

Resultados

De los 5 meses de trabajo se identificaron 6 géneros y 7 especies de las hormigas colectadas, los géneros fueron *Adelomyrmex*, *Dorymyrmex*, *Camponotus*, *Prenolepis*, *Tarpinoma foersterii* y 2 especies del género *Pseudomyrmex*. Mientras que de plantas se encontraron 24 diferentes especies.

Se trabajaron con las tablas de resultados que se formaron con datos de los meses de marzo, abril, junio, julio y agosto. Estos datos se compilaron en forma de tablas de manera que fuera posible trabajar con ellos en los programas de R, anhidado y Pajek. Se obtuvieron una gran variedad de resultados comparando diferentes angulos de estudio como lo es la temporada de secas (marzo, abril) contra la de lluvias (junio, julio y agosto) o cada mes por separado.

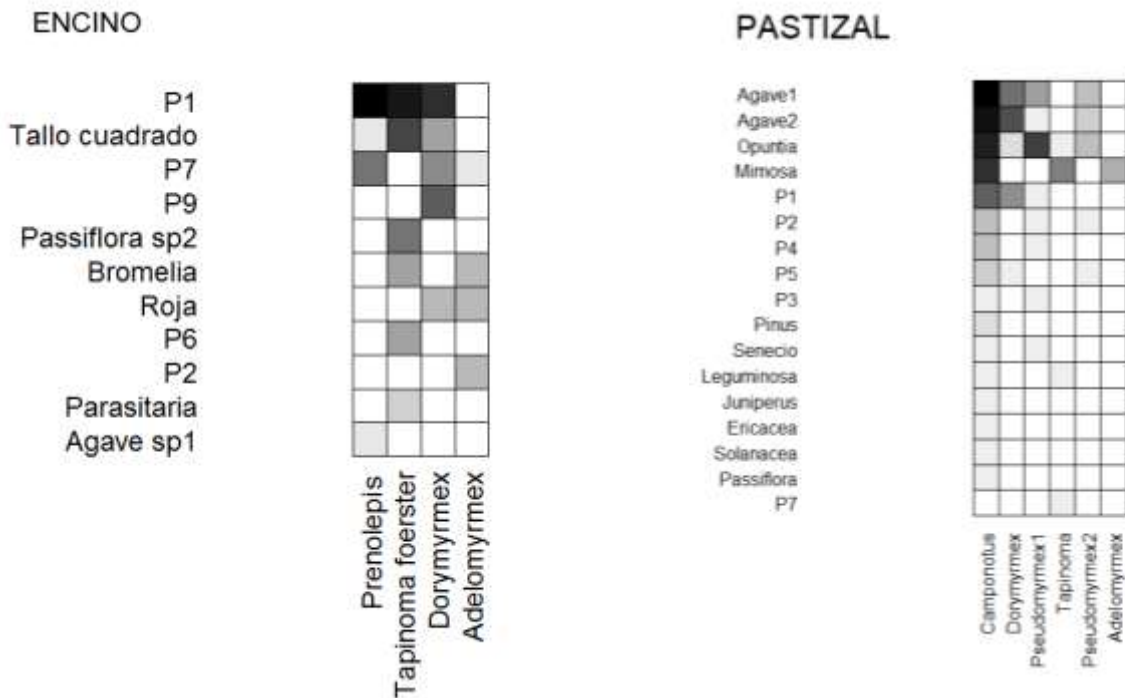


Fig. 2 Visualización de ambas redes con temperaturas, conforme más oscuro más fuerte es la relación

Comparación entre vegetaciones

Debido al tamaño de la red no se obtuvieron compartimentos por lo que no fue necesario aplicar los datos en Modular, en el caso de redes de mayor tamaño es posible obtener más compartimentos.

H2 es un índice que describe el nivel de especialización o selectividad de una red de bipartite, Entre más alto sea el valor mayor será especialista la especie o especies en una red.

La generalidad es el número promedio que existe de presa por depredador mientras que la vulnerabilidad es el promedio de depredador por presa, aunque en este caso no son exactamente depredadores y presas es una forma de poder denominar a los niveles de la red.

La asimetría de dependencia es una medida de especialización de los niveles tróficos de la red, si el número es positivo indica una dependencia mayor del nivel alto, en este caso las hormigas, si es negativo pertenece al bajo, que son las plantas.

La conectancia indica la proporción realizada de posibles interacciones en cada red y varia de 0 a 1, siendo 0 la ausencia de interacciones y 1 interacción total entre todos los miembros de una red. Sin embargo en un ambiente natural es imposible obtener una conectancia de 1 debido a la naturaleza de las redes en las que no todos sus miembros interactúan entre ellos por las características generalistas o especialistas de cada especie por lo que el rango real se toma de 0 a 0.7 aproximadamente.

La densidad de vinculación es simplemente el número promedio de interacciones por especie de cada red.

ENCINO

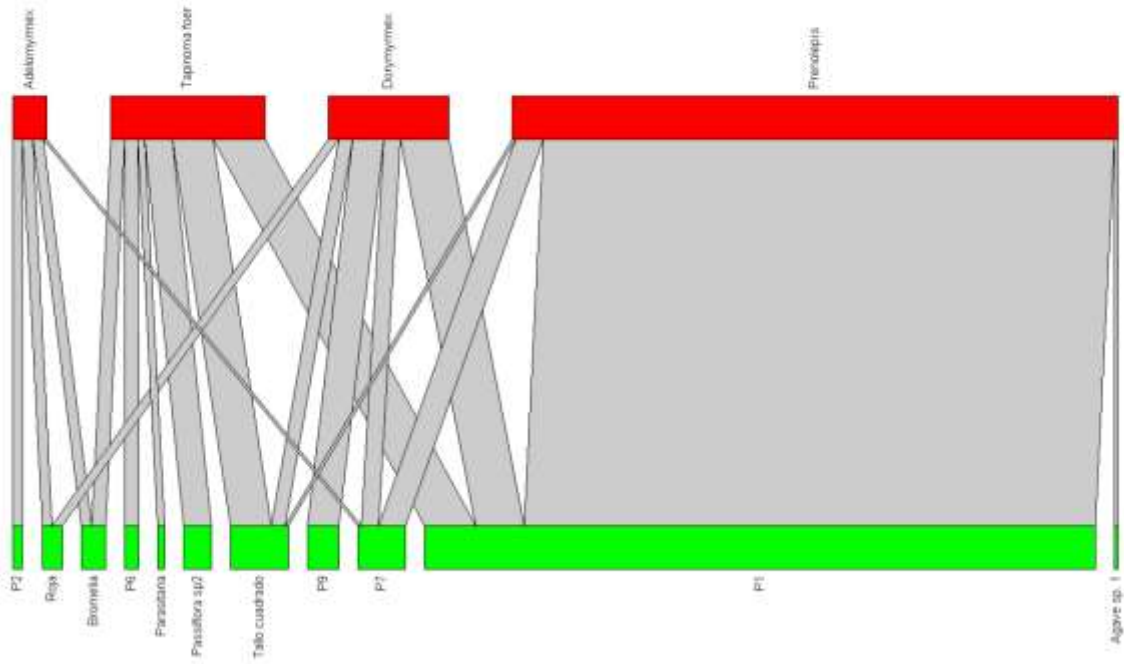


Fig. 3 Red de enlaces de encino, el grosor de las líneas grises indica la fuerza de la relación

PASTIZAL

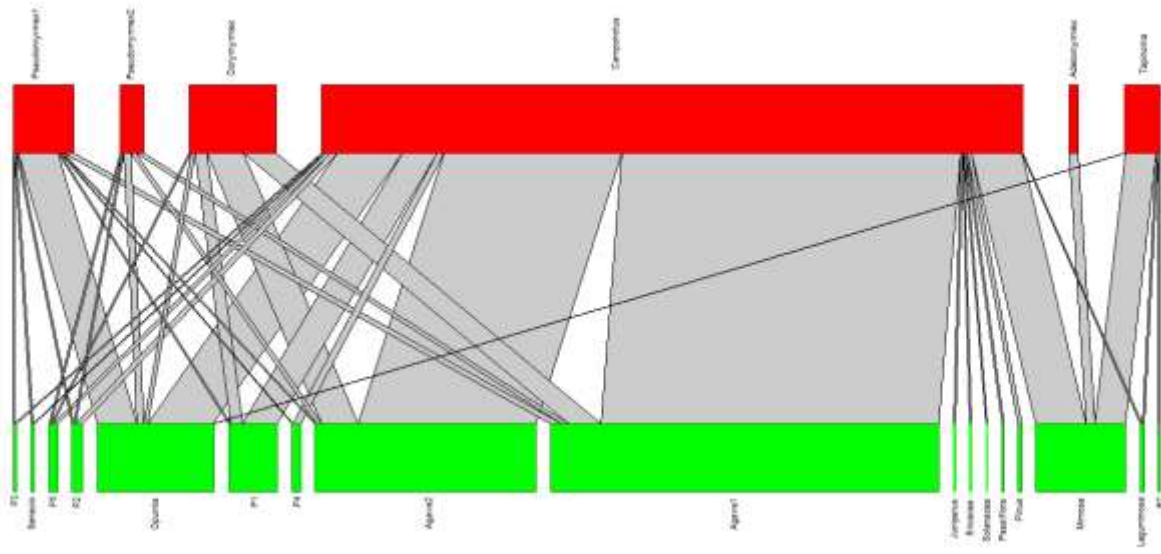


Fig. 4 Red de enlaces de pastizal, el grosor de las líneas indica la fuerza de la relación

El traslape de nicho mide el promedio de similaridad que hay entre especies de un mismo nivel trófico, el valor va de 0 a 1, siendo 0 ningún uso común de los nichos, es decir, no comparten a ninguna planta u hormiga en este caso, mientras que 1 significa un traslape perfecto entre ambos niveles.

En ambos tipos de vegetación la generalidad fue mayor que la vulnerabilidad aunque como era de esperarse fue más alta en pastizal pero esto es debido probablemente a la mayor cantidad de especies presentes. La vulnerabilidad en ambos fue muy parecida (1.9 y 1.6) pero también indica que son visitadas por un número alto de especies de hormigas.

En cuanto a la asimetría de dependencia (o “asimetría en la intensidad de interacción”), en ambos casos fue negativa indicando la dependencia pertenece a las plantas aunque fue más marcada en encino (-0.3) que en pastizal (-0.07).

La conectancia en ambos fue de nivel intermedia-intermedia baja, aunque fue un poco más alta en encino (0.43) que en pastizal (0.38).

La densidad de vinculación fue mayor en pastizal (3.08) que en encino (2.03) pero esto es tal vez debido a la presencia del super generalista *Camponotus* y a la mayor cantidad de individuos y especies presentes en pastizal.

En cuanto el H2, si hay una diferencia puesto que en pastizal fue de 0.26 indicando una mayor generalización, en encino fue de 0.56 estando en un punto medio.

El traslape de nichos para hormigas en ambos es casi idéntico (0.35 y 0.34) y es algo bajo, pero para las plantas es bastante diferente en pastizal es de 0.74 y en encino es de 0.29 indicando que en encino las plantas comparten un menor número de hormigas que reciben

esto es tal vez debido al H2 de encino el cual favorece a en mayor medida las interacciones especialistas, donde los generalistas tienen menos oportunidad de dominar.

El anidamiento fue calculado con ANHIDADO y se usaron los métodos de Temperatura y NODF. En encino ningún valor de p fue significativo mientras que pastizal tuvo dos valores de p significativos lo que indica que tiene un grado mayor de anidamiento (Anexos 14 y 15).

Comparación entre especies

La fuerza del mutualismo en plantas se describe como la frecuencia de cuantas veces es visitada una especie planta para el consumo de néctar por sus flores o sus frutos mientras que en los animales la dependencia a las plantas se estima con el número de visitas o frutos consumidos a esa planta. Es normal sin embargo encontrar resultados sesgados en los que hay muchas interacciones débiles y pocas interacciones fuertes y esto es debido a que hay una mayor cantidad de generalistas presentes en redes además de que promueve estabilidad en la comunidad de la red, a esto se le llama asimetría de redes y se relaciona con la fuerza de cada especie.

La fuerza de una especie como la suma de las dependencias de varios animales a una planta o viceversa, es una medida que cuantifica que tan importante es una especie para el otro grupo, esto implica que habrá especies con una fuerza mayor a otras debido al número de interacciones que posea y que es un punto de gran importancia en la red (Bascompte 2007).

El valor “ d ” indica la especialización de cada especie basada en su discriminación de compañeros elegidos al azar de su mismo nivel, sería el equivalente a H2 pero a nivel especie.

La fuerza se podría definir como la suma de las dependencias de cada especie por lo que al ser mayor indica una mayor fuerza. El interaction push-pull es la dirección de la asimetría,

esto quiere decir que indica el sentido en el que la asimetría se dirige y que nivel de la red es el que “empuja” o es “jalado”, si el valor es positivo entonces afecta de manera fuerte al otro nivel al empujar a las especies pertenecientes, si es negativo entonces esa especie es jalada por otra con mayor fuerza.

Resultados a nivel de especie de hormigas en pastizal

Especie	Fuerza de especie	Interaction push-pull	d
<i>Camponotus</i>	12.0595	0.6912	0.0595
<i>Pseudomyrmex1</i>	1.7781	0.0973	0.3540
<i>Pseudomyrmex2</i>	0.4711	-0.1058	0.1103
<i>Dorymyrmex</i>	0.7360	-0.0528	0.1119
<i>Adelomyrmex</i>	0.1000	-0.9000	0.4829
<i>Tapinoma</i>	1.8554	0.2138	0.6350

Tabla 1. Tabla de resultados obtenidos con los datos de pastizal, obtenidos con el comando de species level de R.

Resultados a nivel de especie de hormigas en encino

Especie	Fuerza de especie	interaction push-pull	d
<i>Dorymyrmex</i>	2.1639	0.2328	0.2878
<i>Prenolepis</i>	2.4823	0.3706	0.5310
<i>Adelomyrmex</i>	2.0000	0.2500	0.7663
<i>Tapinoma</i>	4.3538	0.5590	0.4322

Tabla 2. Tabla de resultados obtenidos con los datos de encino, obtenidos con el comando de species level de R

En pastizal la especie de hormigas con mayor fuerza es *Camponotus* con 12.05 seguida por *Tapinoma* con 1.85 por lo que se puede notar la fuerza de *Camponotus* en comparación con las demás. En plantas la mayor es Mimosa con 1.92 seguida de agave 1 con 1.34 en este caso las diferencias no son tan grandes pero si se puede establecer con facilidad cual es mayor. En encino la especie con mayor fuerza es *Tapinoma* con 4.35 seguida de *Prenolepis* con 2.48, en este caso no es una diferencia tan notoria como en pastizal pero es básicamente el doble. En plantas la mayor fuerza pertenece a P1 con 1.67 seguida después de la bromelia con 0.38, la diferencia entre ambas es muy grande pero considerando que solo P1 tiene el único valor mayor a 1, la fuerza de las demás plantas es bastante parecida variando entre 0.1 y 0.3.

El interaction push pull más alto fue de 0.69 perteneciente a *Camponotus* lo cual tiene sentido por su gran cantidad de vínculos, mientras que el más bajo es de -0.9 y pertenece a *Adelomyrmex*, es extremadamente bajo y se debe probablemente a su baja presencia. En encino todas las hormigas tuvieron un valor positivo siendo *Tapinoma* el mayor con 0.55 indicando que ninguna hormiga es influida por las plantas.

El d más alto en pastizal fue de *Tapinoma* con 0.63 siendo el más “especialista” de las hormigas mientras que el más bajo fue de *Camponotus* con 0.05 lo cual tiene sentido debido a la gran cantidad de enlaces que forma. En encino el d más grande fue de *Adelomyrmex* con 0.7 y el más pequeño de *Dorymyrmex* de 0.28 demostrando que en encino hay tanto generalistas como especialistas.

Centralidad

Se usó el programa Pajek para poder observar la centralidad de las especies en cada mes y en ambos transectos, se obtuvieron dos redes por mes, una red normal en la que se puede observar la fuerza de cada interacción así como cuantos nodos hay en cada mes, la otra demuestra la centralidad de especies por mes, esto usando el algoritmo de Kamada-kawai el cual, basándose en la fuerza de las interacciones de los nódulos de la red, crea un arreglo simple basándose también en el hecho de que la red no es dirigida.

Aparte de basarse en los gráficos de centralidad de Pajek se utilizó la fórmula de Dattilo et al. De centralidad la cual es la siguiente:

$$Gc = \frac{Ki - Kmean}{\sigma k}$$

Donde Ki es el número promedio de enlaces de la especie de hormiga de la cual se quiere saber su nivel de centralidad, $Kmean$ es el número promedio de enlaces de todas las especies de hormiga presentes en la red y σk es la desviación estándar del número de enlaces que forman las hormigas. Si el valor de Gc es mayor a 1 entonces se considera parte del núcleo de centralidad de la red, es decir es una especie central, si es menor a 1 entonces es una especie periférica.

La centralidad nos ayuda a entender que especies son de gran importancia a la red debido a la fuerza de las interacciones y cantidad de enlaces con otras, si alguna de estas especies desapareciera de la red esta sufriría grandes cambios con la probabilidad de desestabilizarse

y romperse. No necesariamente tiene que pertenecer a un nivel trófico si no que puede ser de ambos o incluso pueden llegar a haber dos especies centrales. Los gráficos que se obtuvieron ayudan a comprender mejor esta característica de las redes.

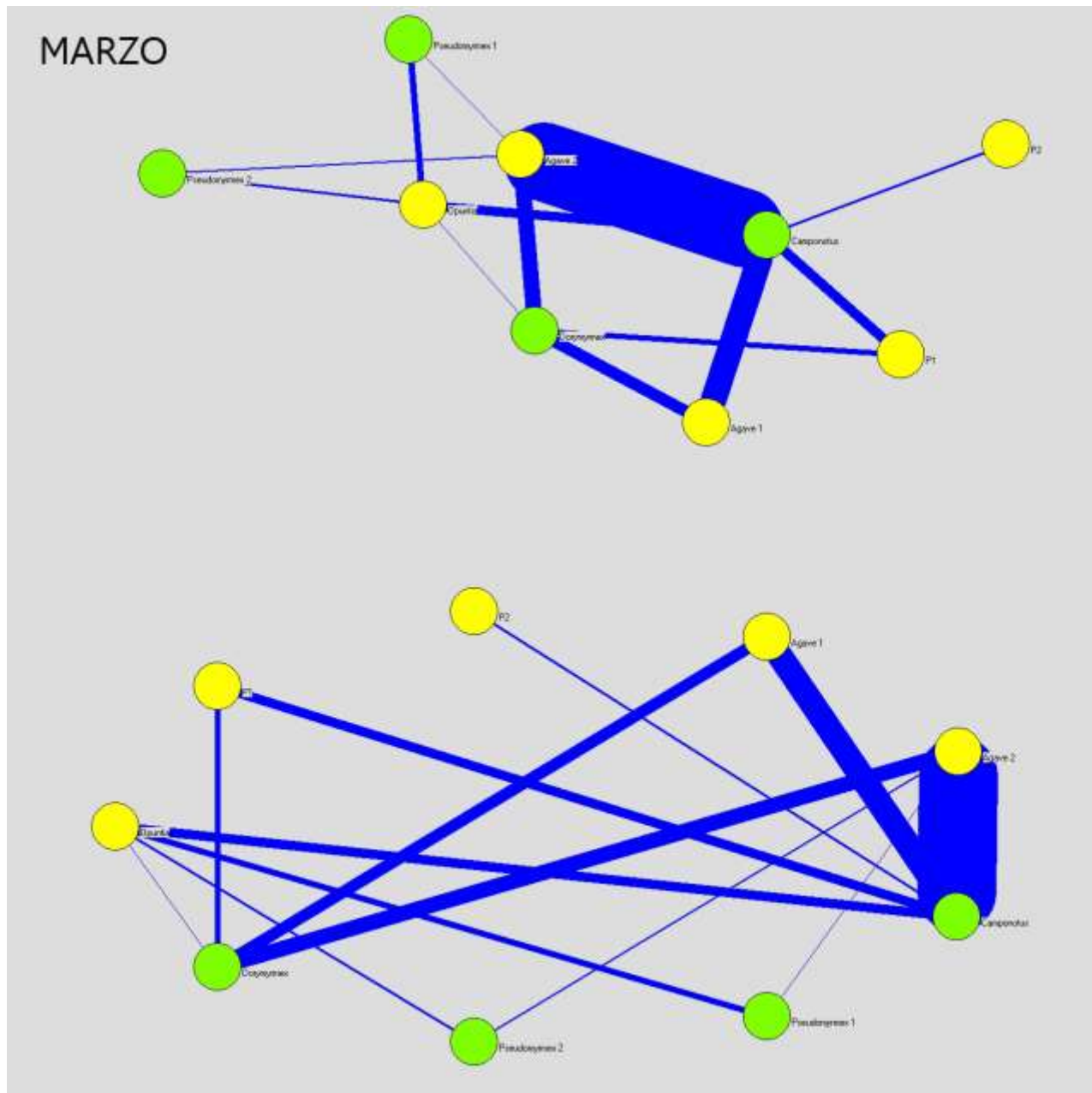


Fig. 5 Red de marzo con arreglo de centralidad (arriba) y normal (abajo)

En el mes de marzo la especie central de hormigas fue *Camponotus* con 1.8 de valor de G_c y se puede notar por la posición en la que se encuentra así como la cantidad y fuerza de sus

enlaces. Aunque existen otros nodos con una fuerza de enlace sobresaliente estos se encuentran en la periferia de la red y los valores de G_c de las otras hormigas son menores a 1 (Ver anexo 1 y 6).

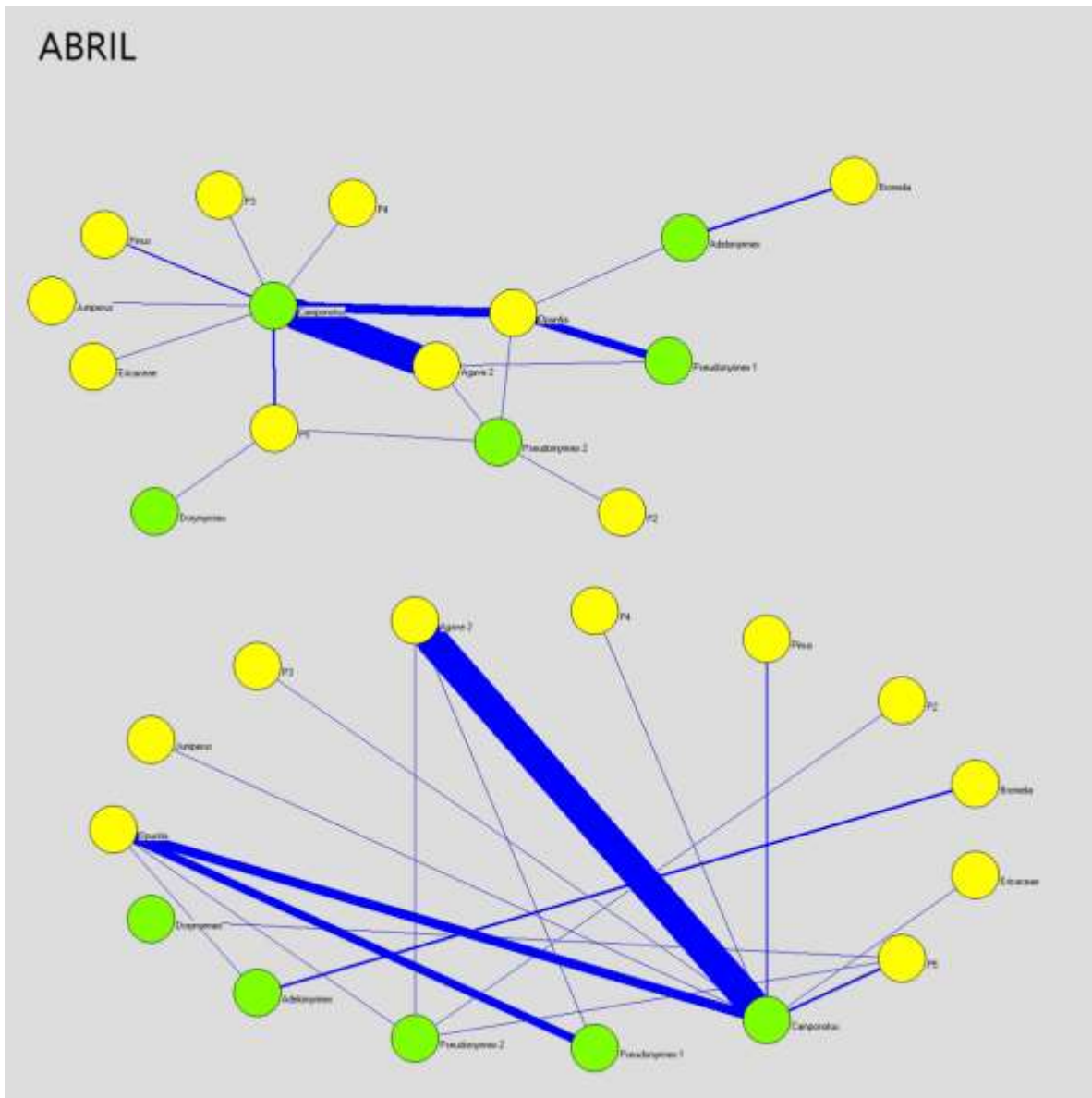


Fig. 6 Red de abril con arreglo de centralidad (arriba) y normal (abajo)

En el mes de abril *Camponotus* continua siendo central con un valor de G_c de 1.3, todas las demás especies de hormigas siguen teniendo valores menores a 1 (Ver anexo 2 y 7).

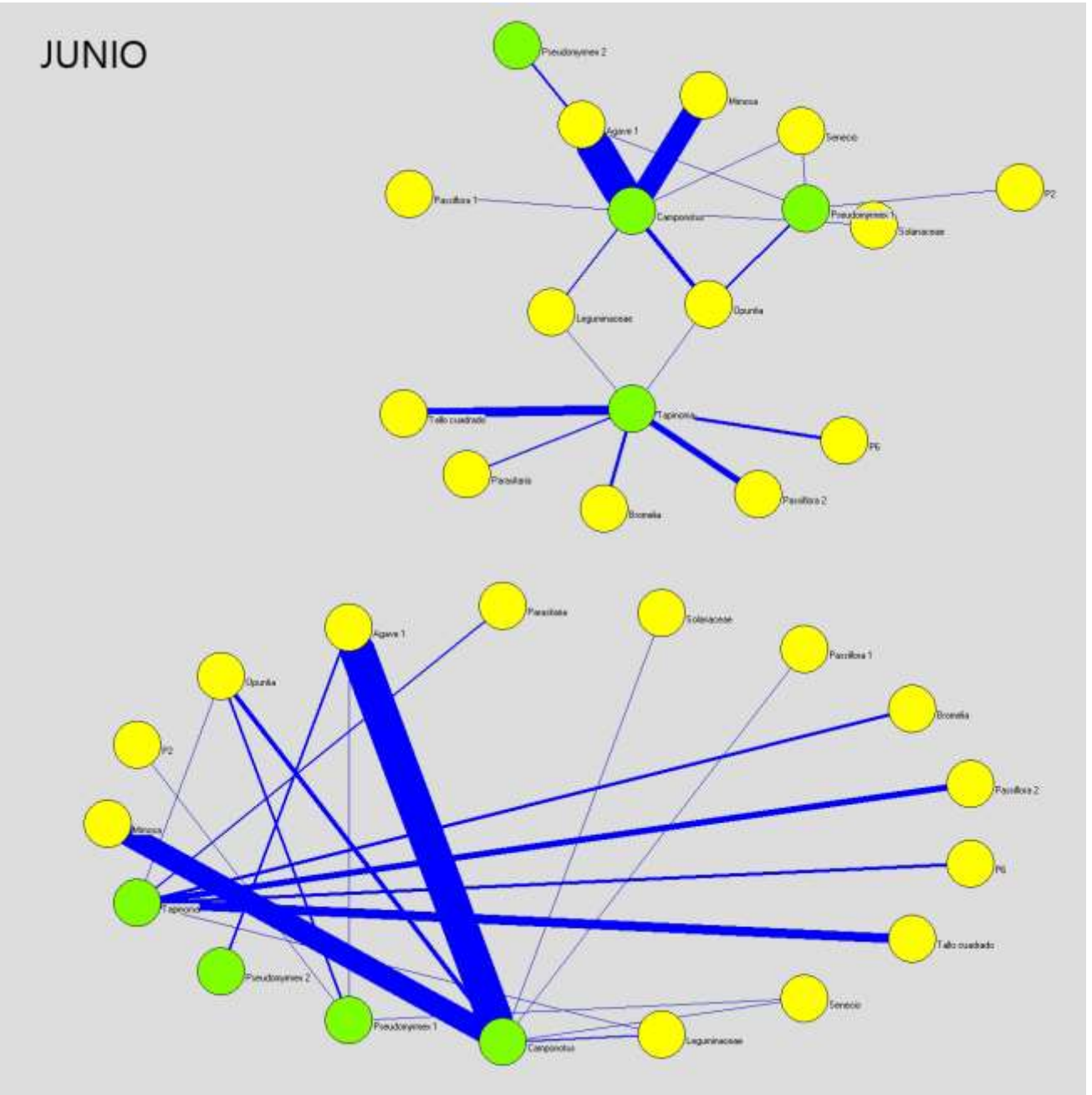


Fig. 7 Red de junio con arreglo de centralidad (arriba) y normal (abajo)

En junio hubo centralidad en *Tapinoma* con un G_c de 1.09, aunque *Camponotus* parece ser central en el grafico este solo tiene 0.6 de G_c (Ver anexo 3 y 8).

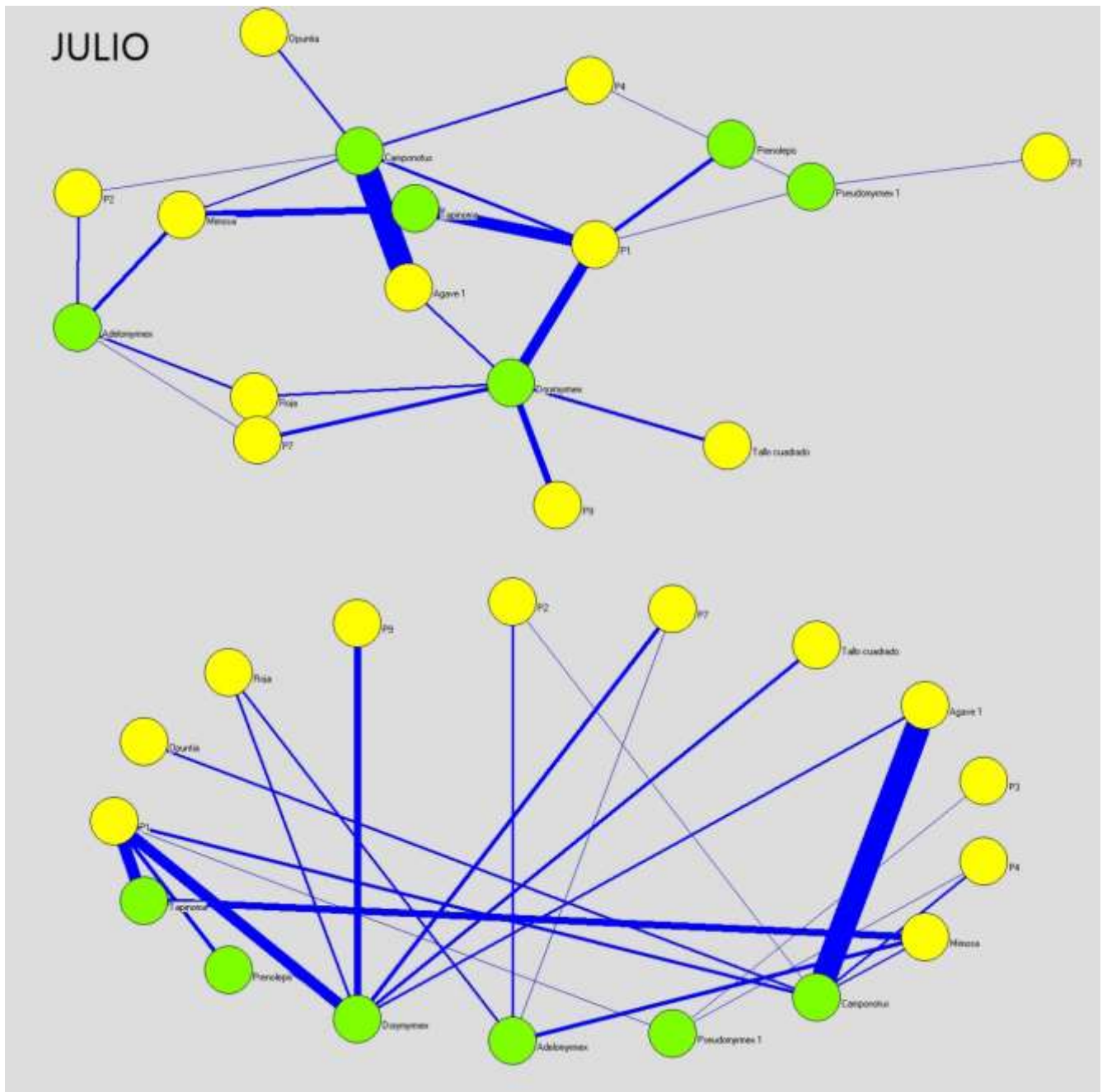


Fig. 8 Red de julio con arreglo de centralidad (arriba) y normal (abajo)

En el mes de Julio hubo centralidad en *Camponotus* y *Dorymyrmex* ya que ambos fueron las únicas especies con un valor de 1.2 de G_c , las demás especies fueron menores e incluso con valores negativos (Ver anexo 4 y 9).

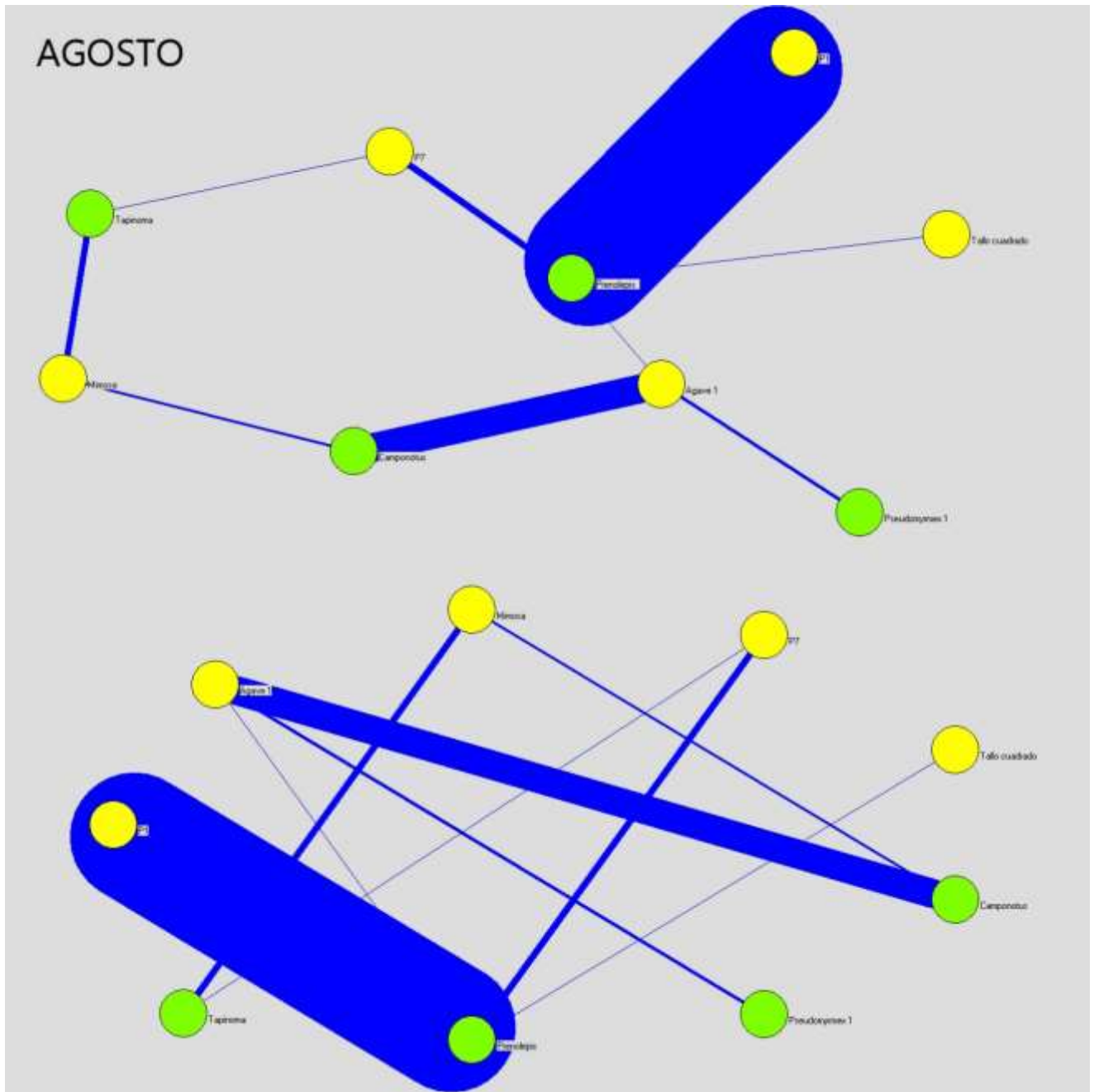


Fig. 9 Red de agosto con arreglo de centralidad (arriba) y normal (abajo)

En agosto la centralidad es un poco difícil de determinar esto debido en gran parte a que la red no fue muy grande pero en este caso fue *Prenolepis* es el que tuvo centralidad con 1.6 de G_c (Ver anexo 5 y 10).