

Capítulo 5 Resultados

5.1 Datos generales

En todos los sitios de estudio y para cada observación se tomaron los siguientes datos generales:

Cuadro 5.1 Datos generales.

Stio de Estudio	Fecha	Hora	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Latitud (N)	Longitud (O)
M1	5/9/04	09:55	1110	28°C - 22°C	19°12.664'	96°53.984'
M2	5/9/04	11:20	1090	23°C - 25°C	19°12.812'	96°53.971'
M3	5/9/04	12:37	1085	25°C - 21°C	19°12.593'	96°53.790'
M4	5/9/04	14:05	1040	23°C - 20°C	19°12.607'	96°53.260'
N1	5/9/04	10:38	1157	23°C - 25°C	19°28.360'	96°55.538'
N2	5/9/04	11:57	1139	27°C - 24°C	19°28.348'	96°55.717'
N3	5/9/04	13:25	1158	28°C - 25°C	19° 28.295'	96° 55.755'
N4	5/9/04	14:45	1159	27°C - 28°C	19° 27.898'	96° 56.058'
V1	5/16/04	12:00	1050	24°C - 22°C	19°12.335'	96°53.864'
V2	5/16/04	12:55	1050	24°C - 22°C	19°12.335'	96°53.864'
V3	5/16/04	13:55	1080	22°C - 21°C	19°12.421'	96°53.058'
V4	5/16/04	14:20	1080	22°C - 21°C	19°12.421'	96°53.058'
T1	5/19/04	12:45	1155	34°C	19°22.54'	96°59.27'
T2	5/19/04	13:25	1155	39°C	19°28.894'	96°59.460'
T3	5/19/04	13:55	1245	33.5°C	19°22.848'	96°59.340'
T4	5/19/04	15:00	1240	37°C	19°22.911'	96°59.327'

Donde M representa a el sistema de cultivo Rústico, N al policultivo comercial, V al de sombra especializada y T al de bajo sol. Los números solo hacen referencia al sitio de estudio. Por ejemplo, M1 se refiere al primer sitio de estudio en el sistema de cultivo rústico.

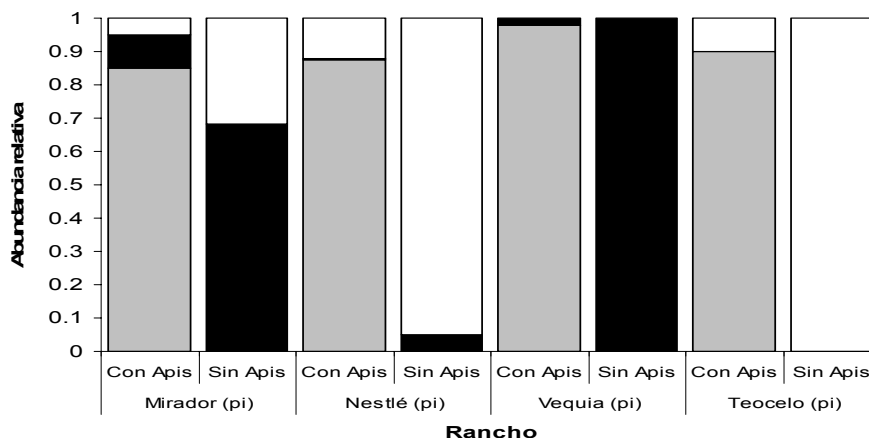
5.2 Observaciones focales

Los datos crudos de las observaciones focales se resumen en el **Cuadro 5.2**. Los ejemplares observados se pueden dividir en tres grupos: abejas melíferas (*Apis mellifera*), abejas nativas y otros polinizadores. En total se registraron 15 especies diferentes, de las cuales las abejas sociales fueron identificadas a nivel de especie, las abejas solitarias a nivel de género, las avispas a nivel de subfamilia y el resto a nivel de familia.

Cuadro 5.2 Insectos visitantes de las flores de *C. arabica* registrados durante las observaciones focales.

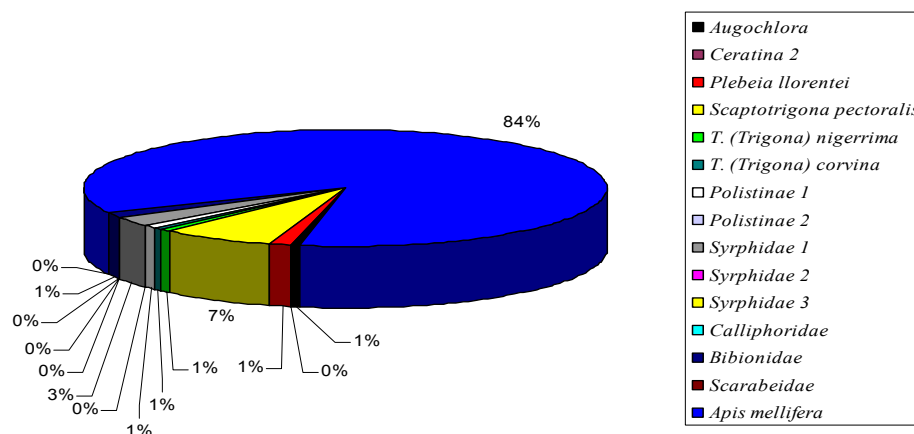
Especie		M1	M2	M3	M4	Total	N1	N2	N3	N4	Total	V1	V2	V3	V4	Total	T1	T2	T3	T4	Total
Abejas melíferas	<i>Apis mellifera</i>	54	38	19	12	123	39	41	31	27	138	52	49	34	6	141	19	34	52	14	119
Abejas nativas	<i>Augochlora</i>		1			1					0	1				1					0
	<i>Ceratina 2</i>					0					0		1			1					0
	<i>Plebeia llorentei</i>				2	2					0	1				1					0
	<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	2	2	1	5	10					0					0					0
	<i>T. (Trigona) nigerrima</i>	1				1		1			1					0					0
	<i>T. (Trigona) corvina</i>	1				1					0					0					0
Otros polinizadores	<i>Polistinae 1</i>	1				1		1			1					0	1			1	2
	<i>Polistinae 2</i>					0	1	2		2	5					0					0
	<i>Syrphidae 1</i>	3	1			4			2		2					0					0
	<i>Syrphidae 2</i>					0	2	1			3					0					0
	<i>Syrphidae 3</i>					0					0					0		1			1
	<i>Calliphoridae</i>					0	1			2	3					0					0
	<i>Bibionidae</i>				2	2		1		3	4					0	2		1		3
	<i>Scarabeidae</i>					0	1				1					0	4	3			7

A. mellifera constituye aproximadamente el 90% de las visitas a flores de *C. arabica*. Esto se puede ver claramente en la Gráfica 5.1



Gráfica 5.1 Abundancias relativas de los insectos visitantes de las flores de *C. arabica*, para cada Rancho, analizando con y sin *A. mellifera*. El gris representa a la proporción abarcada por abejas melíferas, el negro por abejas nativas y el blanco por otros polinizadores.

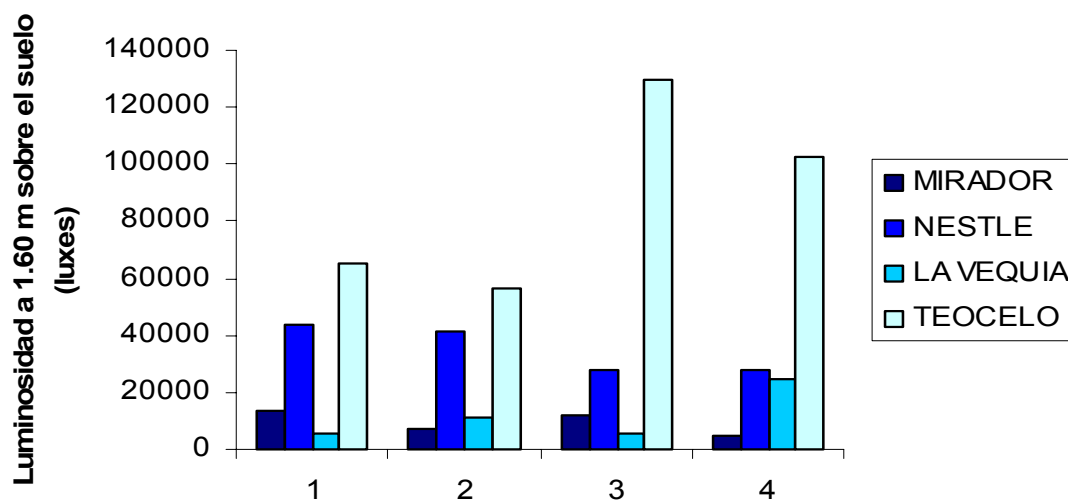
Por otro lado, se hizo la **Gráfica 5.2** para comparar la abundancia entre especies. En la gráfica se puede apreciar claramente la dominancia (84%) de *A. mellifera* sobre las otras especies, otra especie abundante (7%) es *Scaptotrigona pectoralis*.



Gráfica 5.2 Abundancias relativas de los insectos visitantes de las flores de *C. arabica*, para cada sitio de estudio.

5.3 Factores independientes

El Cuadro 5.3 presenta los promedios de luminosidad para cada sitio y para cada rancho. A partir de éste Cuadro se hizo una gráfica comparativa entre los cuatro ranchos (Gráfica 5.3), en donde se puede apreciar claramente que Teocelo (S) está expuesto a una cantidad mucho mayor de luz que el resto de los cafetales. También es muy claro que El Mirador (O) y La Vequia (SE) gozan de aproximadamente la misma intensidad luminosa, mientras que Nestlé (PC) queda entre éstas y Teocelo (S). Estos resultados no son sorprendentes, ya que el dosel original de BMM es más denso que el de un sistema de cultivo como el de Nestlé (PC), y obviamente un sistema de cultivo bajo pleno sol recibirá la mayor cantidad de luminosidad. La similitud en la intensidad luminosa entre El Mirador(O) y La Vequia (SE) puede explicarse con la distribución de los cafetos; pues en el Rancho con un sistema de cultivo de sombra especializada los cafetos se encuentran prácticamente pegados entre si, evitando que los rayos de luz penetren hasta 1.60 metros (altura a la que se midió la luminosidad).



Gráfica 5.3 Intensidades luminosas para los cuatro ranchos.

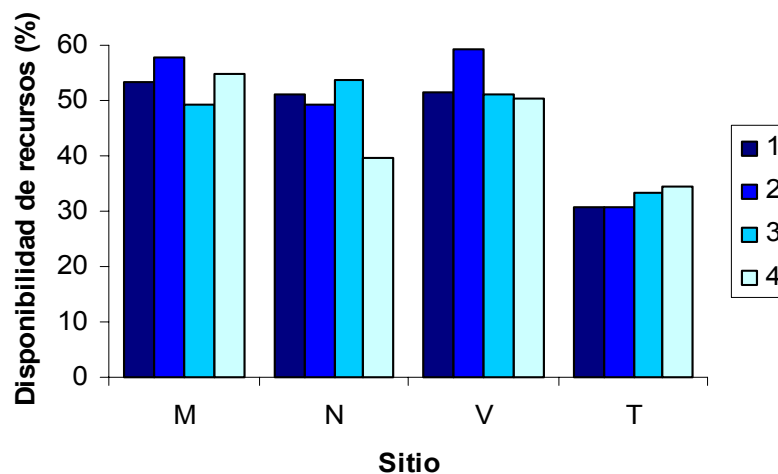
Cuadro 5.3 Promedio de luminosidad para cada sitio y para cada Rancho (luxes).

	MIRADOR	NESTLÉ	LA VEQUIA	TEOCELO
Sitio de muestreo 1	13855	44105	5579	65380
Sitio de muestreo 2	7375	41590	11185	56680
Sitio de muestreo 3	13320	27525	5380	129920
Sitio de muestreo 4	7785	27985	24415	102825
Promedio por Rancho	10583.75	35301.25	11639.75	88701.25

Los datos para disponibilidad de recursos por sitio se resumen en el **Cuadro 5.4 Promedios de disponibilidad de recursos (porcentajes)**. Éstos resultados se grafican en la **Gráfica 5.4**, donde se puede apreciar claramente que Los recursos están disponibles de una manera similar tanto en El Mirador (O), como en Nestlé (PC) y en La Vequia (SE), sin embargo son menores en Teocelo (S).

Cuadro 5.4 Promedios de disponibilidad de recursos (porcentajes).

	MIRADOR	NESTLÉ	LA VEQUIA	TEOCELO
Sitio de muestreo 1	53.3	51.13	51.43	30.9
Sitio de muestreo 2	57.63	49.33	59.37	30.57
Sitio de muestreo 3	49.3	53.8	50.97	33.23
Sitio de muestreo 4	54.83	39.47	50.3	34.43
Promedio por Rancho	53.77	48.43	53.02	32.28

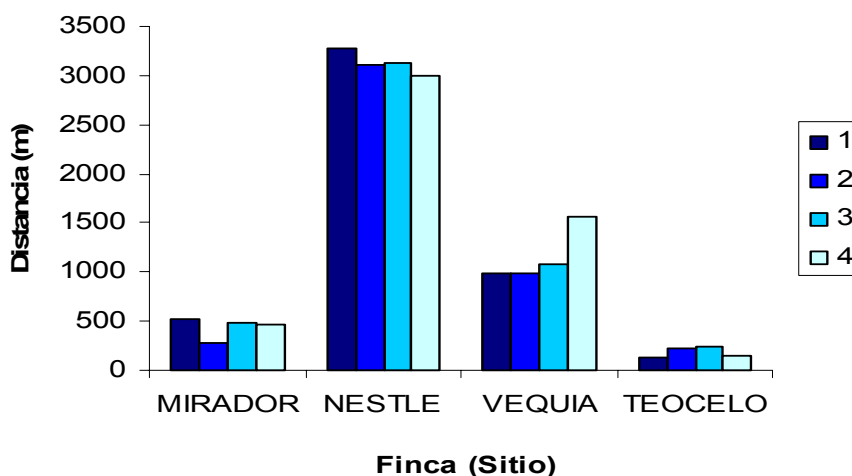


Gráfica 5.4 Disponibilidad de Recursos por sitio de muestreo.

Analizando visualmente los mapas IKONOS se pueden apreciar solamente las copas de los árboles del estrato más alto, y no existe forma de conocer lo que queda debajo de éstos árboles. Por lo que nos es imposible discernir entre un BMM y un cafetal rústico a menos que los datos se ratificaran. Para cotejar la información contenida en estos mapas se requiere de un gran esfuerzo económico, temporal y de personal en campo, lo cual no está a nuestra disposición. Consecuentemente, se tomó BMM como un dosel cerrado de árboles, en donde no se pudiera observar nada más que árboles de diferentes copas; así mismo se consideró que los manchones de bosque con éstas características se encontraran entre las altitudes características del BMM y que se encontraran en una cañada, ya que en una cañada no es posible cultivar café. Las distancias entre los sitios de estudio y los parches de bosque más cercanos se presentan en el Cuadro 5.5, y están graficados en la Gráfica 5.5.

Cuadro 5.5 Distancias al parche de BMM más cercano (metros).

	MIRADOR	NESTLÉ	LA VEQUIA	TEOCELO
Sitio de muestreo 1	513.33	3285.78	981.1	137.33
Sitio de muestreo 2	273.2	3118.31	981.1	227.75
Sitio de muestreo 3	490.07	3126.71	1077.42	236.44
Sitio de muestreo 4	457.76	2999.88	1561.05	154.74
Promedio por Rancho	433.59	3132.67	1150.1675	189.065



Gráfica 5.5 Distancia al parche de BMM más cercano.

5.4 Factores dependientes (Índices de diversidad)

5.4.1 Comparaciones entre Ranchos

En el cuadro 5.6 se presentan los tres índices de diversidad para cada Rancho.

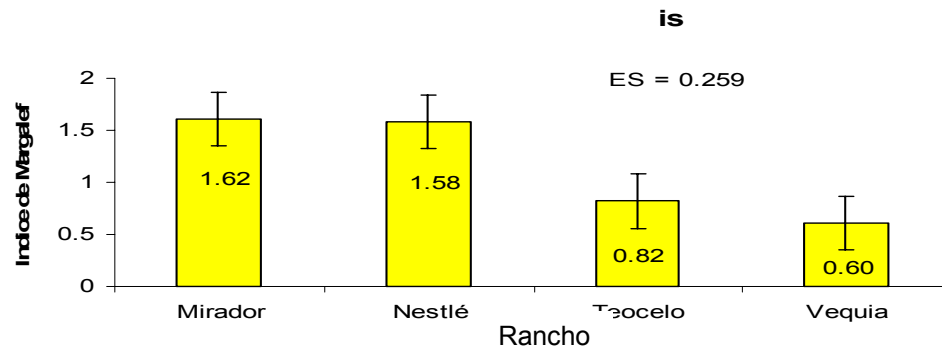
Cuadro 5.6 Índices de diversidad para cada Rancho.

	H'	D = 1/λ	D _{Mg}
Mirador	0.678511	1.38	1.60748
Nestlé	0.622523	1.31	1.580217
Vequia	0.1241526	1.04	0.603644
Teocelo	0.43569	1.22	0.819202

Está más que claro que El Mirador(O) y Nestlé (PC) son los dos Ranchos “más diversos”, mientras que La Vequia (SE) y Teocelo(S) son las dos Ranchos “menos diversos”. Es sorprendente que Teocelo(S) tenga una diversidad mayor que La Vequia (SE) según los tres índices de diversidad calculados. Estos resultados se discutirán más adelante (Capítulo 5).

Índice de Margalef

Este índice marca una pequeña diferencia entre las riquezas específicas de El Mirador(O) y de Nestlé(N), siendo la primer Rancho el más rico. La **Gráfica 5.6** muestra claramente la diferencia entre los Ranchos “más diversos” y los “menos diversos”.



Gráfica 5.6 Índice de Margalef por Rancho (riqueza de especies). ES = Error Estandar.

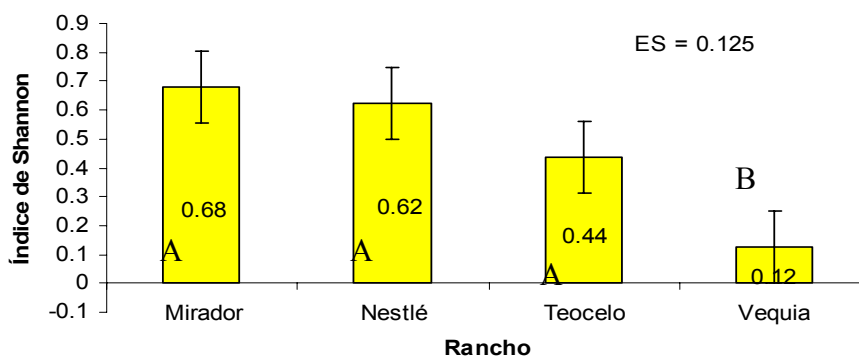
Índice de Shannon

Shannon muestra una diferencia entre las diversidades de El Mirador (R) y Nestlé (PC), esto no es sorprendente ya que este índice toma en cuenta tanto la riqueza específica como la dominancia/equitatividad de las especies, inclinándose más por el primer aspecto (Gráfica 5.7). Al hacer la prueba de t de Hutchenson (1970), es evidente que las diversidades de Shannon de El Mirador (R), Nestlé (PC) y Teocelo (S) no difieren significativamente entre si, pero si son diferentes a la diversidad de La Vequia (SE), el Rancho menos diverso según los tres índices.

Cuadro 5.7 Prueba de Hutchenson para las diversidades de Shannon para cada rancho.

$t_{t(0.05)} = 1.96$			
$t_{c(H'1 \text{ y } H'2)} = 0.2482$	$H'_1 = H'_2$	$t_{c(H'2 \text{ y } H'3)} = 3.0680$	$H'_2 \neq H'_3$
$t_{c(H'1 \text{ y } H'3)} = 3.3057$	$H'_1 \neq H'_3$	$t_{c(H'2 \text{ y } H'4)} = 1.0003$	$H'_2 = H'_4$
$t_{c(H'1 \text{ y } H'4)} = 1.2688$	$H'_1 = H'_4$	$t_{c(H'3 \text{ y } H'4)} = -2.8303$	$H'_3 \neq H'_4$

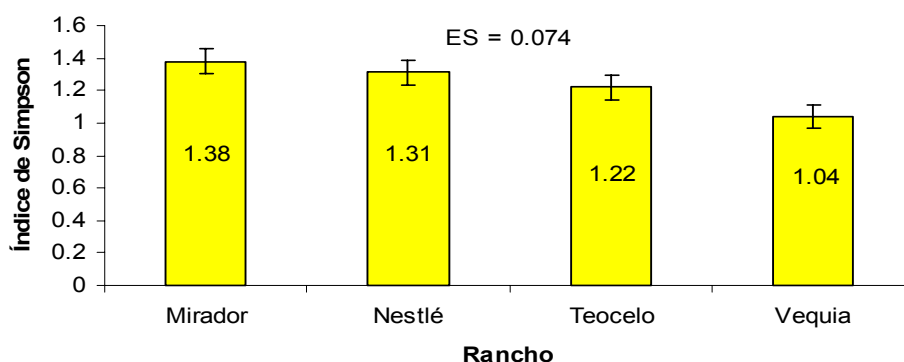
H'1 representa al índice de Shannon para El Mirador (O), H'2 representa al índice de Shannon para Nestlé (PC), H'3 representa al índice de Shannon para La Vequia (SE) y H'4 representa al índice de Shannon para Teocelo (S). Cuando tc es menor que tt, las diversidades según Shannon (H') para las cuales fue calculada t son iguales, y viceversa. Cuando tt es menor que tc, las diversidades difieren entre si.



Gráfica 5.7 Índice de Shannon (diversidad). ES = Error Estándar. Las letras mayúsculas indican el tipo de diversidad (A o B), estos tipos sirven solamente para comparar los ranchos entre si, por lo que las diversidades de el Mirador, Nestlé y Teocelo, no difieren significativamente entre si, pero son diferentes de la diversidad de La Vequia (Cuadro 5.5).

Índice de Simpson

A pesar de que existe una diferencia notable entre las diversidades de los cuatro ranchos, al utilizar el índice de Simpson para comparar las diversidades entre éstos, se observa que ésta diferencia está menos acentuada que para los índices previamente utilizados. Esto se debe a que el índice de Simpson toma en cuenta tanto la riqueza específica como la dominancia/equitatividad de las especies, pero se inclina más por el segundo aspecto (**Gráfica 5.8**). Como *A. mellifera* es dominante en los cuatro ranchos, la diversidad según éste índice va a ser similar para los cuatro casos.



Gráfica 5.8 Índice de Simpson (dominancia/equitatividad). ES = Error Estandar.

5.4.2 Comparaciones entre réplicas

Cuadro 5.8 Índices de diversidad por sitio de estudio.

	Shannon	Simpson	Margalef		Shannon	Simpson	Margalef
M1	0.5773	1.311	1.21	V1	0.1841	1.078	0.5
M2	0.4135	1.217	0.8	V2	0.0194	1.041	0.002
M3	0.1985	1.105	0.33	V3	NC	1	NC
M4	1.1094	2.492	0.99	V4	NC	1	NC
N1	0.5054	1.267	1.1	T1	0.8398	1.770	0.92
N2	0.5812	1.308	1.3	T2	0.3957	1.238	0.55
N3	0.2286	1.129	0.29	T3	0.0936	1.038	0.25
N4	0.7306	1.550	0.85	T4	0.2249	1.142	0.37

NC = no calculable.

Los índices de diversidad por sitio simplemente confirman lo observado en las comparaciones por rancho, no obstante se calcularon con el fin de correlacionarlos con los factores independientes, así como con los datos para los frutos de *C. arabica* (amarre, retención y tamaño).

Cuadro 5.9 Prueba de Hutchenson para las diversidades de Shannon para los 16 sitios de estudio.

El Mirador	$t_{t(0.05)} = 2$	$t_{t(0.05)} = 2.021$	$t_{t(0.05)} = 2.042$	$t_{t(0.05)} = 2.056$
$t_c(H'1 \text{ y } H'2) = 0.6357$	$H'_1 = H'_2$			
$t_c(H'1 \text{ y } H'3) = 1.7035$	$H'_1 = H'_3$			
$t_c(H'1 \text{ y } H'4) = -1.4987$		$H'_1 = H'_4$		
$t_c(H'2 \text{ y } H'3) = 1.1351$	$H'_2 = H'_3$			
$t_c(H'2 \text{ y } H'4) = -2.0749$			$H'_2 = H'_4$	
$t_c(H'3 \text{ y } H'4) = -2.9471$				$H'_3 = H'_4$
Teocelo	$t_{t(0.05)} = 2.021$	$t_{t(0.05)} = 2.042$	$t_{t(0.05)} = 2.052$	$t_{t(0.05)} = 2.092$
$t_c(H'1 \text{ y } H'2) = 1.5606$		$H'_1 = H'_2$		
$t_c(H'1 \text{ y } H'3) = 2.8989$			$H'_1 \neq H'_3$	
$t_c(H'1 \text{ y } H'4) = 2.1874$		$H'_1 \neq H'_4$		
$t_c(H'2 \text{ y } H'3) = 2.2458$	$H'_2 \neq H'_3$			
$t_c(H'2 \text{ y } H'4) = 0.9723$	$H'_2 = H'_4$			
$t_c(H'3 \text{ y } H'4) = -1.0337$				$H'_3 = H'_4$
Nestlé	$t_{t(0.05)} = 2$			$t_{t(0.05)} = 2.021$
$t_c(H'1 \text{ y } H'2) = -0.2436$	$H'_1 = H'_2$	$t_c(H'1 \text{ y } H'3) = 1.2749$		$H'_1 = H'_3$
$t_c(H'2 \text{ y } H'4) = -0.4547$	$H'_2 = H'_4$	$t_c(H'2 \text{ y } H'3) = 1.4226$		$H'_2 = H'_3$
$t_c(H'1 \text{ y } H'4) = -0.7359$	$H'_1 = H'_4$	$t_c(H'3 \text{ y } H'4) = -2.0806$		$H'_3 = H'_4$
La Vequia	$t_{t(0.05)} = 2$			$t_{t(0.05)} = 2.021$
$t_c(H'1 \text{ y } H'2) = 1.8135$	$H'_1 = H'_2$			
$t_c(H'1 \text{ y } H'3) = 2.3424$			$H'_1 \neq H'_3$	
$t_c(H'1 \text{ y } H'4) = 2.3424$			$H'_1 \neq H'_4$	
$t_c(H'2 \text{ y } H'3) = 0.4263$			$H'_2 = H'_3$	
$t_c(H'2 \text{ y } H'4) = 0.4263$			$H'_2 = H'_4$	
$t_c(H'3 \text{ y } H'4) = ?$			$\text{¿}H'_3 = / \neq H'_4\text{?}$	

H_1 representa al índice de Shannon para el primer sitio de estudio de cada rancho, H_2 para el segundo, H_3 para el tercero y H_4 para el cuarto. Cuando t_t es menor que t_c , las diversidades difieren entre si.

Al correr la prueba de t de Hutchenson (1970), se obtiene que las diversidades de Shannon entre las réplicas no difieren significativamente en el caso de El Mirador(O) ni en el de Nestlé (PC). Sin embargo, las diversidades de Shannon para las réplicas si muestran diferencias significativas entre si tanto para Teocelo (S) como para La Vequia (SE). Aparte, no se pueden comparar las diversidades de Shannon entre las réplicas 3 y 4 de La Vequia (SE), ya que los valores de la diversidad de Shannon y sus varianzas correspondientes son cero, esto indica que la diversidad en ambos sitios de muestreo es nula (Cuadro 5.9). Esto me lleva a pensar que la alta diversidad de los dos primeros ranchos se mantiene en toda el área (a través de una escala espacial), mientras que debido a la baja diversidad de los últimos dos ranchos los pocos focos diversos que podrían existir se ven fragmentados, por lo que las diversidades entre réplicas difieren.

5.5 Clasificación de Sistemas de cultivo según su efecto sobre la diversidad y abundancia de los insectos visitantes del café

Haciendo referencia a los índices de diversidad calculados (Margalef, Sannon y Simpson) es fácil discernir que El Mirador (R) y Nestlé (SE) son los ranchos más diversos, seguidos por Teocelo (S) y en último lugar queda La Vequia (SE), como el Rancho menos diverso. De acuerdo con el análisis de Shannon en la Gráfica 5.7 se puede apreciar que El Mirador (R) es el Rancho más diverso, seguido de cerca por Nestlé (PC), no tan de cerca por Teocelo (S) y por último queda La Vequia (SE). No obstante, al aplicar la prueba de t de Hutchenson (1970) se encuentra que la diversidad de El Mirador (R) no difiere significativamente de la de Nestlé (PC) y de la de Teocelo (S), mientras que si difiere significativamente de la de la Vequia (SE). En consecuencia la diversidad de Nestlé (PC) no difiere significativamente de la de Teocelo(S) y difiere significativamente de la de la

Vequia (SE). La diversidad en Teocelo también difiere significativamente de la de La Vequia (SE) (Cuadro 5.).

Por otro lado, la clasificación de los ranchos en un gradiente de diversidad según el análisis de Simpson es la misma que la hecha de acuerdo al índice de Shannon: El Mirador (R) es el Rancho más diverso, seguido de cerca por Nestlé (PC), no tan de cerca por Teocelo (S) y por último queda La Vequia (SE) (Gráfica 4.8).

Finalmente, la clasificación de los cuatro ranchos según la diversidad es la siguiente: **El Mirador (R) > Nestlé (PC) > Teocelo (S) > La Vequia (SE).**

5.6 Regresiones múltiples y correlaciones lineales:

5.6.1 Regresiones múltiples

Al correr una regresión múltiple entre los factores independientes (luminosidad, disponibilidad de recursos y distancia al parche de BMM más cercano) y cada uno de los tres factores dependientes (índices de Margalef, Shannon y Simpson) (tres regresiones múltiples en total), se encontró que no existe ninguna correlación significativa entre estos factores (Apéndice 2.1: Regresiones múltiples). Éstas regresiones múltiples se llevaron a cabo con los datos obtenidos para cada sitio, por lo que $n = 16$. En estos casos el valor de r debe de ser mayor o igual a $(\pm) 0.43$ para que la regresión sea significativa estadísticamente, ya que la hipótesis probada es direccional ([Vassar Stats](#), 2004). El cuadro 5.10 muestra los valores de r para las tres regresiones.

Cuadro 5.10 Valores de r para las regresiones múltiples entre los factores independientes y cada uno de los índices de diversidad (factores dependientes).

	Luminosidad	Disponibilidad de recursos	Distancia al BMM más cercano
Índice de Margalef	-0.05	-0.011	0.231
Índice de Shannon	-0.077	-0.119	0.064
Índice de Simpson	-0.117	-0.044	-0.087

En negritas se marcan los valores de r para cada factor independiente, que más se acercan a su valor significativo (± 0.43).

La situación de Nestlé (PC) con respecto a la distancia al parche de BMM más cercano es particular, ya que se encuentra en la mitad de una gran zona urbana, por lo que se puede considerar demasiado lejos de cualquier parche de BMM para que éste influya sobre la diversidad de sus insectos. Por lo tanto, se decidió volver a correr tres regresiones múltiples, esta vez sin considerar a Nestlé (PC). En éste caso $n = 12$, ya que se eliminan los datos de los cuatro sitios de estudio de el rancho eliminado. Cuando $n = 12$ y se trata de probar una hipótesis direccional, r debe de ser mayor o igual a (\pm) 0.50 para ser significativa estadísticamente. El cuadro 4.11 muestra los valores de r para estas tres regresiones múltiples.

Cuadro 5.11 Valores de r para las regresiones múltiples entre los factores independientes y cada uno de los índices de diversidad (factores dependientes), excluyendo a Nestlé del análisis.

	Luminosidad	Disponibilidad de recursos	Distancia al parche de BMM más cercano
Índice de Margalef	-0.101	-0.025	-0.575
Índice de Shannon	-0.084	-0.079	-0.524
Índice de Simpson	-0.116	0.012	-0.353

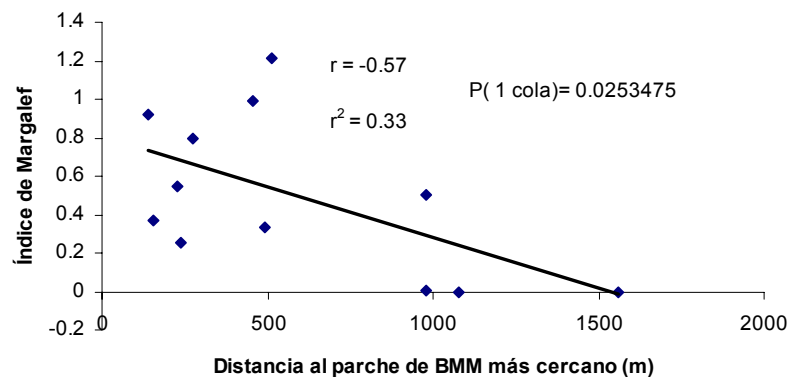
En negritas se marcan los valores de r para cada factor independiente, que más se acercan a su valor significativo (± 0.50).

En este caso, las regresiones múltiples son estadísticamente significativas para los índices de Margalef y Shannon ($r = -0.575$ y -0.524 , respectivamente). Para el índice de

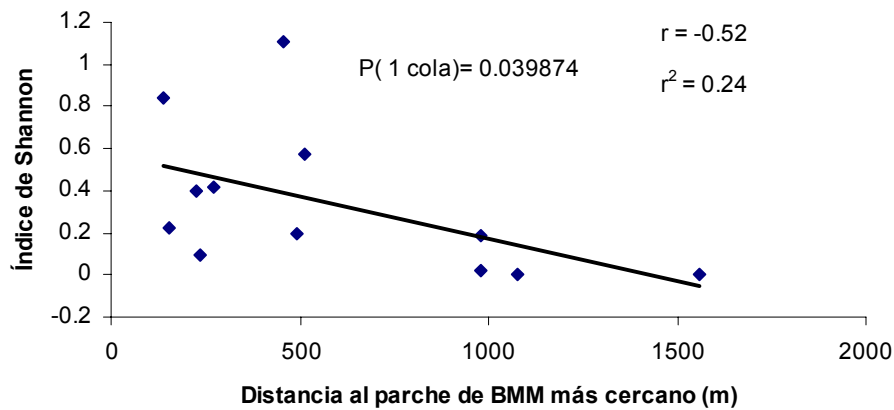
Simpson, a pesar de que el valor de r (-0.353) no es estadísticamente significativo, indica una relación inversamente proporcional entre la diversidad según Simpson y la distancia al parche de BMM más cercano (el valor de r es negativo). Con esto quiero decir que, además de ser bastante más fuerte que en las regresiones múltiples que incluyen los datos de Nestlé (PC), r tiene la misma tendencia que las otras dos medidas de diversidad con respecto a éste factor independiente. Para conocer la fuerza de estas regresiones múltiples es necesario llevar a cabo correlaciones y regresiones lineales para cada caso (Apéndice 2.1: Regresiones múltiples).

5.6.2 Correlaciones y regresiones lineales

Se hicieron correlaciones lineales entre los índices de Margalef y Shannon calculados y la distancia al parche de BMM más cercano (Apéndice 2.2: Correlaciones y regresiones lineales: 3 correlaciones simples), para conocer la fuerza de la correlación entre cada uno de estos factores dependientes de éste factor independiente. No se incluyeron los datos de Nestlé (PC) en estos análisis. Se graficaron estas correlaciones simples, junto con su línea de regresión (Gráficas 9 - 11):



Gráfica 5.9 Correlación y regresión lineal entre el índice de Margalef y la distancia al parche de BMM más cercano para los 12 sitios de estudio (excluyendo los datos de Nestlé(PC)).

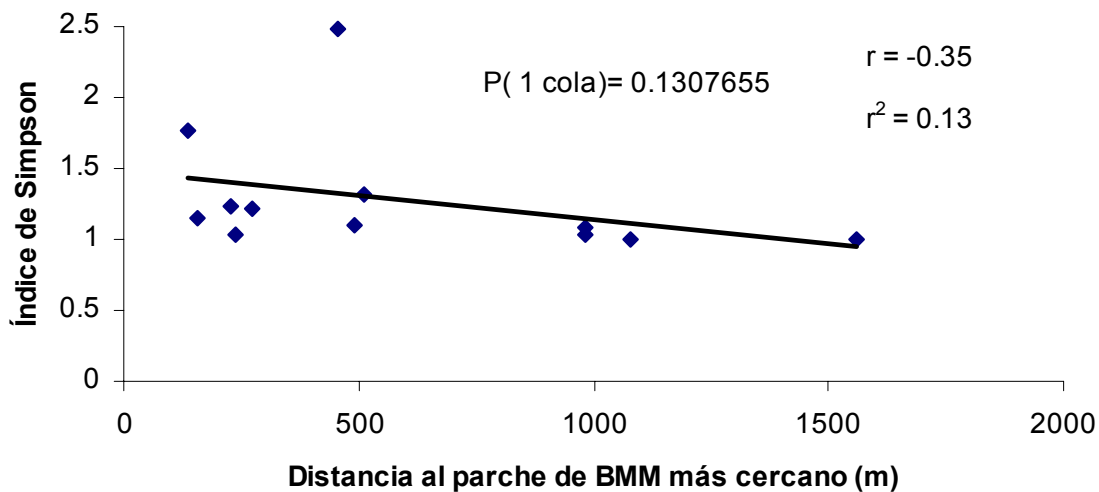


Gráfica 5.10 Correlación y regresión lineal entre el índice de Shannon y la distancia al parche de BMM más cercano para los 12 sitios de estudio (excluyendo los datos de Nestlé(PC)).

La correlación más fuerte se da para el índice de Margalef ($r^2 = 0.33$). La dirección de esta correlación está dada por el valor de r (-0.57), el cual al ser negativo indica una relación inversamente proporcional. Esto quiere decir que entre más alejado de un parche de BMM se encuentra el sitio de muestreo, menor riqueza de especies presenta. Al tratarse de una hipótesis direccional se debe aplicar la prueba de una sola cola; de acuerdo a ésta prueba, ésta relación se cumplirá con un 97.5% de probabilidad. ($P = 0.025$). Así mismo, la correlación entre el índice de Shannon y éste factor independiente tiene un valor de r negativo (-0.52) y una fuerza un poco menor ($r^2 = 0.24$); reflejando el mismo tipo de dependencia de la diversidad de insectos visitantes de las flores de *C. arabica* sobre la distancia al parche de BMM más cercano. En este caso la probabilidad de que ésta correlación se cumpla es del 96% ($P = 0.04$).

A pesar de que ni el valor de r (-0.35) ni la prueba de una cola ($P = 0.13$) cumplan con los requisitos de significancia estadística, para la correlación lineal entre el índice de

Simpson y la distancia al parche de BMM más cercano, ésta correlación tiene la misma tendencia que las dos previas, por lo que se realizó y graficó (Gráfica 4.11):



Gráfica 5.11 Correlación y regresión lineal entre el índice de Simpson y la distancia al parche de BMM más cercano para los 12 sitios de estudio (excluyendo los datos de Nestlé(PC)).

5.6.3 Efecto de la diversidad y la abundancia sobre el amarre, la retención y el tamaño de frutos de *C. arabica*

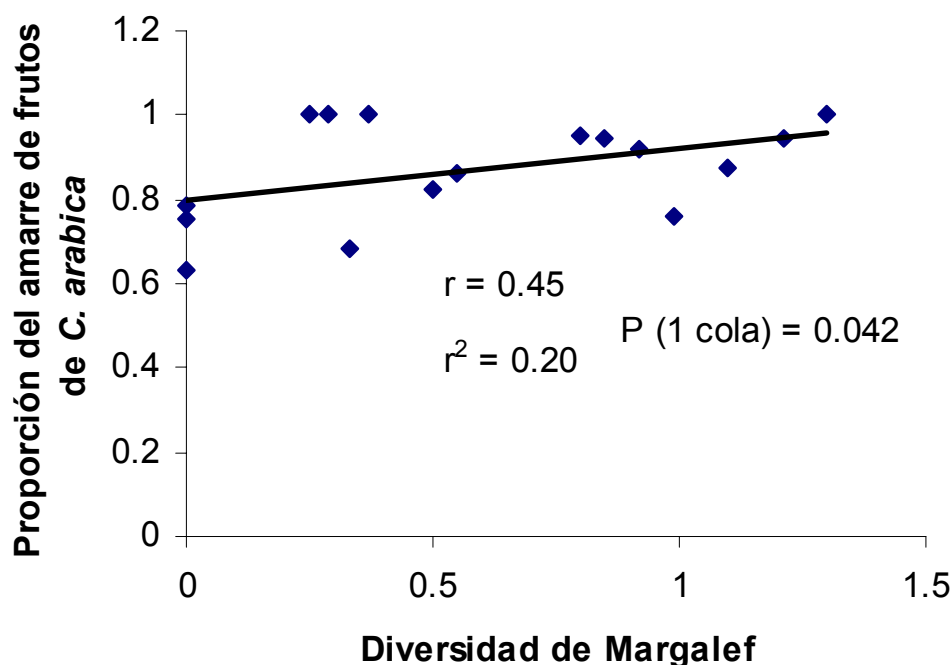
Primero se realizó una regresión múltiple entre la proporción de amarre de frutos de café (factor dependiente); es decir los botones que llegaron a ser frutos inmaduros; y los tres índices de diversidad, de insectos visitantes de las flores de estos frutos, calculados (factores independientes). Al realizar esta regresión múltiple se encontró que solamente la variación del índice de Margalef tiene un efecto estadísticamente significativo ($r = 0.45$) sobre la variación de la proporción del amarre de frutos (Apéndice 2.3: Efecto de la diversidad y la abundancia sobre el amarre, la retención y el tamaño de frutos de *C. arabica*: una regresión múltiple y una correlación simple).

Al hacer las regresiones tanto para la proporción de la retención (botones que llegan a ser frutos maduros), como para el tamaño de los frutos de café, no se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa (Cuadro 5.12). También se corrieron regresiones múltiples para los residuales de las proporciones tanto del amarre como de la retención de frutos, y para el volumen de los frutos de café (valor relacionado con el tamaño), pero los valores de r en todos estos casos se alejaron aún más de $(\pm) 0.43$, por lo que estos resultados no se incluyeron.

Cuadro 5.12 Valores de r para las regresiones múltiples entre los índices de diversidad (factores independientes) y cada uno de los factores dependientes (amarre, retención y tamaño de fruto).

	Proporción de amarre de frutos	Proporción de retención de frutos	Tamaño de frutos (residual del vol.)
Índice de Margalef	0.445915	0.214411	0.109698
Índice de Shannon	0.249875	0.16804	-0.00847
Índice de Simpson	0.010903	0.097778	0.038814

Como el único valor estadísticamente significativo de r (0.45) se obtuvo entre el índice de Margalef y la proporción del amarre de frutos, sólo se procesó y graficó, junto con su línea de regresión lineal, ésta correlación lineal (Gráfica 4.12). Ésta correlación es estadísticamente significativa ($r = 0.45$, $P_{(una\ cola)} = 0.042$), tiene una fuerza de $r^2 = 0.20$ y una dirección positiva. Esto quiere decir que entre mayor sea la diversidad de Margalef para los insectos visitantes de sus flores, mayor será la proporción del amarre de frutos para el café.



Gráfica 5.12 Correlación y regresión lineal entre el índice de Margalef y la proporción del amarre de frutos de café en los 16 sitios de estudio.