corchorus</i> sp.	0,847	1,639	0,159	2,645	0,009	R
<i>Cyperus agregatus</i>	1,695	1,639	2,809	6,144	0,020	R
<i>Desmodium incanum</i>	4,237	4,918	1,223	10,378	0,035	R
<i>Elephantopus mollis</i>	4,237	3,279	4,252	11,768	0,039	R
<i>Eryngium horridum</i>	0,847	1,639	16,784	19,271	0,064	R
<i>Gamochaeta coarctata</i>	9,322	6,557	2,855	18,735	0,062	I
<i>Glandularia tweediana</i>	3,390	1,639	0,901	5,930	0,020	R
<i>Ipomoea nill</i>	0,847	1,639	0,118	2,604	0,009	R
<i>Kyllinga odorata</i>	0,847	1,639	0,205	2,691	0,009	R
<i>Lantana camara</i>	0,000	1,639	0,000	1,639	0,005	R
<i>Lepidium aletes</i>	5,085	9,836	1,059	15,980	0,053	R
<i>Plantago tomentosa</i>	5,085	4,918	3,239	13,242	0,044	R
<i>Sida rhombifolia</i>	11,017	6,557	0,322	17,897	0,060	I
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	1,695	1,639	1,243	4,578	0,015	R
<i>Solanum viarum</i>	16,102	9,836	16,221	42,159	0,141	III
<i>Stachytarpheta caynnensis</i>	6,780	6,557	2,487	15,824	0,053	I
<i>Vernonia laevigata</i>	2,542	4,918	6,975	14,435	0,048	R

*A: Abundancia

De acuerdo al análisis de Fitosociología realizada, las principales especies con mayor índice en la zona alta fueron: *Chromolaena ivifolia* con el 42,2%, *Solanum viarum* 42,2%, seguida de *Bulbostylis* sp. con 20%. Estas especies representan el mayor porcentaje de malezas presentes en la zona alta del potrero arbolado inventariado.



Figura 4. A. Marcación de parcelas por zonas en el potrero, B. Lanzamiento del bastidor de dimensiones 1 m², C. Identificación, extracción y cuantificación de las especies presentes en el cuadrado aislado. San Ignacio, Misiones, 2022.

Según Carvalho (2011), el índice de valor de importancia representa las especies de malezas que expresan mayor importancia en el área muestreada, siendo que cada población representa su comportamiento mayoritario en la determinación de su importancia relativa en el área estudiado. Esta investigación ha documentado la presencia de *Chromolaena ivifolia*, *Solanum viarum* y *Bulbostylis* sp.

Grossi et al. (2020) mencionan que en la tribu Eupatorieae (Asteraceae) se describen aproximadamente con 190 géneros y 2200-2500 especies con una distribución predominantemente Neotropical. La riqueza de las especies es particularmente alta en Brasil, los Andes tropicales y México. Esta investigación ha coincidido con la identificación de la tribu y varias especies presentes de la familia de las compuestas.

Esta investigación coincide con Lacorte y Esquivel (2009) quienes describen que la mayoría de los lotes en sucesión secundaria avanzada es subutilizada para el uso ganadero y con las modificaciones ambientales han aparecido malezas de estrato arbustivo como: *Baccharis* sp. y *Chromolaena* sp. En la investigación realizada han aparecido especies de *Baccharis* sp. y *Chromolaena ivifolia*.

La especie *C. ivifolia* se encuentra distribuida a nivel país en varios departamentos como: Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro (Jiménez et al. 2000).

En lo referente a la abundancia, se resalta que la especie representa como plantas 'pocos abundantes, con débil cobertura, y en la ecorregión mesopotámica del

departamento de Misiones se encuentra distribuida esta especie como invasora de pastizales degradados.

La especie presenta características típicas como: especie anual, de hábito de crecimiento herbáceo, arbustivo, llegando a superar el metro y medio, con hojas sésiles, con presencia de la lámina foliar escabrosa, florece y fructifica a principios o finales del verano. Estas descripciones coinciden con Rodríguez-Cabrera et al. (2014) puesto que describe con las mismas características a *C. ivifolia*.

Esta herbácea presenta tallo leñoso y abundante sistema radicular lo que lo convierte muy resistente en periodos de sequía e incendios, además de su fácil dispersión de forma anemocórica (dispersión por medio del viento), debido a su tipo de inflorescencia (compuesta) y con la facilidad con que ellas se desprenden.

El sistema de raíces que presenta lo dificulta bastante para tomar medidas de manejo, debido a las características de rusticidad que presentan, lo hace difícilmente eliminable del modo químico, cultural, biológico.

Del mismo modo, *Solanum viarum*, puede alcanzar los 2 metros de altura con espinas de hasta 3 mm de largo en ramas y el follaje. Sin dudas esta especie representa un problema en los potreros para los animales debido a que se ha observado la presencia de esta especie con crecimiento gregario, pudiendo cubrir densamente los campos abiertos, dificultando plenamente el pastoreo para los animales de especies vacunas y caprinas.

Rodríguez-Toledo et al. (2019) comentan que esta especie es una herbácea muy invasora, debido a su rusticidad y rápido crecimiento en los potreros, considerándose una maleza muy destructiva para zonas ganaderas.

En lo referente a la abundancia de esta planta arvense, se puede mencionar que la dominancia o abundancia representa cubriendo la superficie entre el 5 al 20% del total del metro cuadrado muestreado, según los parámetros ecológicos establecidos.

Todos estos resultados ayudan a dilucidar el conocimiento sobre las poblaciones encontradas, constituyendo una herramienta valiosa para las recomendaciones y tratamientos culturales que se requieran aplicar, tales como la implantación, recuperación o manejo de los pastizales.

4.2.2 Índices fitosociológicos zona baja

Tabla 7. Fitosociología de malezas presentes en la zona baja del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2022.

Nombre científico	DR	FR	Do.R	IVI	IR	A
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,60	1,75	0,10	2,46	0,82	R
<i>Arachis pintoii</i>	0,80	0,88	0,12	1,80	0,60	R
<i>Aristolochia sp.</i>	0,20	0,88	0,04	1,12	0,37	R
<i>Briza subaristata</i>	1,01	1,75	0,21	2,97	0,99	R
<i>Bulbostylis sp.</i>	0,20	0,88	0,93	2,01	0,67	R
<i>Chromolaena ivifolia</i>	17,3	11,4	51,9	80,70	26,9	IV
<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	1,61	1,75	0,15	3,51	1,17	R
<i>Conyza sp.</i>	0,40	1,75	0,09	2,25	0,75	R
<i>Cuphea racemosa</i>	0,80	3,51	0,14	4,45	1,48	R
<i>Desmodium incanum</i>	0,40	0,88	0,05	1,33	0,44	R
<i>Elephantopus mollis</i>	30,9	7,89	15,6	54,56	18,1	III
<i>Eleusine indica</i>	2,41	3,51	1,84	7,76	2,59	+
<i>Gamochaeta coarctata</i>	0,60	2,63	0,04	3,28	1,09	R
<i>Glandularia peruviana</i>	1,41	2,63	0,15	4,19	1,40	R
<i>Lantana camara</i>	3,02	4,39	1,28	8,69	2,90	+
<i>Lepidium aletes</i>	0,20	1,75	0,03	1,98	0,66	R
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	1,41	1,75	0,16	3,33	1,11	R
<i>Parietaria debilis</i>	0,40	0,88	0,02	1,29	0,43	R
<i>Plantago tomentosa</i>	0,40	0,88	0,07	1,34	0,45	R
<i>Richardia brasiliensis</i>	6,04	6,14	0,65	12,3	4,27	II
<i>Setaria parviflora</i>	0,40	0,88	0,08	1,36	0,45	R
<i>Sida rhombifolia</i>	7,04	7,89	6,36	21,3	7,10	II
<i>Solanum palinacanthum</i>	0,20	0,88	4,15	5,23	1,74	R
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	0,40	2,63	0,90	3,93	1,31	R
<i>Solanum viarum</i>	7,65	11,4	0,12	19,2	6,39	II
<i>Spermacoce verticillata</i>	0,40	2,63	0,20	3,24	1,08	R
<i>Sporobolus indicus</i>	2,21	3,51	9,39	15,2	5,04	II
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	4,63	9,65	2,72	17,0	5,67	II
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	5,23	1,75	0,61	7,59	2,53	+
<i>Vernonia laevigata</i>	1,61	0,88	1,72	4,21	1,40	R

*A: Abundancia

La estructura de la zona baja de la parcela estudiada presenta diversas malezas que han sido catalogadas como muy importantes en la parcela anterior, la zona alta. En esta zona se localizan especies que no han sido encontradas o identificadas en la zona anterior.

Se pueden mencionar a las especies por orden de importancia: *Chromolaena ivifolia*, *Elephantopus mollis* y *Sida rhombifolia* como las tres especies con mayor índice de valor de importancia como se ilustra en la Tabla 7.

Del mismo modo, *Chromolaena ivifolia* presenta el 80,7 % de importancia en la zona baja, interfiriendo el sistema pastizal, debido a su fácil propagación distribuyéndose ampliamente por el potrero, en ambas zonas.

Canizales et al. (2010) han localizado 116 especies de malezas presentes en en pasturas de fincas ganaderas, y la especie *Elephantopus mollis* ha sido localizada en las fincas como una de las especies principales dentro los sistemas de pastizales de Colombia coincidiendo con esta investigación como una de las especies de mayor importancia en el pastizal analizado.

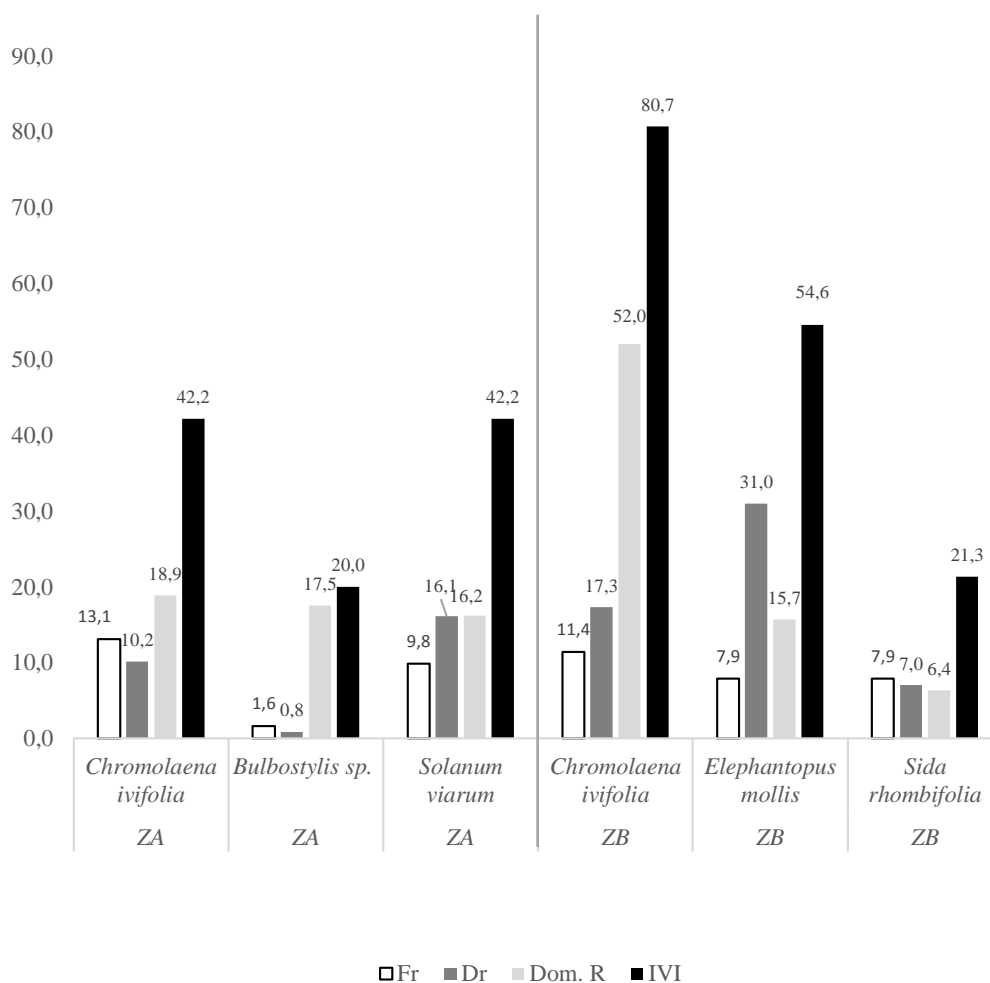


Figura 5. Comparación fitosociológica de las malezas más importantes en las zonas estudiadas. Misiones, Paraguay 2023.

Para *Chromolaena ivifolia* se observa que en la zona alta posee un IVI de 42,2%, sin embargo, en la zona baja duplica el valor con un 80,7%. Esta especie es de gran importancia ecológica debido a que impacta negativamente en la biodiversidad generando desplazamiento a especies nativas y reduciendo considerablemente la carga de los pastos para el ganado. Esto coincide con Day y McFadyen (2004) y Tripathi et al. (2011).

A continuación se detallarán los datos analizados en lo referente a la Fitosociología forestal, donde se obtuvo los datos de las especies presentes, distribución, dominancia y el índice de valor de importancia.

4.3. Componente Forestal

El componente forestal se representa mediante la fitosociología de especies forestales con resultados que van desde la zona alta hasta la zona baja como se observan en la Figura 6.



Figura 6. A. Medición de la altura total de la especie, B. Falso molle en floración, C. Obtención de datos de la biomasa forestal.

4.4. Fitosociología forestal

En relación al componente forestal se menciona que las especies presentes brindan beneficios como la sombra y la disminución del calor consecuentemente. Sin embargo se conoce o se sabe que en los pastizales nativos se encuentran muy pocas especies forestales de crecimiento espontáneo.

Para conocer que especies se encuentran en el potrero arbolado, se han realizado levantamientos de datos que dilucidan las especies de mayor importancia que a continuación se detallan:

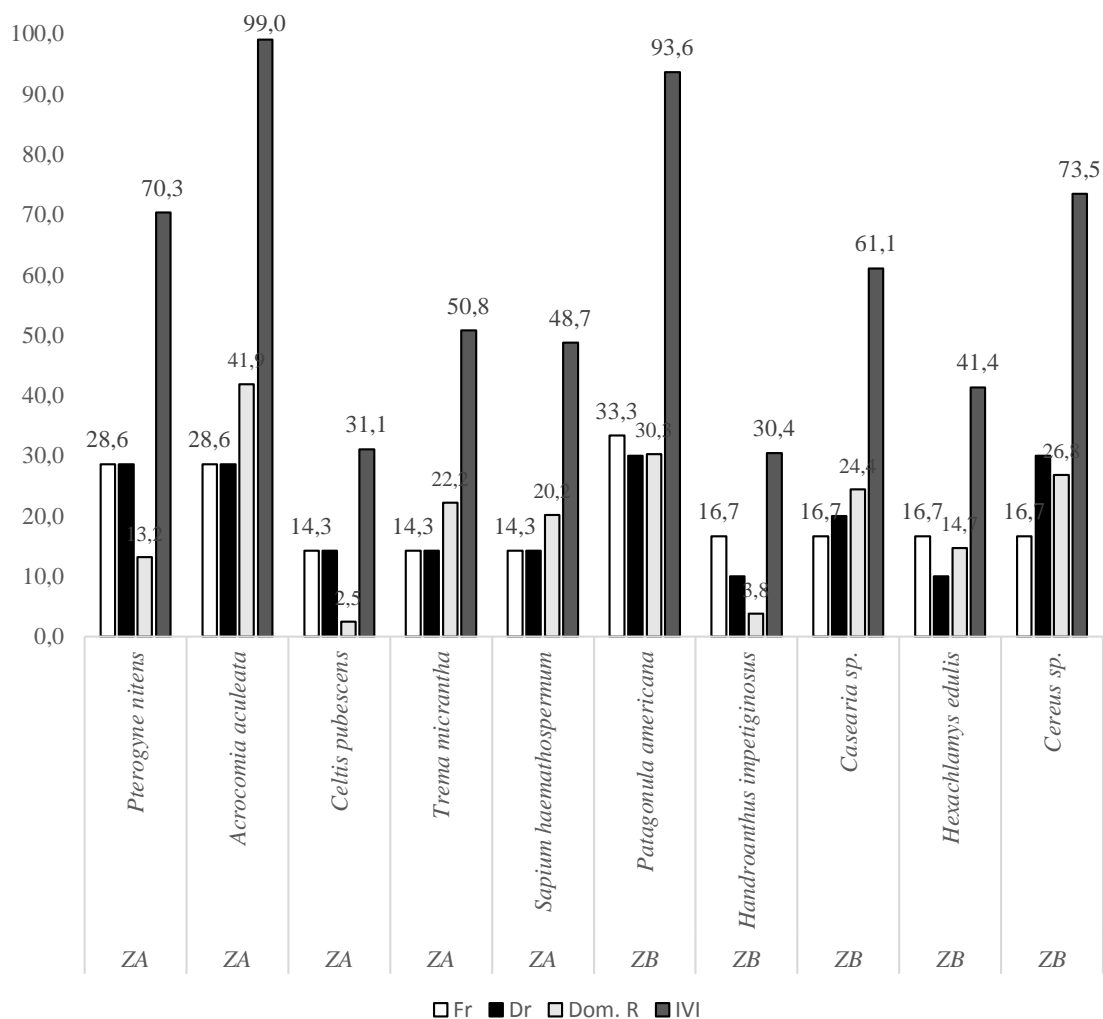


Figura 7. Índice de valor de importancia de las especies forestales presentes en el potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.

El 99% de los datos arrojaron que la especie *Acrocomia aculeata*, conocida comúnmente como “Mbokaja” fue la especie de mayor importancia forestal, debido a alto índice de valor de importancia, ya que los datos hallados fueron realizados mediante la medición dasométrica de las mismas, utilizando variables como: altura total, altura comercial, diámetro de la altura de pecho, área basal y fue extrapolado los datos con las dimensiones del potrero.

Cabe destacar que en la zona alta del potrero arbolado, fue esta especie la que presentó mayor importancia seguida de la especie *Pterogyne nitens*, conocida como

“yvyraró” con el 70% de importancia. Esto pudo deberse a que la especie representa un rápido crecimiento en los potreros, pudiendo expandirse rápidamente el dosel arbóreo.

La especie *Acrocomia aculeata* presenta varios beneficios en el potrero presente: se puede mencionar como un servicio ecosistémico la presencia de sombra, específicamente para el bienestar del ganado; las semillas y las hojas son fuentes de alimento para el ganado.

Seguidamente en la zona baja, la especie de mayor índice de valor de importancia es *Patagonula americana*, debido a que presentó un 93% de importancia, seguida de la especie *Cerus lanosus*, “Tuna candelero” con un 73% de importancia.

Para Andriani et al. (2020) la especie *Acrocomia aculeata* representa el 12,8% de índice de valor de importancia debido a que es una especie que habita en lugares de transición entre bosques y sabanas, ambas bien drenadas, lo que explica que en esta investigación se encuentra en mayor proporción a esta especie con un gran peso ecológico.

Estos datos fueron obtenidos mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa.

4.5. Carbono forestal acumulado en el potrero arbolado

En la vegetación es común hablar de procesos de captura de carbono, sin embargo, el proceso de almacenamiento en especies forestales se da mediante la absorción del anhídrido carbónico con el proceso fotosintético pudiendo almacenarse en diversas partes de la planta como también el suelo.

Para las especies forestales estos resultados se han logrado mediante ecuaciones alométricas, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 8. Carbono total almacenado en especies forestales del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.

Zona alta						Zona baja					
Especies	G (m ² /ha)	VT (m ³ /ha)	BT	CT (t)	CO ₂ eq (t)	Especies	G (m ² /ha)	VT (m ³ /ha)	BT	CT (t)	CO ₂ eq (t)
<i>Pterogyne Nitens</i>	0,01	0,03	0,13	0,07	0,25	<i>Patagonula americana</i>	0,01	0,07	0,28	0,14	0,51
<i>Acrocomia aculeata</i>	0,04	0,21	0,8	0,41	1,52	<i>H. impetiginosus</i>	0,03	0,23	0,93	0,27	1,00
<i>Pterogyne Nitens</i>	0,02	0,06	0,25	0,12	0,45	<i>Casearia</i> sp.	0,02	0,17	0,67	0,21	0,76
<i>Celtis Pubescens</i>	0,01	0,02	0,07	0,04	0,13	<i>Hexachlamys edulis</i>	0,12	0,63	2,54	0,63	2,32
<i>Acrocomia aculeata</i>	0,04	0,19	0,7	0,4	1,42	<i>Patagonula americana</i>	0,05	0,27	1,07	0,31	1,13
<i>Trema micrantha</i>	0,02	0,08	0,3	0,2	0,56	<i>Cereus</i> sp.	0,01	0,03	0,11	0,04	0,16
<i>Acrocomia aculeata</i>	0,06	0,29	1,2	0,6	2,12	<i>Casearia</i> sp.	0,08	0,44	1,76	0,47	1,71
<i>S. haemathospermum</i>	0,09	0,49	1,9	0,9	3,63	<i>Patagonula americana</i>	0,02	0,11	0,45	0,15	0,54
<i>Trema micrantha</i>	0,03	0,07	0,3	0,2	0,51	<i>Cereus</i> sp.	0,03	0,16	0,64	0,20	0,73
-						<i>Cereus</i> sp.	0,03	0,13	0,49	0,16	0,58
Promedio			5,7	2,8	10,59	Promedio			8,93	2,58	9,46

Estos fueron los resultados arrojados en las dos zonas muestreadas, de las cuales la mayor cantidad de carbono acumulado en la zona alta fue la especie kurupiká y (*Sapium haemathospermum*) con el 0,99 tn de carbono almacenado, y en la zona baja la especie que presentó mayor captura de carbono fue yvahái (*Hexachlamys edulis*).

Estos resultados se deben a que el kurupiká y presenta una copa densa, con fustes de pronunciado diámetro, con valores mayores, justificando la mayor captura de biomasa y por consecuente carbono capturado.

La especie *Hexachlamys edulis* representa la especie en mayor peso ecológico, por ende, varios individuos aumentan considerablemente el carbono capturado. Para (Batista et al. 2014) en su estudio preliminar de composición florística, constata la presencia de *Hexachlamys edulis* en donde justifica que esta especie se presenta en estratos herbáceos de 73% de cobertura vegetal, incluyendo especies de como *Bromus* sp, *Schyzachyrium* sp., *Baccharis* sp., *Allophylus edulis*, y algunas mirtáceas.

En esta investigación se identificó la especie *Allophylus edulis*, y algunas mirtáceas del género *Eugenia* sp., pero no fue tomada su biomasa, debido a que sólo se tomaron en

cuenta las especies que poseen diámetro de fuste iguales o mayor a 10 cm, excluyendo brinzales y latizales.

Seguidamente se expresaron resultados sobre el componente pastizal del potrero arbolado.

4.6.Componente pastizal

Tanto bosques nativos y lotes en gran mayoría se encuentran en sucesión secundaria debido a las tierras son utilizadas como explotación ganadera y principalmente se encuentran enmalezadas por especies herbáceas como: *Baccharis* spp. y *Chromolaena* spp (Lacorte y Esquivel 2009)

Los pastizales de la Mesopotamia nativamente presentan como pasto al *Paspalum notatum*, que presenta un hábito de crecimiento perenne, cespitosa, formadora de matas de aproximadamente 20 a 75 cm de longitud con tallo erecto con dos nudos Rzedowski y Rzedowski (2001)

En la Tabla 9, se puede observar las especies de pastos presentes en el potrero arbolado. La especie *Urochloa brizantha* se encuentra predominando en la zona alta, analizándose la productividad de la pastura subdividiendo a su vez la zona alta en cuatro parcelas delimitadas y las mismas muestreadas mediante los cuadrados aislados correspondientes a un bastidor de 1 m².

Finalmente, se estimaron valores de materia seca que en promedio fue de 5,02 t/ha en lo referente a la parcela de la zona alta y en relación a la zona baja se puede mencionar que la especie predominante fue la especie nativa *Paspalum notatum* que mediante los cálculos arrojaron que la materia seca en promedio fue de 6,4 t/ha.

Estos resultados concuerdan con Martín et al. (2007), quien describe la producción de pasto *Paspalum notatum* en zonas bajas con una producción promedio de 5500 kg MS por año y en esta investigación los valores fueron 6,4 t/ha teniendo en cuenta la relación de las zonas. Se puede mencionar que existen diferencias en la cantidad de materia seca que acumulan los pastizales es de 1,39 t/ha. Esto puede deberse a que son diferentes especies vegetales y la topografía de las zonas se ven influenciadas por el peso ecológico de las malezas y la carencia de materia orgánica presente en los suelos de la ecorregión.

Tabla 9. Comparación de materia seca, y carbono capturado en la zona alta y baja del potrero arbolado, Misiones, Paraguay, 2023.

Zona Alta (<i>Urochloa brizantha</i>)				Zona Baja (<i>Paspalum notatum</i>)			
Promedio	MS (%)	MS (t/ha)	C (t/ha)	Promedio	MS (%)	MS (t/ha)	C (t/ha)
Zona Alta	44,36	4,1	2,1	Zona Baja	44,9	5,6	2,8
$\alpha= 5\%$	34,66±54,1a	3,5±4,7a	1,8±2,4a	$\alpha= 5\%$	33,3±56,5a	4±7,2 ^a	2±3,6 ^a

α = nivel de significancia

Para la prueba de T con un nivel de significancia al 5% se ha realizado comparando la producción de MS (kg/ha), sin embargo estos valores no arrojaron diferencias significativas entre la comparación de producción de los pastizales delimitados en dos zonas (ver anexo). También se puede observar que los valores promedios de materia seca en la zona baja pueden obtener desde 3,5 t/ha hasta 4,7 t/ha de producción.

En relación a la pastura presente en la zona baja se puede demostrar con un nivel de significancia del 5% que la producción del pasto comprende desde 4 t/ha hasta 7,2 t/ha. Realizando las comparaciones mediante T de Student se demostró que no existen diferencias estadísticas.

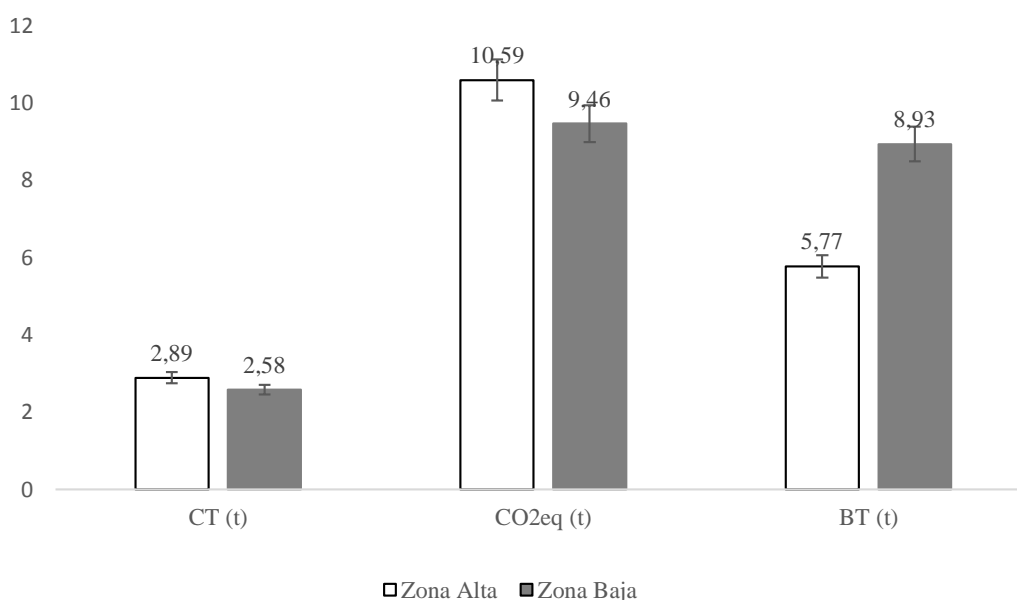


Figura 8. Comparación entre las zonas muestreadas con parcelas delimitadas, Misiones, Paraguay, 2023.

En esta figura se observa que en la parcela de la zona alta fue la que presentó mayor contenido de carbono acumulado con un 2,8 t/ha y la zona baja con 2,58 t/ha. sin embargo, las demás parcelas arrojaron un 2,5% y 2,4% de t/ha de carbono.

4.7.Componente suelo

Durante el proceso del muestreo y cuantificación de malezas también se realizaron la extracción de muestras de suelo a dos profundidades para conocer el estado del componente químico tanto físico del sistema suelo.

En relación a la coloración de estos suelos van desde el marrón rojizo opaco hasta el marrón rojizo oscuro con una clase textural que van desde el areno franco a arenosas.

Para Porta et al. (2014), los cambios en la coloración de los suelos se ven influenciados por las reacciones de óxido-reducción que ocurre en estos suelos, debido a la cantidad de materia orgánica presente.

Del mismo modo, Socarrás (2013) y Álvarez Sánchez (2001) mencionan que la fauna interviene en el proceso de la descomposición a la par que se asocian mutuamente con el material mineral, interviniendo en la estructuración y desarrollo de los suelos.

Desde la posición de Franzluebbers (2002) refiere que uno de los indicadores de calidad del suelo es la materia orgánica (MO), para muchos un parámetro universal, debido a su influencia sobre los demás atributos y funciones de los suelos y a su efecto significativo que presenta como alternativa para reducir el efecto invernadero por medio del secuestro del carbono.

Estos resultados arrojaron que dentro del componente suelo el mayor contenido de materia orgánica se encuentra en la zona baja, esto asumiendo que el (promedio de las dos profundidades muestreadas) en la zona es de 1,43%, siguiendo el porcentaje de materia orgánica de la zona alta que fue de 1,25%.

Como se puede observar en la Tabla 14, se presentan los niveles de materia orgánica presentes en cada subparcela muestreada, carbono orgánico expresado en t/ha y el dióxido de carbono expresado en t/ha.

Tabla 10. Valores de materia orgánica, carbono orgánico y dióxido de carbono equivalente en ambas zonas muestreadas con las respectivas parcelas delimitadas. Misiones, Paraguay, 2023.

Zonas	Profundidad	Materia orgánica (%)	COS (%)	Densidad aparente(kg/m ³)	COS t/ha
Promedio Zona Alta	0 a 10 cm	1,4275	0,8	1274,96125	10,5814371
Promedio Zona Alta	10 a 30 cm	1,0725	0,6	2693,9275	16,797891
Promedio Zona Baja	0 a 10 cm	1,5775	0,9	1246,5175	11,4324497
Promedio Zona Baja	10 a 30 cm	1,2825	0,7	2709,77	20,2051164

Estos estudios explican que el porcentaje de materia orgánica presente en las zonas muestreadas presentan diferencias significativas (ver anexo), esto se debe a que existe mayor estrato forestal y mayor contenido de hojarasca en los suelos de la zona baja, por ende, estos suelos presentan mayor acumulación de humedad, ayudando a comprender mejor la actividad funcional carbónica de la pastura presente en los suelos de la zona baja.

También es importante mencionar que el reciclaje de nutrientes se ven favorecidos por el mayor contenido de materia orgánica en los suelos de la zona baja, debido a que el humus se relaciona con las propiedades físicas de los suelos, presentando estabilidad y agregados a los suelos, facilitando la penetración de agua, disminuyendo la erosión de los suelos como mencionan Julca-Otiniano et al. (2006).

El índice de calidad de sustrato orgánico de suelo C/N arroja un valor promedio de 12,4 y 11,9 para la zona alta y baja, respectivamente en el potrero arbolado, lo que indica que la materia orgánica se encuentra de manera estable. Con esto se confirma que existe nutrientes necesarios beneficiosos para microorganismos y vegetales en la zona de estudio.

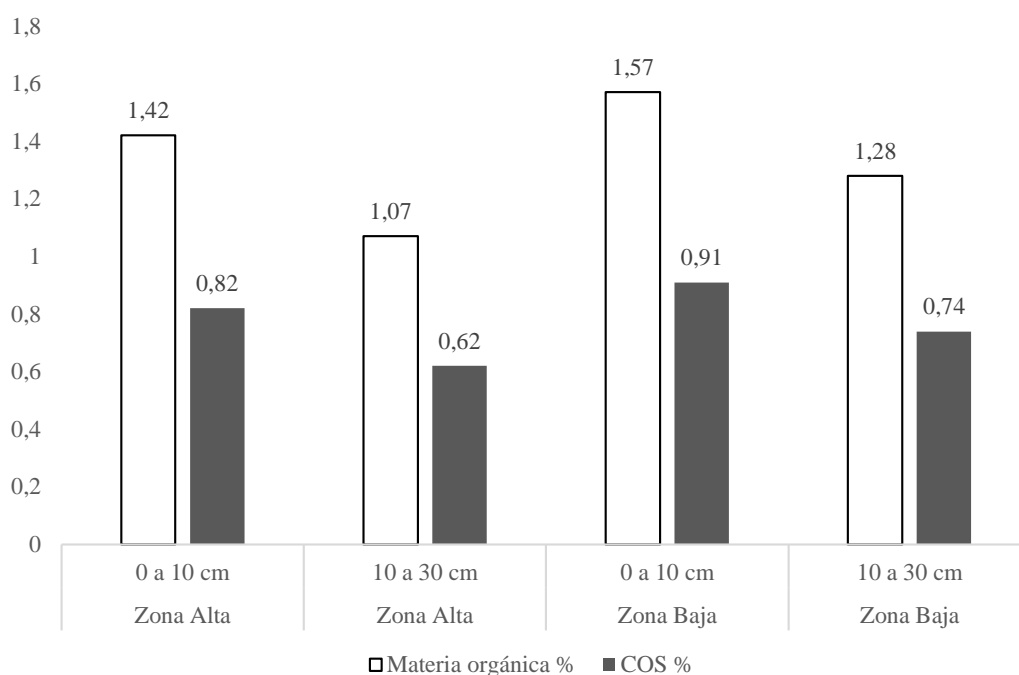


Figura 9. Porcentaje de materia orgánica y contenido de carbono orgánico de suelo, FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2023.

Esta investigación refleja que en suelos húmedos con contenido de materia orgánica por el valor promedio de 1,57% en la zona baja se encuentran altamente relacionados con la aparición de malezas, ya que estas se dispersan de manera anemocórica y encuentran las condiciones favorables para su crecimiento y producción, como es el caso de *Elephantopus mollis* y *Chromolaena ivifolia.*, considerando que el viento dispersa las semillas, y dado el porcentaje de humedad de suelo se ven favorecidas para su germinación.

Seguidamente se presenta la relación de fertilidad en la Tabla 11, donde se ilustran los niveles de macronutrientes con los niveles en las zonas del potrero arbolado.

Tabla 11. Niveles de macronutrientes presentes en el Potrero Arbolado, Misiones, Paraguay, 2022.

Macronutrientes	Zonas	Niveles de nutrientes	
Potasio (K)	Zona Alta	0,06 cmol/kg	Bajo
	Zona baja	0,14 cmol/kg	Medio
Nitrógeno (N)	Zona Alta	0,0625 %	Bajo
	Zona baja	0,0715 %	Bajo
Fósforo (P)	Zona alta	1 mg/kg	Bajo
	Zona baja	2,4 mg/kg	Bajo

Estos valores explican la coexistencia de malezas en el suelo del potrero *Chromolaena ivifolia*, *Elepanthophus mollis*, *Bulbostylis sp.*, *Sida rhombifolia* con mayor IVI y las especies forestales presentes con mayor peso ecológico que son *Hexachlamys edulis* y *Sapium haematospermum*.

4.8 Componente animal

En el potrero estudiado, se presentan animales de tipo: bovino y ovino. Estos animales generalmente presentaron como finalidad la producción lechera. La caracterización de los animales arrojó los siguientes resultados.

Tabla 12. Razas de animales presentes en el potrero arbolado con su finalidad de producción. San Ignacio, Misiones, 2023.

Raza	Sexo	Cantidad	Finalidad de Producción
Holstein	Toro	1	Reproducción
Pardo Suizo x Jersey	Vacas	2	Lácteos
Pardo Suizo x Jersey	Vaquillas	7	Lácteos
Santa Inés	Ovejas	2	Lácteos

En total se han cuantificado 12 animales presentes en el potrero arbolado, estos animales normalmente no han recibido suplementación alguna de alimentos, sólo consumen el pastizal existente en las hectáreas del predio. Normalmente suelen rotar de lugares, sin embargo, se evidencia la falta de alimentos adecuados para los mismos, debido a los estados y/o condiciones corporales que presentan.

Con relación a la carga instantánea del potrero se puede mencionar que existen 1,1 animales por hectárea. Según Arias et al. (1990), citado por Flórez (2017), la capacidad de carga adecuada en sistemas extensivos representa la carga de un animal por hectárea, y en esta investigación los datos sobre carga animal arrojan que existe una capacidad de carga correcta.

Un factor determinante es la forma del sistema de manejo que se le brinda a las extensiones del pastizal, con pastoreos libres, los animales consumen de manera selectiva sin control de los periodos de permanencia y de ocupación, afectando la producción de forraje por unidad de área, ocasionando degradación de praderas, disminución de fertilidad y daños en las propiedades físicas de los suelos Flórez (2017).

A continuación se presenta estadísticas que ayuden a correlacionar el componente malezas por los disturbios que ocasionan en el potrero versus los demás componentes que serán correlacionados mediante la T de Student.

4.8. Análisis de correlación entre los componentes

Para el análisis de correlación entre malezas y especies forestales es importante mencionar que se tomaron en cuenta la cantidad de individuos presentes de especies forestales desde brinzales hasta latizales y de la maleza *Chromolaena ivifolia* por ser la especie que presenta mayor IVI.

Para el componente pastizal se utilizó la materia seca expresada en t/ha y para el componente suelo se correlacionó el potencial de hidrógeno del mismo. Del mismo modo, para el componente malezas, se utilizó la materia seca expresada en t/ha para obtener el contenido de carbono capturado en el sistema.

Se realizó un análisis general entre todos los componentes del potrero arbolado, utilizando la correlación de Pearson y los resultados de la Tabla 13 se detallan:

Tabla 13. Análisis correlacional entre los componentes presentes en el potrero arbolado de la ecorregión Pastizales de la Mesopotamia, Misiones, Paraguay, 2023.

Componentes del Potrero Arbolado	Nivel de significancia
Componente Maleza MS (g) VS Componente Forestal	0,109 ^{ns}
Componente Maleza MS (g) VS Componente Suelo	0,260 ^{ns}
Componente Maleza MS (g) VS Componente Pastizal	0,194 ^{ns}
Componente Forestal VS Componente Suelo	0,130 ^{ns}
Componente Forestal VS Componente Pastizal	0,645 [*]
Componente Suelo VS Componente Pastizal	0,215 ^{ns}

ns: no significativo

*: Significancia al 10%

El análisis correlacional entre el componente malezas, suelo, especies forestales y pastura se representó mediante cuatro puntos que son las parcelas delimitadas dentro de las zonas estudiadas. Este análisis estadístico arroja que no existe un parámetro correlacionable salvo el componente forestal versus el componente pastizal, aquí se representó un nivel de significancia de 0,645 con un 90% de confianza con un p valor de 0,084.

Se asumió la existencia de una correlación directa, fundamentando que a medida que existieron crecimientos espontáneos de especies forestales en el potrero arbolado, aumenta el potencial del pastizal, debido a que aumenta el porcentaje de materia seca expresada en t/ha.

Para Lok et al. (2006), el uso de especies forestales con el pastizal es un elemento eficaz para elevar la biodiversidad, extraer nutrientes y agua de la capa profunda del suelo, producir biomasa en estratos distintos, crear un ambiente favorable para el desarrollo de pastos asociados y el ganado, así como también generar microclimas que favorezcan la fauna edáfica.

Los mismos autores mencionan que en su trabajo de evaluación de materia seca de pastos con influencias de especies forestales en pastizales en diferentes estaciones incrementan el potencial del alimento del pasto para el ganado coincidiendo con la presente investigación, debido a que se asumió que la cantidad de especies forestales en el potrero arbolado aumentan el potencial del pastizal traduciéndose al incremento de la materia seca de los pastos.

En lo referente a las especies forestales y pastos, Jobbágy et al. (2006) comenta que sistemas dominados por pastos y árboles suelen tener un gran impacto en la funcionalidad de los ecosistemas como resultado de la interacción de estas especies de plantas utilizando energía, agua y los nutrientes.

Sin embargo, para Gandullo et al. (2013) existe un factor muy importante cuando se habla sobre composición de flora es el factor ambiental, debido a que las condiciones ambientales y el tipo de manejo de los recursos naturales en un lugar determinan la producción primaria neta y la abundancia de especies que se constituyen.

4.9. Cantidad de Carbono Acumulado en el sistema potrero y cantidad de anhídrido carbónico equivalente.

Con la finalidad de la mejora de la huella de carbono en busca de la mitigación ambiental eliminando todo el exceso de anhídrido carbónico que se almacena en la atmósfera se presentan estudios preliminares en el potrero arbolado.

Los componentes: pastizal, forestal y suelo determinan el contenido de carbono presente o almacenado en ellos y también se pudo estimar el anhídrido carbónico equivalente de estos componentes presentes en el potrero estudiado, que a continuación se expresan:

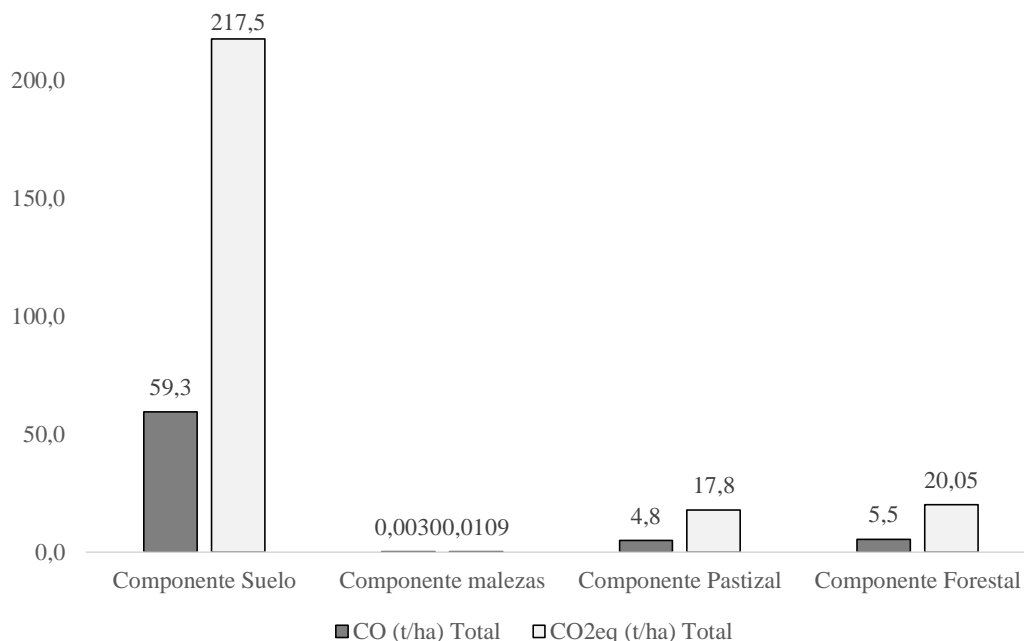


Figura 10. Cantidad de carbono capturado en los componentes del potrero arbolado y estimación de anhídrido carbónico equivalente del mismo. Misiones, Paraguay, 2022.

Cuando se habla de dióxido de carbono, el secuestro de carbono orgánico de suelo comprende primeramente la extracción de CO_2 de la atmósfera a través de la fotosíntesis, posterior a eso, ocurre la transferencia de CO_2 a la biomasa vegetal y por último la transferencia de biomasa vegetal al suelo donde se almacena de forma de COS en la reserva más lábil. En la Figura 10, se pudo observar que el sistema suelo es el mayor reservorio de carbono orgánico, con un total de acumulación de 59,3 t/ha.

Para Burbanano (2016) el carbono orgánico de suelo puede presentar promedio de acumulación al año desde 0,2 a 1 t/ha debido a que los resultados dependen del balance entre los aportes generados por la biomasa vegetal. En esta investigación se presentó un valor de COS de 59,3 t/ha ya que son pastizales con grandes extensiones que se ubican en transición con el departamento de Misiones y Ñeembucú.

En los estudios de contenido de materia orgánica en suelos en el departamento de Ñeembucú de Riveros et al. (2022), describe que los suelos presentan un porcentaje hasta 1,92% de acumulación de carbono orgánico a una profundidad de 20 cm, coincidiendo con esta investigación, debido a que una de las parcelas muestreadas presentaron valores de 1,89 % tanto para profundidades de 0 a 10 cm y 20 a 30 cm.

Por otro lado, el contenido de carbono orgánico en suelos de Ñeembucú presentó 1,28% en promedio de todas las zonas muestreadas, y en esta investigación el promedio de carbono orgánico fue de 0,78% existiendo diferencias entre departamentos. El dióxido de carbono equivalente valorado fue de 217,5 t/ha.

El componente malezas presenta una acumulación de 0,0030 t/ha (equivalente a 30 kg/ha) de Carbono y un valor de 0,0109 t/ha (equivalente a 109 kg/ha) de anhídrido carbónico. Este resultado refleja la importancia de realizar algunas medidas de manejo para las malezas, debido a que son especies herbáceas, arbustivas y leñosas presentes en el potrero que inciden de forma negativa desde el punto de vista agronómico comparando con el pastizal, ya que la finalidad de este sistema es el control de malezas en pastizales y aumentar los niveles de carbono en suelo y pastizal.

Sabattini et al. (2019) deduce que en pastizales con largo historial de pastoreo representa una máxima diversidad de especies en presencia de herbívoros y generalmente no son observables la invasión de especies exóticas ni la pérdida de especies nativas considerando una alta carga animal. En esta investigación la carga animal representada fue apta para el establecimiento de herbívoros, sin embargo, el crecimiento de *Chromolaena ivifolia* interfiere en el pastizal, debido a que representa una cobertura total en promedio de 50 a 75% con un papel ecológico altamente invasor.

Para Putnam y DeFrank (1983) la superficie del suelo expuesta corre riesgo de erosión por la lluvia o el viento, en particular, si también se eliminaron o alteraron los sistemas de raíces. Las plantas preexistentes, que llamamos “malezas”, son aquellas especies que pueden cubrir rápidamente el suelo desnudo y ejercer ventajas como: protección de erosión, reciclar nutrientes solubles y absorber dióxido de carbono y ciertas desventajas como alelopatía o servir de hospedero de plagas.

Seguidamente en el componente pastizal, se menciona que el sistema captura 4,8 t/ha de carbono. Estos datos fueron analizados mediante los cálculos de biomasa de las especies predominantes de pastos en el pastizal.

Según la FAO (2007), las estimaciones del carbono almacenado en los pastizales son de aproximadamente 70 t/ha, pudiendo mencionar que esta investigación dedujo que estos valores de carbono se debe a la biomasa presente al momento del corte de los pastizales. El dióxido de carbono equivalente valorado fue de 17,8 t/ha.

Para el componente forestal, la cantidad de carbono capturado en el sistema es de 5,5 t/ha, esto se debe a que en comúnmente en pastizales se encuentran distribuidas pocas especies de crecimiento arbóreo.

El dióxido de carbono equivalente valorado fue de 20,05 t/ha. No obstante, la asociación de especies forestales con especies de pastizales ayuda a incrementar los valores de carbono, ejerciendo un mayor servicio ecosistémico en la interacción árbol-pasto, debido a su mutuo beneficio. Esto se pudo comprobar mediante el análisis de correlación de Pearson.

Finalmente el total de Carbono acumulado en el potrero arbolado es de 69,6 t/ha y 255,3 t/ha de Anhídrido carbónico equivalente.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

En base a los resultados se puede concluir que:

Existe una gran diversidad de flora compuesta por numerosas familias botánicas que van desde las especies herbáceas hasta leñosas, ubicándose como las más numerosas las: Asteráceas, Malváceas, Solanáceas y Poáceas.

La fitosociología de malezas arroja la presencia de *Chromolaena ivifolia*, *Solanum viarum*, *Bulbostylis* sp., *Elephantopus mollis* y *Sida rhombifolia* como las especies de mayor peso ecológico. La fitosociología de especies forestales arroja que la especie *Acrocomia aculeata* fue la de mayor importancia en la zona alta y en la zona baja la especie *Patagonula americana*.

El componente pastizal representado por dos especies, no arroja diferencias estadísticas significativas entre la comparación de producción de los pastizales delimitados en dos zonas.

Se cuantifica con 12 animales presentes en el potrero arbolado el componente animal, todas con la finalidad de producción lechera pero con bastante interferencia de malezas, debido a su expansión masiva en el potrero arbolado.

El componente suelo presenta nivel medio de materia orgánica, y mayor almacenamiento de carbono que el componente pastizal y forestal. Finalmente el total de Carbono acumulado en el potrero arbolado es de 69,6 t/ha y 255,3 t/ha de Anhídrido carbónico equivalente.

Finalmente, se recomienda como manejo de malezas dos métodos: control químico, aplicando productos como 2,4 – D, Fluoroxipyr o una mezcla entre Dicamba + 2,4 – D o Picloram + 2,4 – D, con dosis adecuadas para la eliminación de las plantas arvenses de hojas anchas. Este método se recomienda primeramente debido a que es un método más accesible y de menor costo operativo.

El segundo método de eliminación es el control mecánico, utilizando maquinarias agrícolas realizando la arada en la superficie que se desea obtener libre de malezas. Es un método costoso en el caso que no se tenga maquinarias disponibles.

En relación al componente forestal se debe realizar tratamientos silviculturales de baja intensidad como poda, raleo y cuidados fitosanitarios para que los árboles puedan presentar crecimiento sano y recto.

Para el manejo de animales, se debe realizar suplementaciones agrícolas de tal manera a que puedan tener mayor ganancia diaria de peso, de ser posible, realizar una buena fertilización a base de NPK, debido a que estos suelos presentan una baja disponibilidad de macronutrientes dificultando al máximo la capacidad de brindar buena proteína a los animales presentes en el potrero.

Al poseer 10 hectáreas de superficie, lo recomendable para la carga animal presente es la de realizar rotación por división de potreros. Aplicar la metodología propuesta por Voisin, quien fundamente el pastoreo de animales por un periodo determinado en cierto potrero para luego realizar rotaciones sucesivas. Se recomienda que el animal quede pastoreando 15 a 20 días en cada uno de los potreros en división.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, JAA; Sedyama, T; Silva, AA; Carneiro, JES; Cecon, PR; Alves, JMA. 2008. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). *Planta Daninha* 26(2):279-289. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000200004>.
- Altieri, MA; Liebman, M. 1988. *Weed management in agroecosystems: ecological approaches* (en línea). s.l., Boca Raton, FL (USA) CRC Press. Consultado 10 nov. 2022. Disponible en https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Weed+management+in+agroecosystems%3A+ecological+approaches&author=Altieri%2C+M.A.%0A++++%28ed.%29&publication_year=1988.
- Álvarez Sánchez, J. 2001. Descomposición y ciclo de nutrientes en ecosistemas terrestres de México. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA* (N.S.) :11-27. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401843>.
- Andrew, SM. 2018. Invasive Species & *Echinochloa colona*; Reduces Abundance and Diversity of Resident Plant Communities in Tropical Wetland. *Open Journal of Ecology* 08(09):483-494. DOI: <https://doi.org/10.4236/oje.2018.89029>.
- Andriani, M; Souza, A; Silva, G; Borges, P; Guilherme, F. 2020. FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM ECÓTONO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL-CERRADO RUPESTRE, JANDAIA, GO (en línea). *Enciclopédia Biosfera* 17(33). DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2020C24.
- Barkley, F. A. 1962. Anacardiaceae: Rhoideae: Schinopsis. *Proceed. Iraqi Scientific Society* 5: 44-69.
- Burbano Orjuela, H. 2016. El carbono orgánico del suelo en el ámbito de la naturaleza y la sociedad. *Suelos Ecuatoriales* 46(1-2):89-100.
- Canizales, S.A; Celemín, J.S; Mora-Delgado, J. 2010. Diversidad y uso de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del Alto Magdalena (Tolima, Colombia). *Zootecnia Trop.*, 28(3): 427-437. Consultado el 15 Feb 2023. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?zt10043>.
- Caro, O. 2013. *Ganadería sostenible y conservación de la biodiversidad*. Bogotá, Colombia.
- Carvalho, L. B. 2011. *Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas*. Jaboticabal: Edição do Autor. 58 p.
- Curtis, J. T; McIntosh, R. P. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 31, 476-496. <http://dx.doi.org/10.2307/1931725>

- Day, MD; McFadyen, RE. 2004. Chromolaena in the Asia-Pacific region (55). (en línea). Disponible en: <https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/548/tr55.pdf>
- Esqueda-Esquivel, VA; Tosquy-Valle, OH. 2006. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). *Agronomía Mesoamericana* 18(1):1. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v18i1.5031>.
- Eyherabide, M; Saínz Rozas, H; Barbieri, P; Echeverría, HE. 2014. Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. *Ciencia del suelo* 32(1):13-19.
- Faggioli, V. 2019. Malezas: nutrición fosforada y asociación con hongos formadores de micorrizas arbusculares. s.l., s.e.
- FAO. 2007. Secuestro de Carbono en tierras áridas. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 120p
- Ferreira, EA; França, AC; Carvalho, RF; Santos, JB; Silva, DV; Santos, EA. 2011. Avaliação fitossociológica da comunidade infestante em áreas de transição para o café orgânico (en línea) (En accepted: 2018-12-13t11:32:21z). DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000300010>.
- Ferri C.M; A.M, Saenz; V, Jouve. 2015. Términos de uso frecuente en producción y utilización de pasturas. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNLPam* Vol. 25(1): 41-61
- Flórez, DF. 2017 . Estimación de la capacidad de carga del sistema de producción lechero de la vereda Fontibón del municipio de Pamplona. *Mundo Fesc*, 13, 15-21. ISSN 2216-0388
- Franzluebbers, AJ. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality (En pubag agid: 9929). *Soil & tillage research* 66(2):95-106. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00018-1).
- Frey, G; Fassola, H. E; Pachas, N; Colcombet ,L; Lacorte, S. M; Cabbage, F; Pérez, O. 2007. Adoption and economics of silvopasture systems by farm size in northeastern Argentina. *The 10 th North American Agroforstry Conference*, 219:230
- Gatti, ML; Ayala Torales, AT; Cipriotti, PA; Golluscio, R. 2013. Leaf and tiller dynamics in two competing C3 grass species: influence of neighbours and nitrogen on morphogenetic traits (en línea) (En accepted: 2016-02-17t20:59:49z). DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00881.x>.
- González, J. 2009. Evaluación de tres sistemas silvopastoriles para la gestión sostenible de los recursos naturales de la microcuenca del río chimborazo (en línea). Consultado el 04 de Dic de 2019. Disponible en: <https://books.google.com.py/books?id=dpIzAQAAMAAJ&pg=PA97&dq=sistemas+silvopastoriles+como+sumidero+de+carbono&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj8w97u8OHjAhXxK7kGHSQ4BGMQ6AEIJjAA#v=onepage&q=sistemas%20silvopastoriles%20como%20sumidero%20de%20carbono&f=false>
- Kumar Rai, P; Singh, JS. 2020. Invasive alien plant species: Their impact on environment, ecosystem services and human health. *Ecological Indicators* 111:106020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106020>.
- Kuva, MA; Pitelli, RA; Salgado, TP; Alves, PLCA. 2007. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. *Planta Daninha* 25:501-511. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000300009>.

- Lacorte, S.M; Esquivel, J.I. 2009. Sistemas silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina. Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. INTA. (en línea). Consultado el 12 de nov. 2022. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/80061/mod_resource/content/0/Clase_14_Sistemas_agroforestales/C7_Lacorte_Esquivel_Lectura.pdf
- Lozano, EC; Aquino, VP; Zapater, MA. 2022. Morfología comparativa en *Lithraea* (Anacardiaceae), aspectos vegetativos y reproductivos y distribución en Argentina (en línea). *Lilloa* . DOI: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.1/2022.04.06>.
- Luna, C. V. 2012. Distribución e importancia maderera de la familia Anacardiaceae en el gran Chaco Argentino. *Ra Ximhai* 8: 83-95. <https://doi.org/10.35197/rx.08.03.e1.2012.09.cv>
- Marques, LJP; Silva, MRM; Lopes, GS; Corrêa, MJP; Araujo, MS; Costa, EA; Muniz, FH. 2011. Dinâmica de populações e fitossociologia de plantas daninhas no cultivo do feijão-caupi e mandioca no sistema corte e queima com o uso de arado. *Planta Daninha* 29:981-989. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000500004>.
- Martín, B; Galleano, V; Spiller, LC; Vilche, MS; Montico, S. 2011. Evaluación de la productividad primaria de un pastizal templado en Santa Fe, Argentina. *Archivos de Zootecnia* 60(232):965-975. DOI: <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000400013>.
- Martín, B; Galleano, V; Spiller, LC; Vilche, MS; Montico, S. 2011. Evaluación de la productividad primaria de un pastizal templado en Santa Fe, Argentina. *Archivos de Zootecnia* 60(232):965-975. DOI: <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000400013>.
- Martínez, J; Cajas, YS; León, JD; Osorio, NW. 2014. Silvopastoral Systems Enhance Soil Quality in Grasslands of Colombia. *Applied and Environmental Soil Science* 1-8. Doi: <https://doi.org/10.1155/2014/359736>
- Martínez-Encino, C; Villanueva-López, G; Casanova-Lugo, F. 2013. Densidad Y Composición De Árboles Dispersos En Potreros En La Sierra De Tabasco, México. *Agrociencia* 47(5):483-496.
- Martins, M; Parreira, M; Martins, J; Soares, J; Ribeiro, R. 2018. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da pimenta-do-reino na amazônia oriental. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 8. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v8i3.3041>.
- Mascarenhas, MHT; Viana, MCM; Lara, JFR; Botelho, W; Freire, FM; Macêdo, gar. 2009. Flora infestante em pastagem degradada sob recuperação, pelo sistema de integração lavoura-pecuária , Em região de cerrado (en línea). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 8(01). DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n01p%p>.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España: SEA, vol. 1. M&T-Manuales y Tesis.
- Mostacedo, B; Fredericksen, TS. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. 92p.
- Muller-Dombois, D; Ellenberg, H.A. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: 547p.
- Muñoz, J. D. (2000). Anacardiaceae, en A. Hunziker (ed.), *Flora Fanerogámica Argentina* 65: 1-28. Córdoba: ProFlora.

- Núñez-Ravelo, F; Ugas-Pérez, M; Calderón-Castellanos, R; Rivas-Meriño, F. 2021. Cuantificación del carbono orgánico y materia orgánica en suelos no rizosféricos o cubiertos por *Avicennia germinans* (L.) y *Conocarpus erectus* (L.) emplazados en Boca de Uchire, laguna de Unare, Estado de Anzoátegui, Venezuela. *Revista Geográfica de América Central* (66):340-366. DOI: <https://doi.org/10.15359/rgac.66-1.13>.
- Paustian, K; Lehmann, J; Ogle, S; Reay, D; Robertson, GP; Smith, P. 2016. Climate-smart soils. *Nature* 532(7597):49-57. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature17174>.
- Pena, L. 2020. Fitossociologia de plantas daninhas, plantas de cobertura e sistemas de preparo em latossolo vermelho cultivado com soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba. 61 p.
- Pezzutti, R. y S. Caldato 2004. Efecto del control de malezas en el crecimiento de plantaciones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* y *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Bosque* 25(2): 77-87.
- Pitelli, R. A. 2000. Estudios fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecosistemas. *J. Conserb*, v. 1, n. 2, p. 1-7
- Plata, K; Quintero, IDR; Carbonó-Delahoz, E. 2022. Análisis del riesgo de invasión de malezas introducidas asociadas a cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 46. DOI: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1520>.
- Polini, G; R. Romero López. 2013. Comer del Monte; plantas útiles del Chaco Central. *Cooperazione Internazionale*, Paraguay. 384p.
- Porta, J; López-Acevedo, M; Poch, R. 2014. Introducción a la edafología: usos y protección de suelos. Madrid, España, Mundi-Prensa. 607 p.
- Riveros, CRB; Bobadilla, SMM; Graupera, XJG. 2022. Estimación del contenido de carbono en la biomasa y suelo del bosque nativo de Ñeembucú. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico* (16):e2022010-e2022010.
- Rodrigo Serrano, J; Andrade C., HJ; Mora-Delgado, J. 2014. Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 25(1):99-110.
- Rodríguez-Cabeza, B.V; Díaz-Piedrahíta, S.; Parra-O, C. 2014. *Chromolaena* (Asteraceae: Eupatorieae). *Flora de Colombia* No. 31. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 148 p. Consultado el 09 de febrero. Disponible en: http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Archivos_Libros/Flora_de_Colombia/Chromolaena.pdf
- Rodríguez-Toledo, YF; Rodríguez-Toledo, M; Ramos-Hernández, JM; Reyes, NP-; Mirabal-Rodríguez, R; Rodríguez, E; Paredes-Rodríguez, E; Oviedo-Prieto, R; Vuelta-Lorenzo, DR; Rizo-Mustelier, M; Vargas-Batis, B. 2019. Primer Reporte De *Solanum viarum* Dunal En Cuba Y Nuevo Reporte De *Amaranthus* ssp. Para La Provincia De Sancti Spíritus, Cuba. *Ciencia en su PC* 1(1):32-43.
- Russo, R. 2020. Sistemas silvopastoriles en Mesoamérica para la restauración de áreas degradadas (en línea, sitio web). Consultado 12 nov. 2022. Disponible en

- <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/sistemas-silvopastoriles-mesoamerica-restauracion-t45579.htm>.
- Rzedowski, G. C; J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Sabattini, R.A., Ledesma, S.G., Sione, S.M.J., Fontana, E. y Sabattini, J.A. (2011). Recuperación del pastizal natural degradado en un monte nativo sometido a desarbustado mecánico. Informe Final -PID UNER 2129. Entre Ríos, Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER, 51 p
- Sabattini, JA; Sabattini, RA; Omar, AFU; Bacigalupo, M; Cian, JC; Sabattini, IA; Dopazo, VM. 2019. Recuperación del pastizal natural en un bosque nativo degradado del Espinal argentino mediante el control químico aéreo de arbustivas. *Investigación Agraria* 21(2):93-107. DOI:<https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2019.diciembre.93-107>.
- Salvador, A. 2010. Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. :15.
- Santana, M da S. 2020. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de soja (en línea) (En accepted: 2021-12-21t14:10:14z). . Consultado 9 nov. 2022. Disponible en <http://rosario.ufma.br:8080/jspui/handle/123456789/4766>.
- Sato, T; Saito, M; Ramírez, D; Molas, LFPD; Toriyama, J; Monda, Y; Kiyono, Y; Herebia, E; Dubie, N; Vera, ED; Ortega, JDR; Ortiz, MVD. 2015. Desarrollo de Ecuaciones Alométricas para Biomasa Arbórea en Ecosistemas Forestales en Paraguay. *Revista trimestral de investigación agrícola de Japón: JARQ* , vol. 49, núm. 3, págs. 281-291. DOI 10.6090/jarq.49.281. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jarq/49/3/49_281/_article
- Serrano, R; Delgado, JM; Varon, RP. 2014. Biomasa forrajera bajo diferentes densidades de cobertura arbórea en una pastura del valle cálido del Magdalena Tolimense (Colombia) (en línea). *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 7. Consultado 23 nov. 2022. Disponible en <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/544>.
- Silva-Luz, CL da; Pirani, JR; Mitchell, JD; Daly, D; Capelli, N do V; Demarco, D; Pell, SK; Plunkett, GM. 2019. Phylogeny of *Schinus* L. (Anacardiaceae) with a new infrageneric classification and insights into evolution of spinescence and floral traits. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 133:302-351. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.10.013>.
- Socarrás, A. 2013. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. 36(1). Consultado el 04 de abril 2023. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100001
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. CATIEDANIDA- GTZ, Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Tedesco, MJ. 1985. Análises de solo, plantas e outros materiais (en línea). s.l., Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Departamento Solos, (Boletim Técnico n.05). Disponible en <https://books.google.com.cu/books?id=yifkZwEACAAJ>.

- Tripathi, R; Yadav, AS; Kushwaha, S. 2011. Biology of *Chromolaena odorata*, *Ageratina adenophora* and *Ageratina riparia*: A review. *Invasive Alien Plants: An Ecological Appraisal for the Indian Subcontinent* :43-56.
- Vaccaro, AS; Dodyk, L; Lapido, R; Miguel, A de; Grilli, P; Vaccaro, AS; Dodyk, L; Lapido, R; Miguel, A de; Grilli, P. 2020. ¿Cómo contribuye la alianza del pastizal a la conservación de las aves en la pampa deprimida-El hornero 35(2):95-110.
- Vallejo, VE; Roldán, F; Dick, RP. 2012. Soil enzymatic activities and microbial biomass in an integrated agroforestry chronosequence compared to monoculture and a native forest in Colombia. *Biology and Fertility of Soils* 46(6):577-587. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00374-010-0466-8>
- Villanueva, C; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, J; Arguedas, R. 2006. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. :9.
- Weber, E. 2003. *Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds*. CAB International Publishing, Wallingford.
- Zapata, A; Silva, B. 2016. *Sistemas silvopastoriles: aspectos teóricos y prácticos*. Cali, CO. CARDER CIPAV. 248p.
- Zuloaga, F.O; M.J. Belgrano. 2017. *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur*. Disponible en: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.htm>

ANEXO

Matriz de correlación de Pearson con un nivel de significancia del 90 %

	X Chromolaena	Peso de M.S	Y (cantidad de especies fo..	Y (pH de suelo)	Y (MS PASTURA t/ha)
X Chromolaena	1,000				
Peso de M.S	0,798	1,000			
Y (cantidad de especies fo..	0,534	0,759	1,000		
Y (pH de suelo)	0,130	0,260	0,130	1,000	
Y (MS PASTURA t/ha)	0,645	-0,194	0,645	0,215	1,000

Comparación de MS kg/ha en las dos zonas delimitadas

	Grupo 1	Grupo 2
	sd	sd
n	4,00	4,00
Media	5020,23	6419,33
Varianza	51551,56	6848883,64
Media(1)-Media(2)	-1399,10	
LI(95)	-5579,03	
LS(95)	2780,83	
pHomVar	0,0022	
T	-1,07	
gl	3	
p-valor	0,3649	

Comparación de % de materia orgánica en las dos zonas delimitadas

	Grupo 1	Grupo 2
	ZA	ZB
n	2	2
Media	1,25	1,43
Media (1) -Media (2)	-0,18	
LI (95)	-1,16	
LS (95)	0,80	
pHomVar	0,8810	
T	-0,79	
p-valor	0,5114	

ZONA ALTA - PA																		
Nº	Nombre común	Nombre Científico	Familia	DAP (cm)	DAP (m)	Altura de fuste (m)	Altura total (m)	Estado sanitario	Fenología	Observaciones	G(m2/ha)	V de fuste(m3/ha)	V. total (m3/ha)	Biomasa aérea total	Biomasa radicular	Biomasa total IPCC	Carbono total IPCC	CE (IPCC)t
1	Yvyraro	<i>Pterogyne nitens</i>	Fabaceae	10,5	0,105	0	5	Enfermo	Floración	sin fruto	0,01	0	0,03	0,10	0,02	0,1	0,067	0,2470402
2	Mbokaja	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	22	0,22	0	7	Sano	Floración		0,04	0	0,20	0,66	0,16	0,8	0,41	1,5183167
3	Yvyraro	<i>Pterogyne nitens</i>	Fabaceae	17	0,17	0	3,5	Enfermo	Floración		0,02	0	0,06	0,19	0,04	0,2	0,12	0,4532991
4	Juasy'y	<i>Celtis pubescens</i>	Cannabaceae	12	0,12	0	2	Enfermo	Floración	Con fruto	0,01	0	0,01	0,05	0,01	0,07	0,03	0,1290659
5	Mbokaja	<i>Acrocomia aculeata</i>	Fabaceae	23	0,23	0	6	Sano	Floración	con fruto	0,04	0	0,19	0,62	0,15	0,7	0,38	1,4224136
6	Kurundi'y	<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	17,67	0,177	0	4	Enfermo	Sin flor	con fruto	0,02	0	0,07	0,24	0,05	0,3	0,15	0,5594847
7	Mbokaja	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	27	0,27	0	6,5	Sano	Floración		0,06	0	0,28	0,93	0,22	1,1	0,57	2,1235371
8	Kurupika'y	<i>Sapium haemathospermum</i>	Euphorbiaceae	34	0,34	0	7	Enfermo	Floración		0,09	0	0,49	1,59	0,38	1,9	0,98	3,6263928
9	Kurundi'y	<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	18	0,18	0	3,5	Enfermo	sin flor		0,03	0	0,06	0,22	0,05	0,2	0,13	0,5081969
ZONA BAJA - PB																		
1	Guajaibi	<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	12,75	0,128	0	7				0,01	0	0,06	0,22	0,05	0,2	0,13	0,5099615
2	Tajy	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Bignoniaceae	19,5	0,195	3	10	Enfermo	Con flor		0,03	0,07	0,23	0,74	0,17	0,9	0,27	1,0015913
3	Burro ka'a	<i>Casearia sp.</i>	Salicaceae	17,5	0,175	0	9	Enfermo	sin flor		0,02	0	0,16	0,54	0,13	0,6	0,20	0,7648803
4	Yvahái	<i>Hexachlamys edulis</i>	Myrtaceae	38,5	0,385	1,6	7	Enfermo	sin flor	Con fruto	0,12	0,15	0,63	2,04	0,49	2,5	0,63	2,3225939
5	Guajaibi	<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	25	0,25	1,7	7	Enfermo	sin flor		0,05	0,06	0,26	0,86	0,20	1,0	0,30	1,1264867
6	Tuna Candelero	<i>Cereus sp.</i>	Cactaceae	12	0,12	0	3	Enfermo	con flor		0,01	0	0,02	0,08	0,02	0,1	0,04	0,1618909
7	Burro ka'a	<i>Casearia sp.</i>	Salicaceae	32,1	0,321		7	Enfermo	sin flor		0,08	0	0,43	1,42	0,34	1,7	0,46	1,7126133
8	Guajaibi	<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	17,5	0,175	0	6	Enfermo	Con flor		0,02	0	0,11	0,36	0,08	0,4	0,14	0,5445611
9	Tuna Candelero	<i>Cereus sp.</i>	Cactaceae	20	0,2	0	6,5	Enfermo	Con flor	Con fruto	0,03	0	0,15	0,52	0,12	0,6	0,19	0,7283778
10	Tuna Candelero	<i>Cereus sp.</i>	Cactaceae	20	0,2	0	5	Enfermo	sin flor		0,03	0	0,12	0,3	0,09	0,4	0,15	0,5846333

Datos obtenidos – dasometría forestal, biomasa y carbono forestal

Levantamiento de datos a campo, marcación de parcelas, identificación de la composición florística, muestreo de suelo, muestreo de pastura, análisis de la fitosociología de malezas presentes en la ecorregión.

