

8. RESULTADOS

8.1 Encinos

Análisis de las condiciones iniciales y finales de los encinos reforestados. El primer y segundo componente principal explicaron el 29% y 20% de la varianza de los datos originales (un total del 49%). En la Tabla 1 se muestran estos dos primeros componentes y la contribución de las variables originales en la nueva

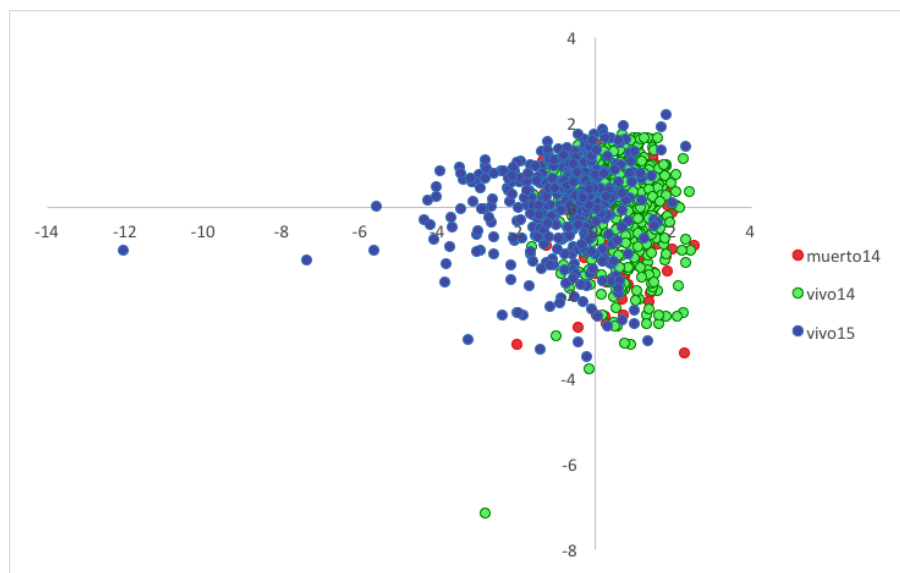
Variable	Componente 1	Componente 2
Altura	-0.408	-0.249
Área	-0.627	-0.110
Diámetro	-0.592	-0.413
Distancia encino más cercano	0.124	-0.602
Cantidad de sol	0.244	-0.652
Asociación	-0.123	-0.370

Tabla 1. Combinaciones lineares de las variables originales de los Eigenvectores

variables (Componente 1 y Componente 2). El Componente 1 estuvo formado principalmente por altura, cobertura del dosel y diámetro; por tanto podemos decir que este componente estuvo determinado por variables asociadas al tamaño del encino, así que podemos denominar a este componente como “Tamaño”. El componente 2, estuvo formado principalmente por la distancia al encino más cercano, cantidad de sol y asociación, así que podemos denominar a este Componente como “Ambiente”.

En la Gráfica 1, se muestran los datos transformados con el componente 1 y 2, como ejes x y y , respectivamente. En

color rojo se muestran los encinos muertos2014, en color verde los encinos vivos2014, y en color azul los encinos vivos2015. Se puede apreciar que los puntos de los grupos muertos14 y vivos2014 se superponen, pero los puntos de encinos vivos15, se encuentran desplazados hacia

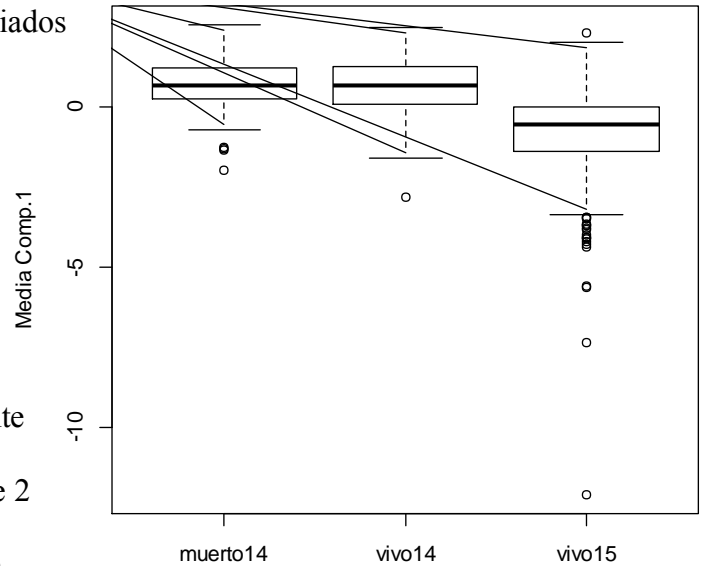


Gráfica 1. Puntos (encinos) de las tres categorías consideradas, usando los Componentes 1 y 2, como ejes.

valores más negativos del Componente 1. Esto indicaría que las condiciones iniciales de los encinos fueron las mismas, pero que los encinos sobrevivientes difirieron en alguna característica o condición. Haciendo un análisis de los valores originales de estos encinos se puede determinar que valores negativos del Componente 1 están asociados a encinos de tamaño, área y diámetro mayores que los que se encuentran a la derecha del eje. En cuanto

al Componente 2, los encinos con valores negativos se encuentran a distancias mayores a otro encino, en condiciones de sombra y asociados a árboles o arbustos.

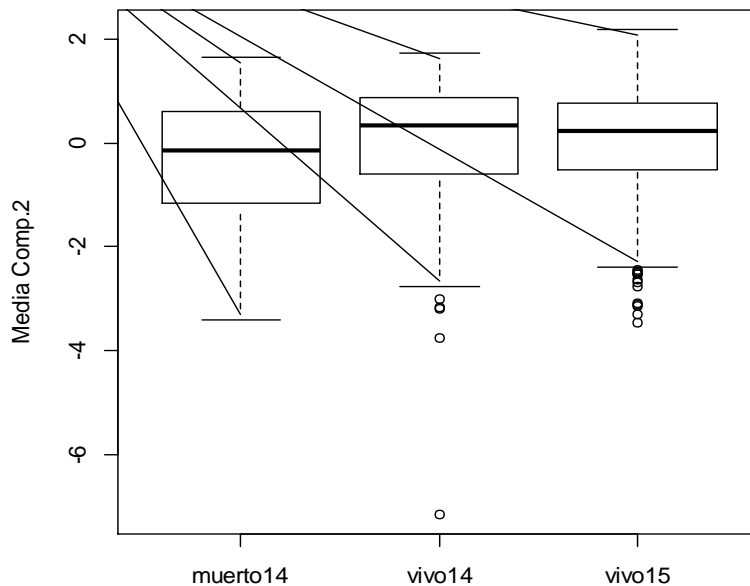
El resultado del ANOVA, indica que hubo diferencias significativas entre las diferentes categorías considerada (vivo14, muerto14, vivo15), en el valor del Componente 1 ($F_{2,947} = 202.4, P < 0.001$) y del Componente 2 ($F_{2,947} = 5.66, P = 0.0036$). En la Gráfica 2 se observa que para el Componente 1, los encino



Gráfica 2. Box-Plots para el Comp 1, para las diferentes categorías consideradas

sobreviviente en el 2015 presentaron los valores más bajos; esto es, eran árboles de mayor tamaño que los encinos sembrados en el 2014 ($P < 0.0001$), no habiendo diferencias en esta variable entre los encinos sembrados en el 2014 ($P = 0.81$)

En la Gráfica 3 se observa la mediana del Componente 2, y los cuartiles. Para este

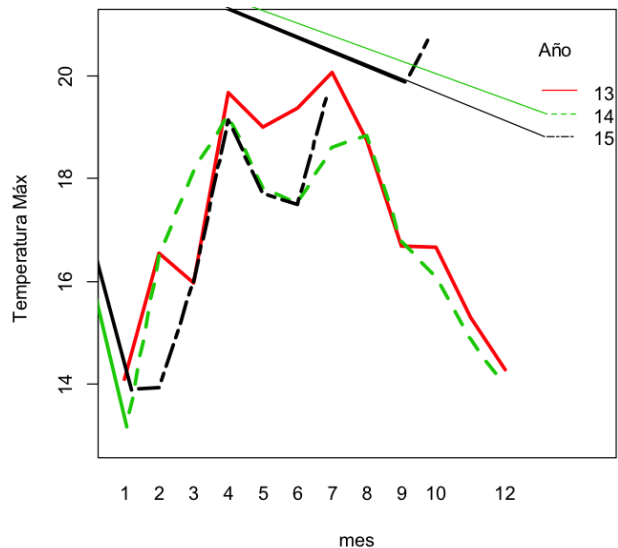


Gráfica 3. Box-Plots para el Comp 2, para las diferentes categorías consideradas

Componente los valores más altos los presentan los encinos vivo15 ($P=0.0042$, prueba de t) y vivo14 ($P = 0.0036$, prueba de t); en comparación con los encinos muertos, no habiendo diferencias significativas

entre estas categorías ($P=0.80$, prueba de t). Los encinos sobrevivientes del 2015, que presentan las mismas condiciones que las que tenían en el 2014, se caracterizaron por distancias más largas a otro individuo de encino y estar asociadas a plantas pequeñas (herbáceas); así como a niveles de luz más altos.

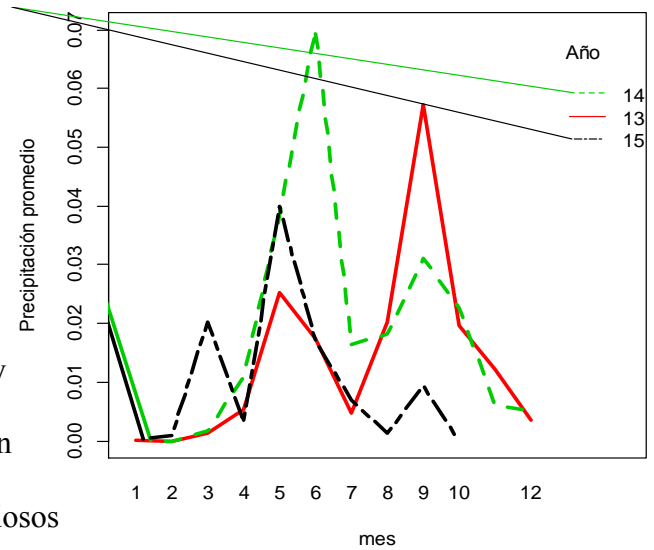
Además se realizaron las siguientes gráficas con los datos proporcionados por la estación meteorológica de la BUAP ubicada en Africam Safari. En la Gráfica 4 podemos observar los diferentes cambios en la temperatura entre años y cada mes.



Gráfica 4. Temperatura

Se puede ver que los meses con la temperatura más baja fueron enero, febrero, noviembre y diciembre. Por el otro lado, los meses más calurosos fueron entre abril y agosto; entre estas fechas se realizaron los muestreos (2014-2015) y la reforestación en el 2014.

Para la precipitación se obtuvo la siguiente gráfica. En la Gráfica 5 se puede observar el promedio de precipitación por año y por mes. Se puede observar que el año más lluvioso fue el 2014, con la mayor precipitación entre los meses de mayo, junio y julio (fechas en las que se realizó reforestación y los muestreos). En 2015 los meses más lluviosos



Gráfica 5. Precipitación promedio

fueron entre abril y julio (meses cuando se realizaron los muestreos), hubo menor precipitación en el 2015 comparado con el 2014.

8.2 Bioindicadores

Al realizar la colección entomológica se encontraron los géneros de hormigas mostrados en la Tabla 2.

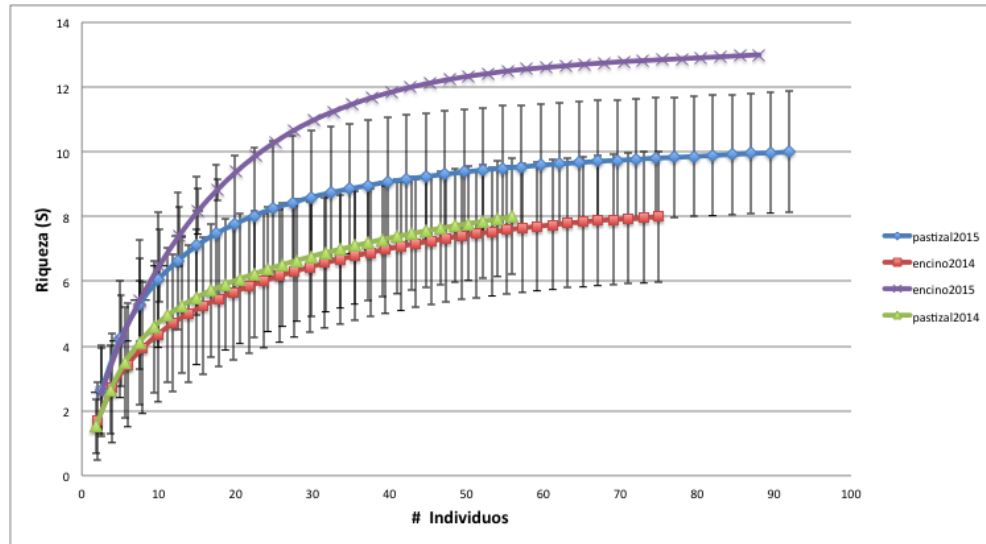
Estas se separaron primero por morfo especies y después se identificaron hasta llegar a género, estos fueron usados posteriormente para la determinación de los grupos funcionales.

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados:

Morfo	Género	Característica	Clave
Morfo1	<i>Odontomachus</i>		Odon
Morfo2	<i>Pheidole SP.1</i>	pequeñas	Phe1
Morfo2.1	<i>Pheidole SP.2</i>	cabezonas	Phe2
Morfo3	<i>Crematogaster</i>	pompa negra	Crem
Morfo4	<i>Dorymyrmex SP.1</i>	pequeñas	Dor1
Morfo4.1	<i>Dorymyrmex SP.2</i>	gigantes	Dor2
Morfo5	<i>Pogonomyrmex</i>		Pogo
Morfo6	<i>Myrmecocystus</i>		Myrm
Morfo7	<i>Camponotus SP.1</i>	pelos dorados	Cam1
Morfo7.1	<i>Camponotus SP.2</i>	cabeza negra	Cam2
Morfo8	<i>Atta</i>		Atta
Morfo9	<i>Neivamyrmex</i>		Neiv
Morfo10	<i>Brachymyrmex</i>		Brac
Morfo11	<i>Pseudomyrmex</i>		Pseu
Morfo 12	<i>Monomorium</i>		Mono
Morfo13	<i>Paratrechina</i>		Para

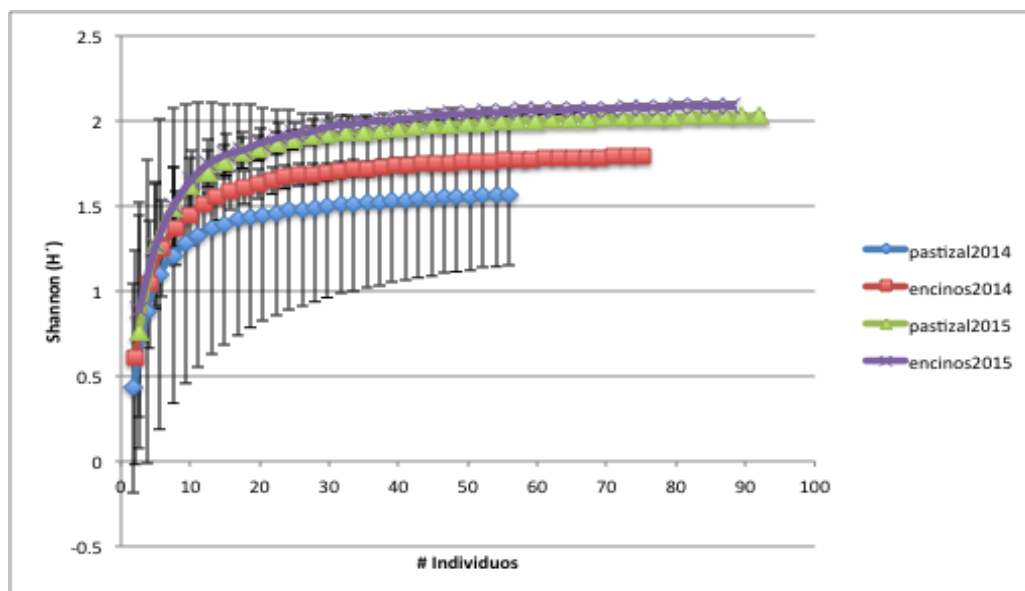
Tabla 2. Identificación a género de la comunidad de hormigas

Riqueza: La mayor riqueza se encontró en el bosque de encino y fue significativamente mayor que para el pastizal reforestado del 2015, con valores intermedios, seguido por el encino y pastizal del 2014, los cuales no difirieron significativamente en sus valores de riqueza (Gráfica 6.).



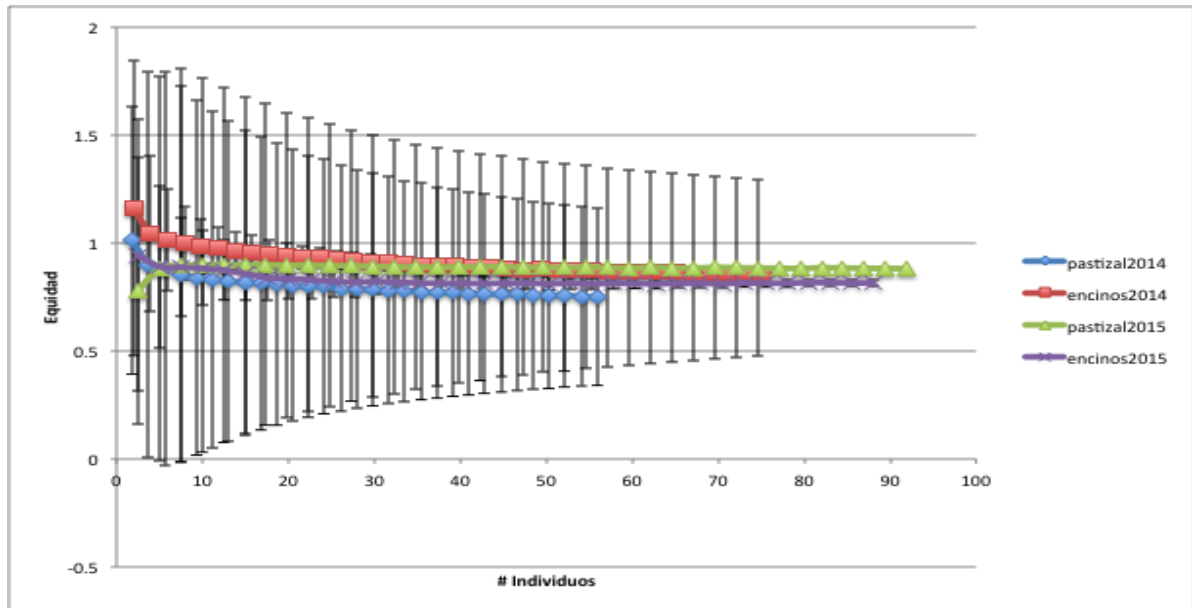
Gráfica6. Índices de riqueza de la comunidad de hormigas entre zonas y entre años.

Shannon: La mayor diversidad se encontró en el pastizal reforestado del 2015 y el encino del 2015, los cuales difirieron significativamente del encino del 2014, con valores intermedios. El pastizal del 2014 presento los valores más bajos de diversidad, aunque no difirieron significativamente de los otros tres tipos de vegetación y/o año (Gráfica 7.).



21 Gráfica 7. Análisis de Shannon comparando comunidades de hormigas entre años y zonas.

Equidad: En cuanto a la equidad se encontraron valores relativamente altos, cercanos a uno, lo cual habla de comunidades relativamente equitativas, sin especies de hormigas dominantes. No hubo diferencias significativas en la equidad en los diferentes años o tipos de vegetación (Gráfica 8.).



Gráfica 8. Valores de equidad en la comunidad de hormigas comparados entre años y zonas.

En general, se observó una mayor diversidad para el pastizal reforestado y encino del 2015, y esto se debió básicamente a que hubo una mayor riqueza en estos hábitats, ya que la equidad fue similar en los dos hábitats en los dos años.

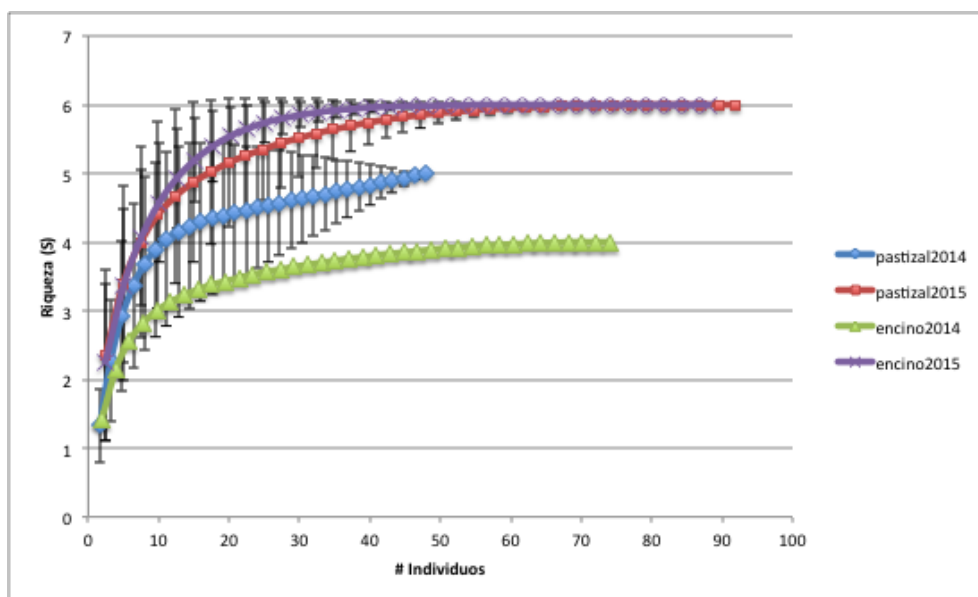
Se realizaron los mismos estudios pero separando a los géneros de hormigas por sus grupos funcionales (Andersen A. N., 1997). Los grupos funcionales que se encontraron fueron los siguientes: Myrmicinae Generalistas (GM), Oportunistas (O), Especialistas de Clima Tropical (CST), Especialistas de Clima Cálido (CSH), Cripticas (CS) y Camponotini Subordinadas (SC) (Tabla 3.).

Tras haber obtenido los grupos funcionales se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

Riqueza: En cuanto a la riqueza en grupos funcionales, los tipos de vegetación más ricos fueron el pastizal y encino del 2015, encontrándose, 6 de los 7 grupos funcionales considerados para las hormigas; seguido del pastizal del 2015, con los valores más bajos para el encino del 2014. Estos dos últimos tipos de vegetación difirieron significativamente entre sí y con el grupo del 2015 (Gráfica 9).

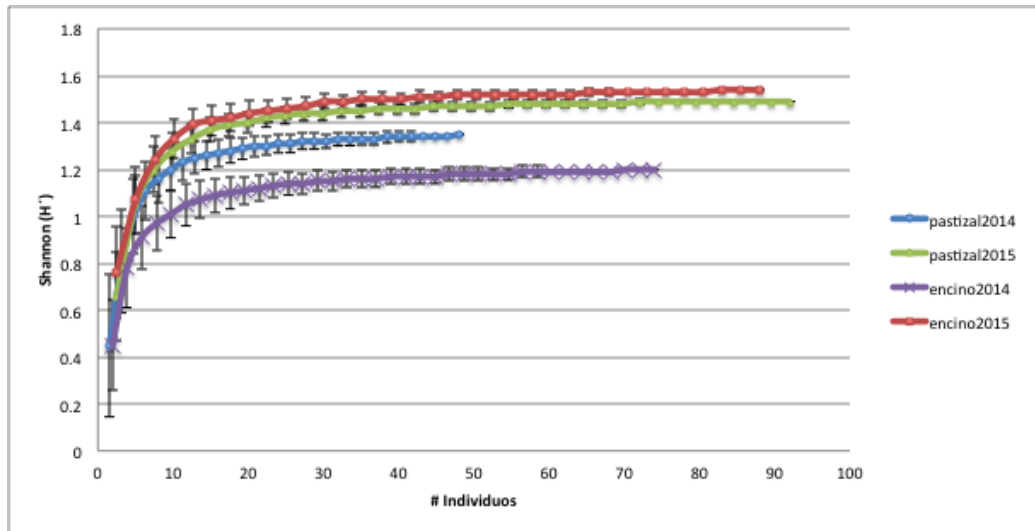
Género	Grupo Funcional
<i>Odontomachus</i>	O
<i>Paratrechina</i>	O
<i>Dorymyrmex SP.1</i>	O
<i>Dorymyrmex SP.2</i>	O
<i>Pogonomyrmex</i>	CSH
<i>Myrmecocystus</i>	CSH
<i>Atta</i>	CST
<i>Neivamyrmex</i>	CST
<i>Pseudomyrmex</i>	CST
<i>Camponotus SP.1</i>	SC
<i>Camponotus SP.2</i>	SC
<i>Brachymyrmex</i>	CS
<i>Monomorium</i>	GM
<i>Pheidole SP.1</i>	GM
<i>Pheidole SP.2</i>	GM
<i>Crematogaster</i>	GM

Tabla 3. Tabla de Géneros con sus respectivos grupos funcionales



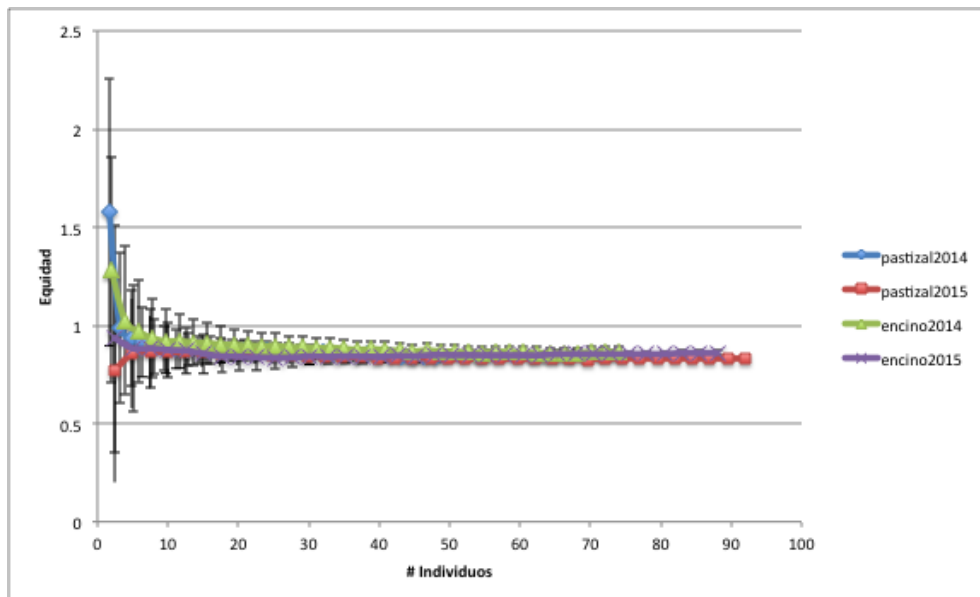
Gráfica 9. Análisis de riqueza para grupos funcionales comparando sitios y años.

Shannon: Se encontraron valores de diversidad significativamente mayores para el pastizal y el encino del 2015. Valores intermedios correspondieron al pastizal del 2014 y fueron significativamente diferentes de los del pastizal y encino del 2015, así como del encino del 2014. Los valores más bajos de diversidad se encontraron para el encino del 2014 (Gráfica 10.).



Gráfica 10. Análisis de Shannon para los grupos funcionales entre años y sitios.

Equidad: No se encontraron diferencias significativas en la equidad ni por vegetación ni por año. Los valores de equidad fueron altos, indicando que los grupos funcionales están bien repartidos dentro de cada comunidad (Gráfica 11).

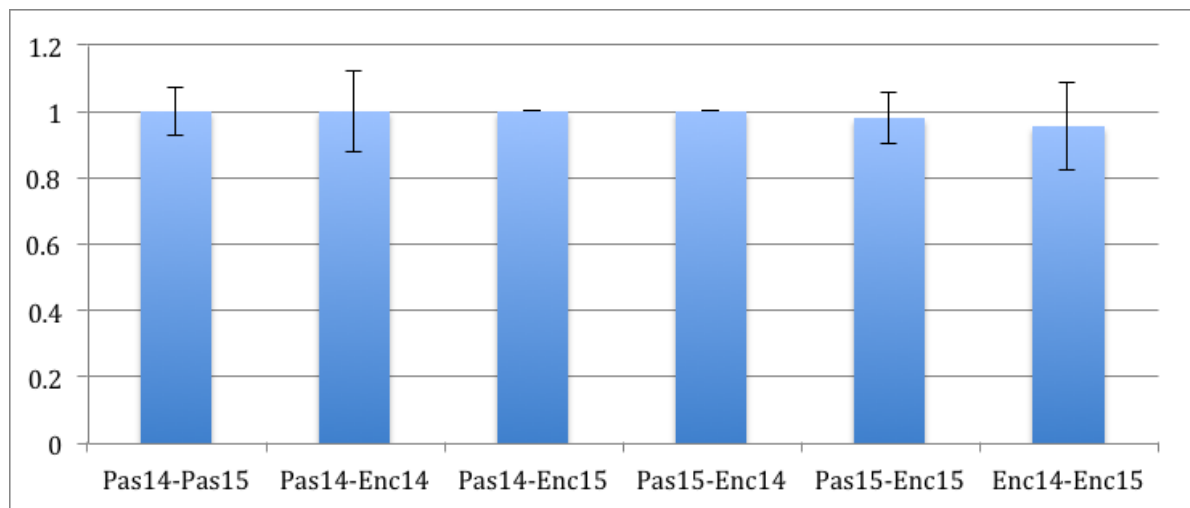


Gráfica 11. Comparación de equidad entre grupos funcionales entre sitios y años

En general, la mayor diversidad encontrada en el pastizal reforestado y encino del 2015, se debió a una mayor riqueza en la comunidad de hormigas en estas comunidades para este año.

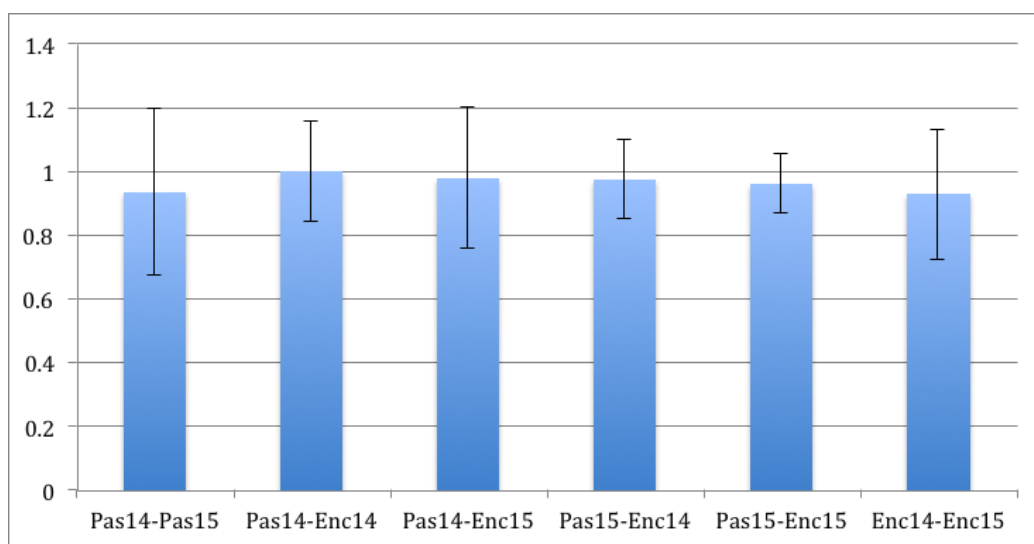
El patrón encontrado en los grupos funcionales es similar al encontrado cuando se consideran morfo especies. Es interesante que el aumento en diversidad encontrado en el pastizal reforestado y encino del 2015, no sólo fue debido a un aumento en la riqueza de especies, sino también de grupos funcionales.

Por otro lado, se realizaron análisis de diversidad beta (Chao-Jaccard-Est) para los grupos funcionales y para las ocurrencias totales. En la Gráfica 12 se puede ver que no hubo diferencias entre las comparaciones entre años tomando la ocurrencia de grupos funcionales; sin embargo, la que obtuvo una mayor diferencia fue la comparación entre encino del 2014 y del 2015.



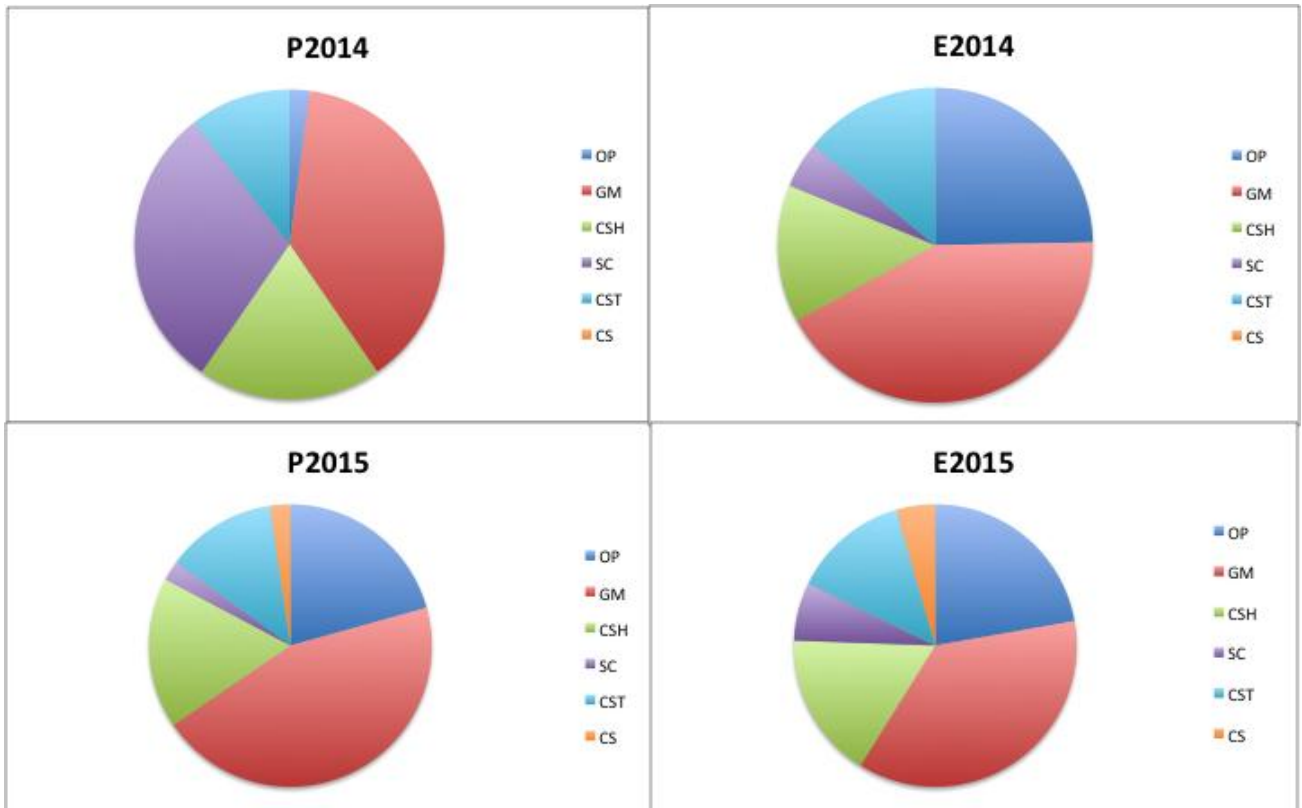
Gráfica 12. Análisis de Jaccard para grupos funcionales comparando años y sitios.

Para las ocurrencias totales se tomó en cuenta la presencia o ausencia de los diferentes géneros en los 2 sitios y se compararon entre sitios y entre años. En la Gráfica 13 podemos observar que las comparaciones que tienen mayor diferencia son las que son entre años en el mismo sitio; es decir, pastizal 2014 y 2015 y encino 2014 y 2015. Esto pudo deberse a factores ambientales estacionales.



Gráfica 13. Análisis de Jaccard para el total de ocurrencias a nivel de género por sitio y por año.

Por otro lado, se realizó una comparación de los grupos funcionales encontrados en cada zona; entre sitios y entre años (Gráfica 14).



Gráfica 14. Gráficas comparativas de grupos funcionales

La Gráfica 14 se encuentra identificada por sitio y por año: las P son las gráficas de la presencia de grupos funcionales en Pastizal (2014 y 2015) y las E son las gráficas para los grupos funcionales en Encino (2014 y 2015). Podemos observar que el sitio en el que hubo un mayor cambio de grupos funcionales fue en el Pastizal del 2014 al 2015; se puede ver una gran disminución en el grupo de las Campotini Subordinadas (SC) y un aumento importante en las Oportunistas (O). Por otro lado, en el Encino se puede ver que no hubo un gran cambio entre el 2014 y el 2015. También podemos observar la aparición de Especies Cripticas (CS) en el 2015 en ambos sitios.