

25. Medio Ambiente

Desarrollo de la yerba mate en doseles arbóreos semiabiertos y semicerrados, zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael

Maciel Ortiz, Juana Isabel¹; juanaisabel1995@gmail.com; Benítez Núñez, Juan Venancio²; Kubota, Victoria Rika³; Monges Zalazar, Elizabeth Faustina¹; Pizzurno Maidana, Cecilia Maria⁴

¹ Universidad Nacional de Asunción

² Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT)

³ Itaipu Binacional

⁴ Asociación Guyra Paraguay

Resumen

El enriquecimiento de los bosques con la plantación de yerba mate es una forma de dar valor agregado a los bosques. La investigación tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de la yerba mate en doseles arbóreos semiabiertos y semicerrados en la zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael. El estudio se llevó a cabo en las fincas situadas en las comunidades Óga Itá y Arroyo Morotí, localizadas en el distrito Alto Verá, departamento Itapúa. Se instalaron 5 parcelas de 15 x 15 m en cada comunidad, totalizando 10 parcelas. El proceso se dividió en dos etapas desde la planificación en gabinete, la instalación de las parcelas, la medición de las variables hasta el procesamiento. Se midieron 518 plantas de yerba mate. El diámetro de cuello promedio desarrollado fue 4,18 mm y la altura promedio 34,36 cm. El dosel se caracterizó como semiabierto y semicerrado, el mayor promedio fue 59,9% en la Comunidad Arroyo Morotí. Los parámetros evaluados presentaron una baja correlación, donde se concluyó que una menor cobertura de copa con mayor ingreso de luz solar favoreció al crecimiento en altura de la yerba mate.

Palabras Clave: Zona de amortiguamiento, estrato arbóreo, yerba mate

INTRODUCCIÓN

Los bosques de la Región Oriental de Paraguay, se encuentran degradados por la presión de otros tipos de uso de la tierra sin planificación específica (Grukke 2003). Las fincas situadas en la zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael poseen estas características, los bosques de reducida superficie presentan dificultades para su conservación debido a que la protección no genera ingresos económicos y pueden representar un obstáculo ante la necesidad de aumentar la superficie para producir alimentos.

El enriquecimiento de remanentes boscosos mediante la plantación de yerba mate puede ser una forma de dar valor agregado a los bosques. Esta práctica tiene el doble propósito de conservar la cobertura forestal y producir yerba mate sin aplicación de fertilizantes que genere ingresos a los productores.

Esta investigación se enmarca dentro del Proyecto Darwin “Yerba mate orgánica bajo sombra, un modelo de mercado conducido a la conservación del Bosque Atlántico” ejecutado por Guyra Paraguay y el Secretariado de *Bird Life International*. El mismo se desarrolla en las comunidades de la zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, departamento Itapúa.

La investigación tuvo como objetivo general evaluar el desarrollo de la yerba mate en doseles arbóreos semiabiertos y semicerrados en la zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael. Los objetivos específicos fueron: a) determinar los parámetros dasométricos de la yerba mate, b) determinar la cobertura de copa del estrato arbóreo y c) analizar la influencia de la cobertura de copa sobre la yerba mate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación fue realizada en fincas situadas en las comunidades de Óga Itá y Arroyo Morotí localizadas en el distrito de Alto Verá, en la zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael (26°25'S, 55°40'O) (Figura 1). La Reserva está ubicada al Norte del departamento de Itapúa y linda al Sur con el departamento de Caazapá, en la Región Oriental. Se encuentra aproximadamente a 450 km de Asunción.

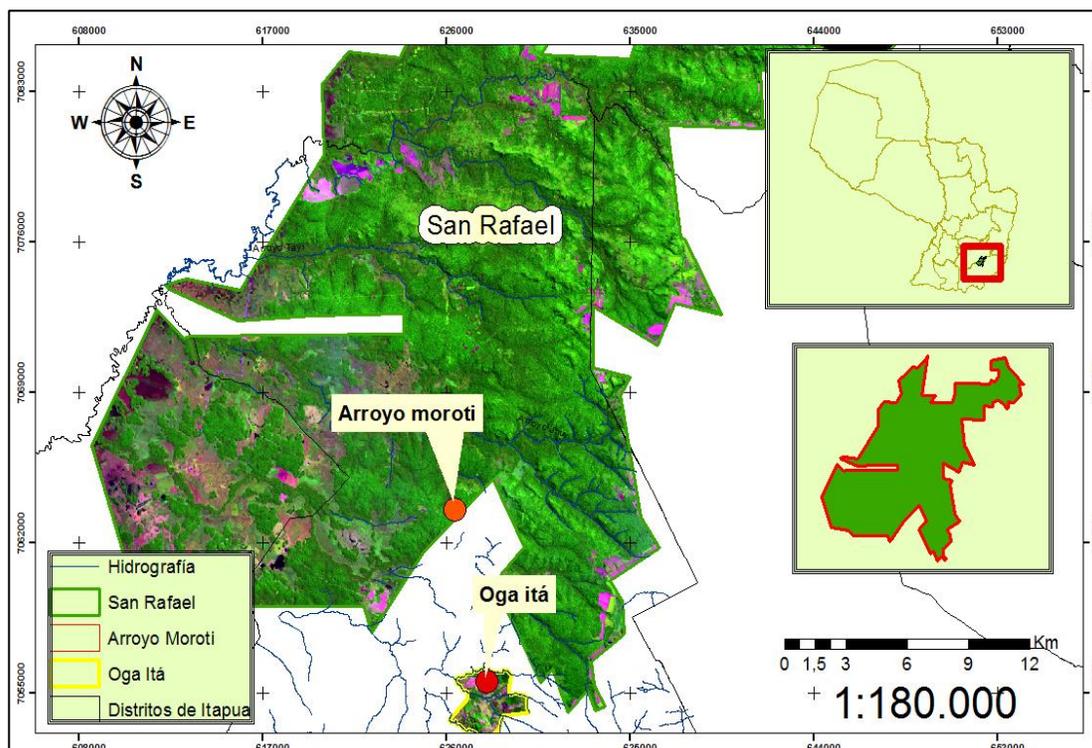


Figura 1. Mapa de localización

Fuente: Elaboración propia

La zona de amortiguamiento que rodea el área de la Reserva para Parque Nacional San Rafael está compuesta por tierras privadas y tierras comunitarias indígenas. El área aún no está bien delimitada y considera un área buffer de 25 km (Dirección de Áreas Protegidas 2008).

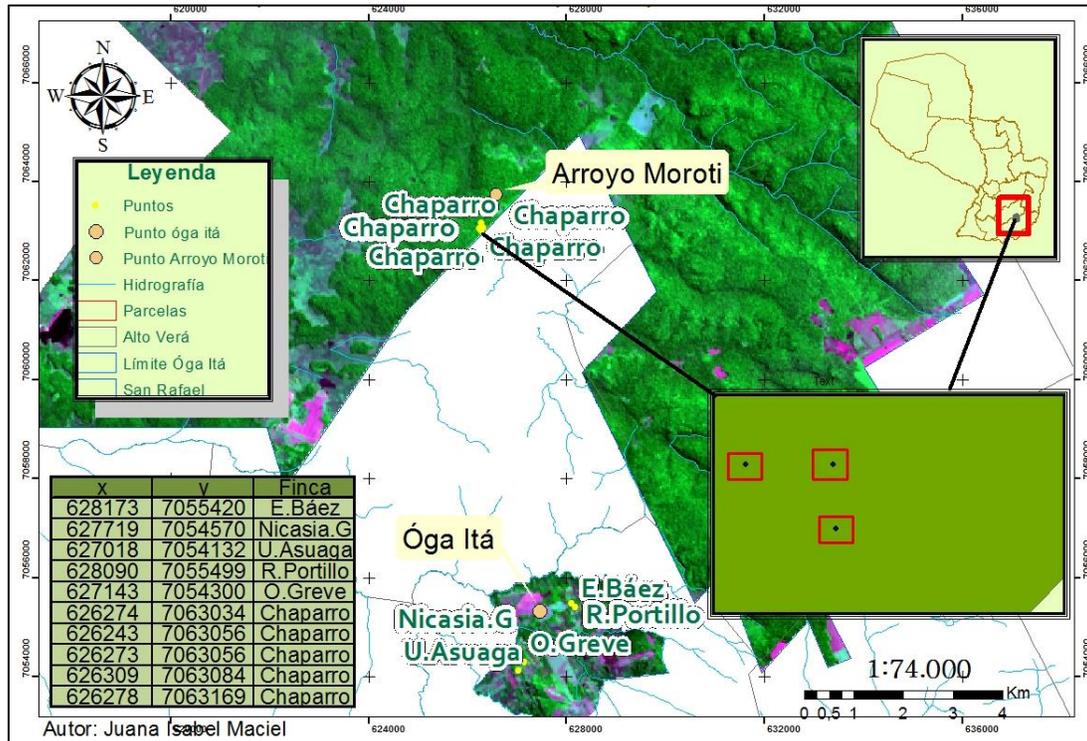


Figura 2. Mapa de ubicación de las parcelas

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de realización de la investigación

La investigación tuvo una duración aproximada de un año. La colecta de datos fue realizada durante los meses de junio y julio del 2017.

Población de unidades y variables de medición

Las plantaciones de yerba mate, establecidas en las fincas de las comunidades Arroyo morotí y Óga Itá representan a la población del estudio. La comunidad Arroyo Morotí, es una comunidad indígena de la etnia Mbyá Guaraní con una superficie total de 1000 ha, 5 ha dentro del bosque fueron destinadas a la plantación de yerba mate. Mientras que la comunidad Óga Itá con una superficie total de 150 ha de las cuales 12 ha fueron destinadas a la plantación de yerba mate, una hectárea de yerba mate por finca (Guyra Paraguay 2017).

El estudio se enfocó en evaluar el desarrollo de plantas de yerba mate de un año de edad con una densidad de 3 x 1,30 m bajo dosel. Las variables estudiadas son detalladas en la Figura 3, considerando los objetivos específicos.

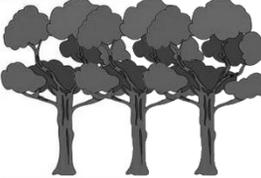
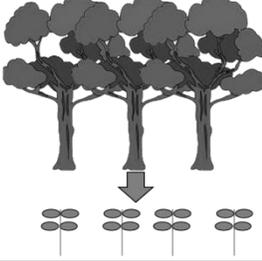
Determinación de parámetros dasométricos de la yerba mate	Determinación de la cobertura del estrato arbóreo	Análisis de la influencia del la cobertura de copa sobre la yerba mate
		
Variables	Variables	Variables
<ul style="list-style-type: none"> - Altura de la yerba mate - Diámetro del cuello 	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura de copa 	<p>Relación entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La cobertura de copa del estrato arbóreo con la altura media de la yerba - La cobertura de copa del estrato arbóreo con el diámetro del cuello medio de la yerba

Figura 3. Detalles de los objetivos de la investigación

Fuente: Elaboración propia

Diseño y proceso para la recolección de datos primarios

Muestreo

En ambas comunidades fueron establecidas parcelas de 15 x 15 m, distribuidas al azar. Dentro de la plantación de 5 ha que corresponde a la comunidad Arroyo Morotí, se establecieron cinco parcelas considerando el efecto borde. Las parcelas fueron ubicadas a una distancia de 10 a 20 m de cada una. Las plantaciones de yerba mate en la comunidad Óga Itá están establecidas en cada finca, por lo que se seleccionaron cinco fincas dentro de las cuales fueron instaladas las parcelas, considerando igualmente el efecto borde. En total, se establecieron 10 parcelas.

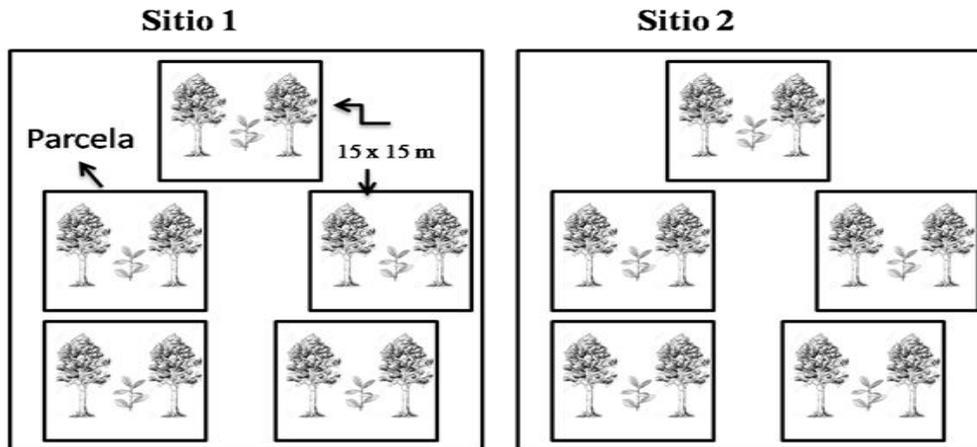


Figura 4. Diseño de las parcelas

Fuente: Elaboración propia

Descripción del proceso de recolección de datos

Tabla 1. Descripción de las etapas del proceso de recolección de datos

Etapas	
Primera etapa	- Planificación en gabinete, proceso de colecta de datos y ubicación del lugar de estudio.
Segunda etapa	- Instalación de las parcelas y colecta de datos dasométricos.

Fuente: Elaboración propia

Posterior a la instalación de las parcelas se midió la altura y el diámetro de cuello de las plantas de yerba mate, luego se estimó la cobertura de copa del estrato arbóreo. La medición de la cobertura de copa fue realizada en dirección Norte utilizando un densiómetro esférico cóncavo que se colocó sobre una estaca de 1,30 m de altura ubicada en el centro de cada parcela. La estaca fue colocada a una distancia de 30 cm del operador (FAO 2015) (Figura 5).

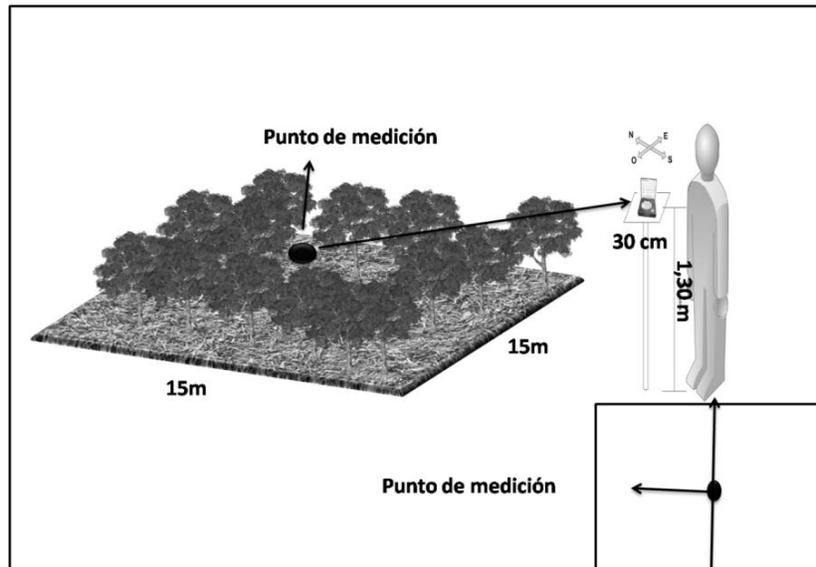


Figura 5. Diseño para la lectura de datos de la cobertura de copa

Fuente: Elaboración propia

Métodos de control de calidad de datos

Para garantizar la representatividad del área muestreada la distancia mínima entre parcelas fue de 10 a 20 m, en el caso de la comunidad Arroyo Morotí. En cuanto a las parcelas ubicadas en la comunidad Óga Itá, se establecieron en cada finca campesina y fueron instaladas teniendo en cuenta la similitud de edades de un año de las plantas de yerba mate. Además, fueron utilizados equipamientos en buen estado y calibrados adecuadamente de tal manera que los resultados fueran de la mayor confianza posible.

Modelo de análisis e interpretación

Los datos fueron procesados y presentados a través de tablas y gráficos para facilitar su análisis e interpretación. Se utilizó el programa InfoStat y planilla electrónica *Excel*.

Porcentaje de cobertura de copa

La cobertura de copa se estimó con un densiómetro esférico cóncavo. Para la lectura se distribuyó 4 puntos en el interior de cada cuadro, donde cada subdivisión cubierta por la copa del

árbol, equivale a 25% de la cobertura boscosa. Una vez asignados los valores porcentuales a todos los cuadros, se multiplicó el valor asignado a cada cuadro por las veces que ese valor se repitió, se sumó los valores obtenidos, se promedió y obtuvo un solo valor. El promedio obtenido se multiplicó por la constante 1,04 (propia del instrumento) (FAO 2015) (Figura 6).

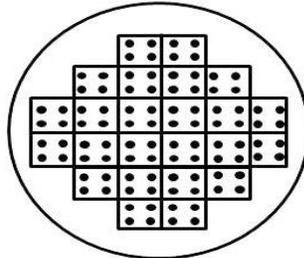


Figura 6. Representación gráfica para la toma de datos en el densiómetro esférico cóncavo
Fuente: Elaboración propia

Los datos tomados fueron codificados basándose en los parámetros presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros utilizados para la medición de cobertura de copas

Rala o abierta	<25%	Código 1
Interrumpida o semiabierta	25 – 50%	Código 2
Semicerrada o interrumpida	50 – 75%	Código 3
Densa o cerrada	>75%	Código 4

Fuente: FAO (2015)

Correlación

En este estudio se correlacionó, la cobertura de copa del estrato arbóreo con la altura media de la yerba mate y la cobertura de copa del estrato arbóreo con el diámetro del cuello medio de la yerba mate.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de parámetros dasométricos: altura y diámetro de cuello de la yerba mate

Tabla 3. Datos de la altura y diámetro de cuello de la yerba mate

Parcela	Comunidad	Altura total promedio (cm)	Desviación estándar (s)	Diámetro de cuello promedio (mm)	Desviación estándar (s)
1	Óga Itá	26,65	11,51	3,4	1,31
2		40,1	18,52	4,94	1,91
3		34,39	13,58	4,06	1,45
4		35,32	15,88	4,05	1,52
5		35,32	19,4	4,07	1,99
Promedio total		34,36		4,1	
1	Arroyo Morotí	32,1	17,42	5,13	1,71
2		39,88	21,33	5,67	1,71
3		20,93	13,48	3,25	1,71
4		17,54	9,98	3,66	1,71
5		13,3	6,28	3,21	1,4
Promedio total		24,75		4,18	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se puede observar que los individuos de la comunidad Óga Itá presentaron un mayor promedio general 34,36 cm en comparación a la comunidad Arroyo Morotí. En diámetro de cuello los individuos en ambas comunidades presentaron un promedio general casi similar, con una diferencia de 0,08.

El mayor promedio en altura fue 40,1 cm de la parcela 2, en la comunidad Óga Itá y el promedio más bajo se registró en la parcela 5 con 13,3 cm correspondiente a la comunidad Arroyo Morotí. Baggio et al. (2009), comparado con los resultados obtenidos, presentaron mudas de yerba mate con 41,9 cm de altura a los un año después de ser implantadas en asociación con frijoles en el municipio de San Mateo del Sur-Brasil.

En el trabajo de Saidelles et al. (2003), con plantines de yerba mate de 4 meses de edad sometidos a diferentes tratamientos de fertilización, el tratamiento testigo (sin fertilizar) presentó el mayor promedio en altura (32,9 cm). Comparados con los resultados de la presente investigación, es casi similar al mayor promedio general 34,36 cm obtenido en la comunidad Óga Itá con plantas de yerba mate sin fertilizar.

El mayor promedio en diámetro de cuello se registró en la comunidad Arroyo Morotí con 5,67 mm de la parcela 2. El promedio más bajo se dio en la parcela 5 con 3,21 mm en la comunidad Arroyo Morotí. Wendling y Souza (2003) en sus experiencias con miniestacas de yerba mate provenientes de mudas de 2 años de edad con aplicación de hormonas de crecimiento AIB de 2000 mg, a los 4 meses en la casa de sombreado presentaron una altura promedio de 15 cm y diámetro de cuello promedio mayor a 2,5 cm, similares a los resultados obtenidos en la parcela 5 de Arroyo Morotí, donde se registraron los promedios más bajos para ambas variables.

La desviación estándar de la variable altura en la comunidad Óga Itá y Arroyo Morotí es heterogénea. La desviación estándar de la variable diámetro de cuello en la comunidad Óga Itá y Arroyo Morotí es homogénea.

Determinación de la cobertura de copa del estrato arbóreo

Tabla 4. Porcentajes de cobertura de copa

Comunidad	Parcela	Cuadrícula presente	Cobertura de copa (%)	Código
Óga Itá	1	27	28,08	2
	2	56	58,24	3
	3	52	54,08	3
	4	25	26	2
	5	67	69,68	3
Promedio total			55,95	
Arroyo Morotí	1	66	68,64	3
	2	48	49,92	2
	3	48	49,92	2
	4	54	56,16	3
	5	72	74,88	3
Promedio total			59,9	

Fuente: Elaboración propia

El mayor promedio en cobertura de copa se obtuvo en la comunidad Arroyo Morotí con 59,9%. La parcela con mayor porcentaje de cobertura fue 5 con 74,88% de la comunidad Arroyo Morotí. En todas las parcelas con porcentaje de copa superior a 50% el dosel fue semicerrado.

El menor valor en porcentaje de copa se dio en la parcela 4 en la comunidad Óga Itá con 26%, dosel semiabierto. En ambas comunidades los doseles predominantes fueron el semicerrado presente en 6 parcelas y el semiabierto presente en 4 parcelas. Comparando estos resultados con los obtenidos por Fernández (2017), en las parcelas instaladas en la comunidad Óga Itá y Arroyo Morotí en la zona de amortiguamiento de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, también registró el porcentaje más bajo en cobertura de copa en la parcela 4 de la comunidad Arroyo Morotí.

Cabrelli et al. (2006), mediante estudios realizados en el INTA, Argentina, evaluaron el comportamiento de doseles con y sin manejo de raleo, donde los doseles semicerrados

exhibieron mayor cantidad de claros pequeños y pocos grandes, presentando una distribución asimétrica positiva de la radiación que ingresa directamente. Coberturas uniformes con gran cantidad de hojas, aumenta la cantidad de radiación interceptada por el dosel y disminuye la radiación que llega al piso del bosque, influyendo directamente en el crecimiento de la regeneración natural.

Análisis de la influencia de la cobertura de copa sobre la yerba mate

Tabla 5. Correlación general entre los diferentes parámetros, utilizando la correlación de Pearson a un nivel de confianza del 95%

	Altura promedio de la yerba mate	Diámetro de cuello promedio de la yerba mate	Cobertura de copa
Altura promedio de la yerba mate	1		
Diámetro de cuello promedio de la yerba mate	0,78	1	
Cobertura de copa	-0,22	0,10	1

Fuente: Elaboración propia

En general, no se observaron correlaciones estadísticamente significativas entre las variables dasométricas de la yerba mate y la cobertura de copa.

La correlación entre la altura media de la yerba mate y la cobertura de copa del estrato arbóreo fue negativa (Figura 7). Mientras que la correlación entre el diámetro de cuello de la yerba mate y la cobertura de copa del estrato arbóreo fue positiva (Figura 8). La cobertura de copa puede estar relacionada con el ingreso de luz solar. Bajo esta condición, los resultados indican que a menor cobertura se da lugar a mayor ingreso de luz el cual puede favorecer el desarrollo en altura de la yerba mate y disminuir el diámetro de cuello de las plantas de yerba mate.

Caron et al. (2014) en una investigación realizada en el municipio Frederico Westphalen, Brasil para medir la influencia de la radiación solar sobre el crecimiento de la yerba mate, determinó que manteniendo parcialmente sombreado con alta incidencia de la radiación solar se obtiene mayores resultados en crecimiento de altura y biomasa foliar, comparados con el resultado obtenido en la correlación entre la cobertura de copa y la altura de la yerba mate.

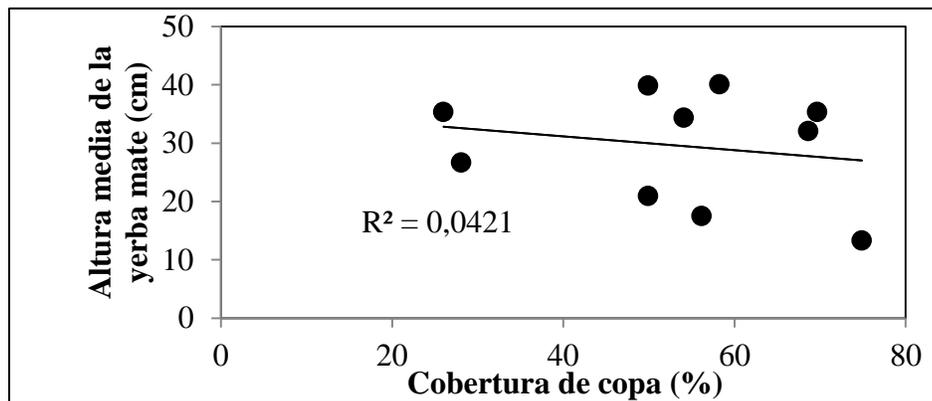


Figura 7. Correlación entre la altura media de la yerba mate (cm) y la cobertura de copa del estrato arbóreo (%)

Fuente: Elaboración propia

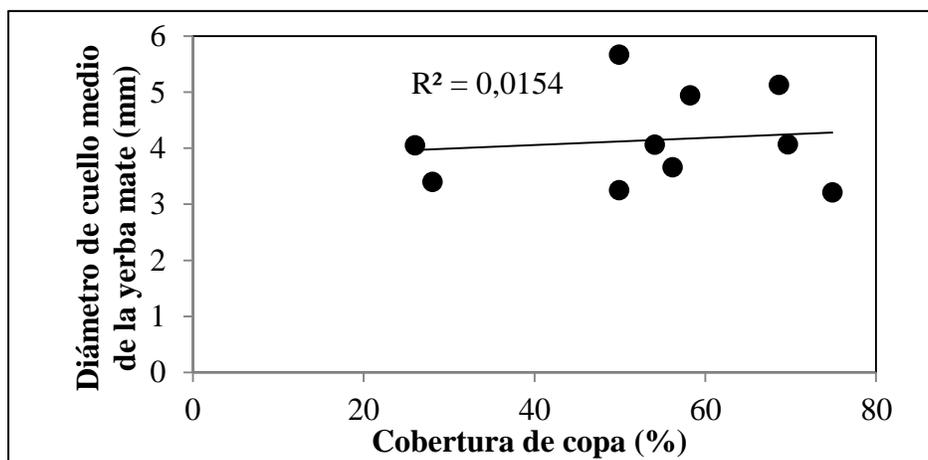


Figura 8. Correlación entre el diámetro de cuello medio de la yerba mate (mm) y la cobertura de copa del estrato arbóreo (%)

Fuente: Elaboración propia

La falta de correlación entra las variables pudo deberse a que hubo escasa variación en los parámetros dasométricos en las parcelas analizadas o a por el número reducido de repeticiones. Gea et al. (2014), en sus trabajos sobre la correlación y regresión estadística, mencionan que estimar el coeficiente de correlación mejora cuando hay más datos.

CONCLUSIÓN

Las parcelas con mayor cobertura de copa presentaron menor crecimiento en altura de la yerba mate, los doseles predominantes fueron el semiabierto (cuatro parcelas) y el semicerrado (seis parcelas). Con sombreamientos cercanos al 50% se obtuvieron mayores resultados en el desarrollo de las plantas de yerba mate en cuanto a altura y diámetro de cuello.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis de grado de Juana Isabel Maciel Ortiz, quien agradece a la Asociación Guyra Paraguay por el financiamiento durante el proceso de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baggio, A. J., Sturion, J. A., Schreiner, H. G., & Lavigne, M. d. (2009). Consociação das culturas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 13.
- Cabrelli, D., Rebottaro, S., & Efron, D. (2006). Caracterización del dosel forestal y del microambiente lumínico en rodales con diferente manejo, utilizando fotografía hemisférica. *Quebracho (Santiago del Estero)*(13), 17-25.
- Caron, B. O., Schmidt, D., Manfron, P. A., Behling, A., Eloy, E., & Busanello, C. (2014). Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A. St. hil.cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. *Ciência Florestal*, 24(2), 1-9.
- Dirección de Áreas Protegidas. (2008). *Propuesta de Plan de Manejo del Parque Nacional San Rafael Paraguay*. Recuperado de: <https://www.google.com/gmail/>
- FAO. (2015). *Manual de campo: Procedimiento para la planificación, medición y registro de información del Inventario Nacional del Paraguay*. Asunción, Paraguay: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 184.
- Fernández Marin, Y. M. (2017). *Análisis estructural de un bosque asociado a la plantación de yerba mate en comunidades de Alto Vera, Reserva para Parque Nacional San Rafael, departamento Itapúa* (pasantía). Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.
- Gea Serrano, M. M., Batanero, C., & Roa, R. (2014). El sentido de la correlación y regresión. *Número Revista de la didáctica de las matemáticas*, 87, 25-35.
- Grukke, M. (2003). *Forestería campesina en la Región Oriental del Paraguay*. Recuperado de: <http://191.98.188.189/Fulltext/9150.pdf>
- Guyra Paraguay. (2017). *Proyecto Yerba mate, un modelo de mercado conducido a la conservación del Bosque Atlántico*. Recuperado de: <https://www.google.com/gmail/>

Saidelles Fleig, F. L., Reinert, D. J., & Salet, R. L. (2003). Crecimiento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solos, na região central do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, 13(2), 17-25.

Wending, I., & Souza JUNIOR, L. (2003). PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire). *Embrapa Florestas*, 1-8.