

6. Resultados

6.1 Estructura de la Vegetación

Bosque de Pino

Para el bosque de pino, puede observarse la tabla de la estructura de la vegetación.

Tabla 6.1.1 Estructura de la vegetación del hábitat de bosque de pino

especie	no. de indiv.	D(ind/ha)	RD	f	Rf	C(m2/ha)	RC	IV	% de I
<i>Alnus firmifolia</i>	1.00	2.50	0.00	0.20	0.17	0.20	0.01	0.18	6.07
<i>Pinus hartwegii</i>	285.00	712.50	1.00	1.00	0.83	16.37	0.99	2.82	93.93
TOTAL	286.00	715.00	1.00	1.20	1.00	16.57	1.00	3.00	100.00

Este es el sitio más pobre en especies arbóreas, encontrando un solo individuo de *Alnus firmifolia* dentro de las parcelas muestreadas. Indudablemente, *Pinus hartwegii* es la especie dominante de este hábitat.

En las siguientes gráficas, se muestran los histogramas de frecuencia para las especies con $n > 20$, donde puede verse la estructura de tamaños de cada población dentro del bosque de pino.

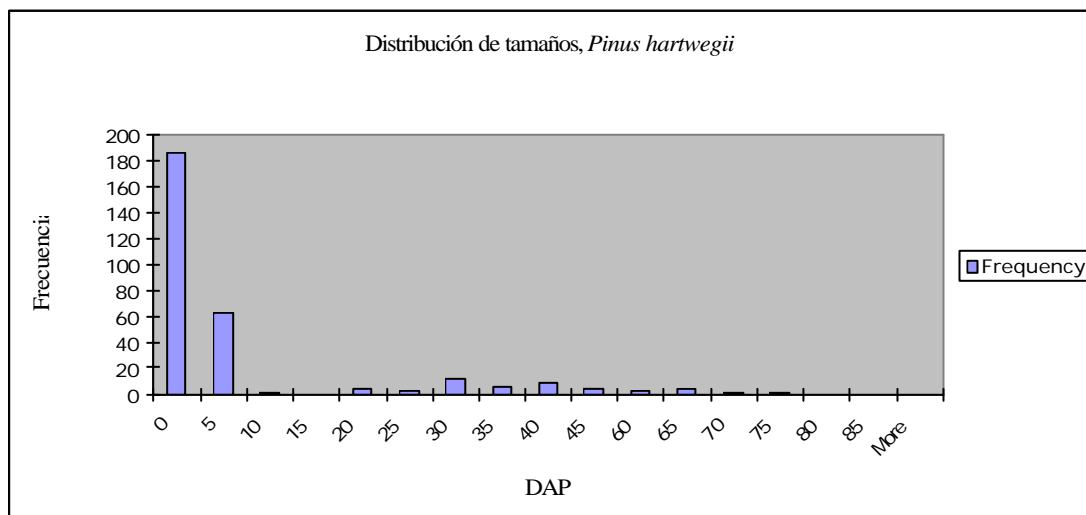


Fig.6.1.1 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Pinus hartwegii*

Dentro de este bosque, se presentan muchos individuos jóvenes, con diámetros de entre 3 y 10cm, y persisten algunos individuos viejos, pero en muy poca cantidad.

Bosque de Oyamel

Para el bosque de oyamel, se obtuvo la siguiente tabla de estructura de la vegetación.

Tabla 6.1.2 Estructura de la vegetación del hábitat de bosque de oyamel

especie	no. de indiv.	D(ind/ha)	RD	f	Rf	C(m2/ha)	RC	IV	% de I
<i>Abies religiosa</i>	387.00	1209.38	0.87	1.00	0.43	30.85	0.72	2.02	67.19
<i>Alnus firmifolia</i>	48.00	150.00	0.11	0.80	0.35	8.52	0.20	0.65	21.76
<i>Pinus hartwegii</i>	4.00	12.50	0.01	0.10	0.04	1.38	0.03	0.08	2.81
<i>Pinus montezumae</i>	8.00	25.00	0.02	0.40	0.17	2.38	0.06	0.25	8.24
TOTAL	447.00		1.00	2.30	1.00	43.14	1.00	3.00	100.00

Puede verse la cantidad de individuos de *Abies religiosa*, lo que nos indica que es un bosque muy denso, y por lo tanto se espera que no esté perturbado, sin embargo, se observa la presencia de *Alnus firmifolia*, que normalmente indica que hubo algún tipo de perturbación.

Los histogramas de frecuencia que describen la estructura de tamaños se realizaron para *Abies religiosa* y para *Alnus firmifolia*, en donde puede verse más claramente si es que existe o existió perturbación.

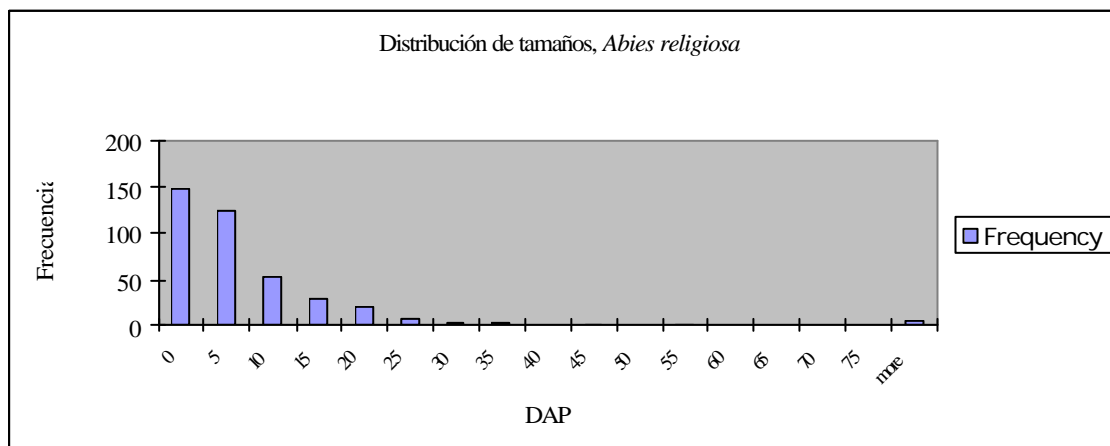


Fig.6.1.2 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Abies religiosa*

Cuando se ve este tipo de curva, significa que esta distribución de tamaños representa una población sana.

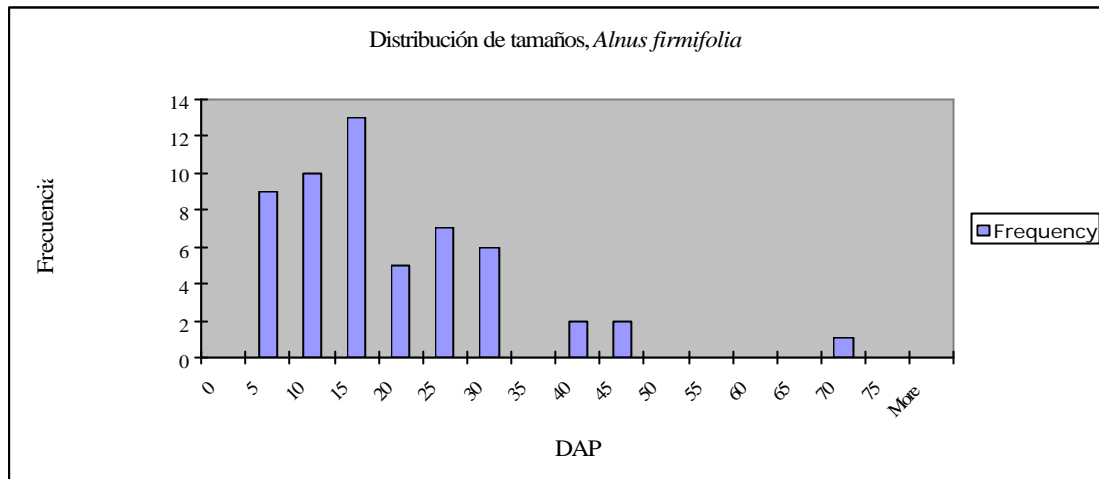


Fig.6.1.3 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Alnus firmifolia*

Los individuos de *Alnus firmifolia* muestreados tienen diámetros de entre 5 y 35 centímetros. Esta distribución de tamaños es muy irregular lo que sugiere que se trata de un crecimiento basado en la perturbación de este bosque.

Bosque de Madroño

Observamos la tabla siguiente con respecto a la estructura vegetal del bosque de madroño

Tabla 6.1.3 Estructura de la vegetación del hábitat de bosque de madroño

especie	no. de indiv.	D(ind/ha)	RD	f	Rf	C(m2/ha)	RC	IV	% de I
<i>Abies religiosa</i>	69.00	431.25	0.48	1.00	0.24	10.85	0.25	0.96	32.16
<i>Alnus firmifolia</i>	38.00	237.50	0.26	1.00	0.24	7.08	0.17	0.66	22.10
<i>Arbutus xalapensis</i>	22.00	137.50	0.15	1.00	0.24	1.27	0.03	0.42	13.89
<i>Pinus hartwegii</i>	1.00	6.25	0.01	0.25	0.06	2.37	0.06	0.12	4.04
<i>Pinus montezumae</i>	15.00	93.75	0.10	1.00	0.24	21.20	0.50	0.83	27.81
TOTAL	145.00	906.25	1.00	4.25	1.00	42.77	1.00	3.00	100.00

En esta tabla, se observa mayor diversidad de especies que en los hábitats anteriores. *Abies religiosa* se encuentra de forma dominante en este hábitat, sin embargo,

Alnus firmifolia, *Pinus montezumae* y *Arbutus xalapensis*, se encuentran distribuidos de forma representativa también, sugiriendo que se trata de un bosque secundario.

Los histogramas para este hábitat fueron los siguientes.

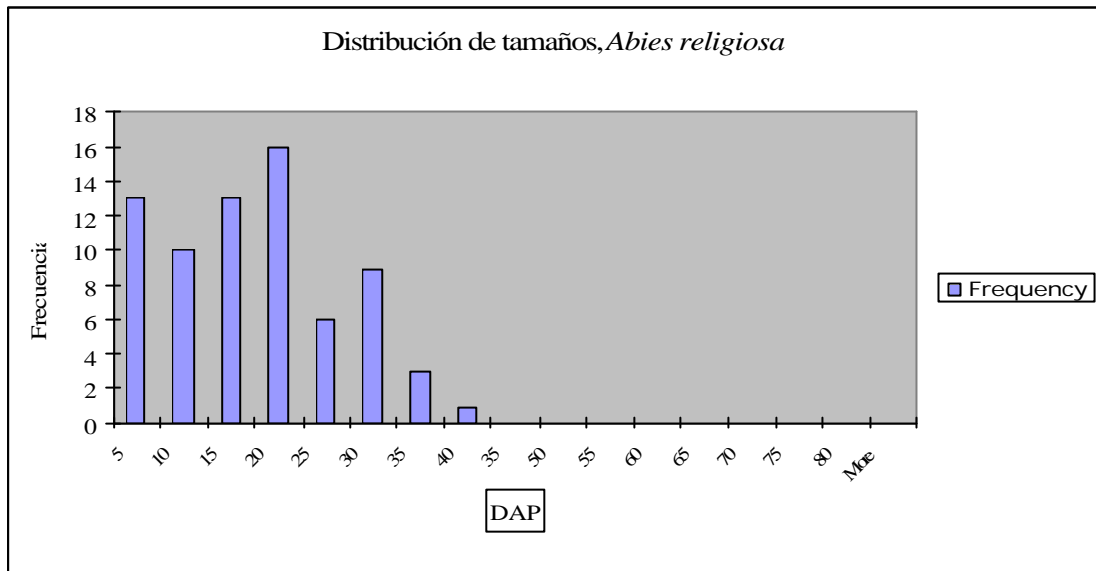


Fig.6.1.4 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Abies religiosa*

Este histograma presenta la distribución de los individuos de *Abies* y se puede reconocer que probablemente ha existido perturbación, dado que la curva de tamaños es irregular, habiendo épocas con muchos individuos seguido de épocas con menor número y así se van intercalando.

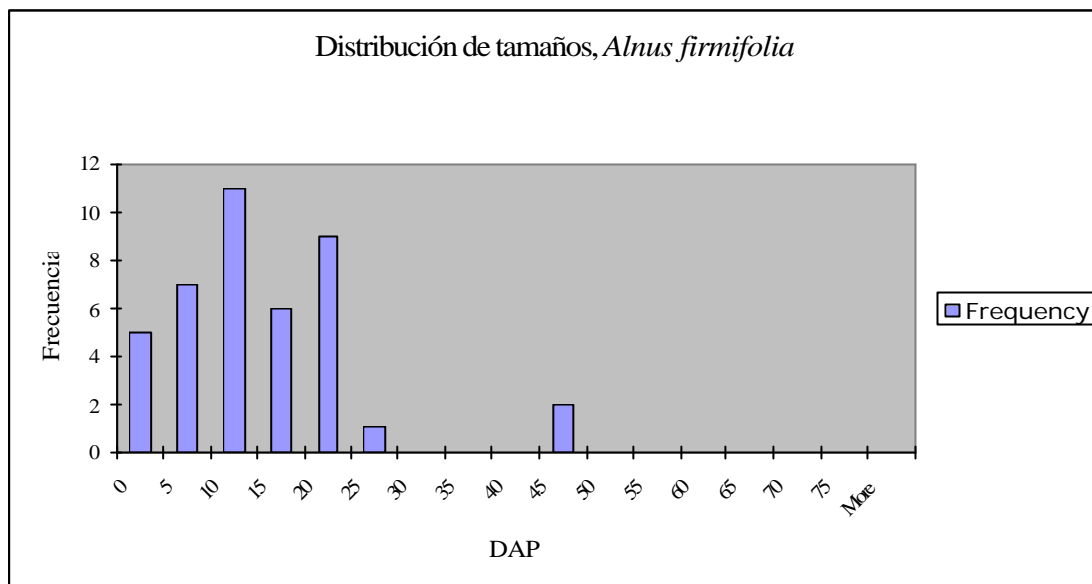


Fig.6.1.5 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Alnus firmifolia*

Los individuos de la población de *Alnus firmifolia* dentro de este hábitat, presentan lo observado en el histograma anterior. Sus diámetros van de entre 3 y 20 centímetros aproximadamente, y se observa la ausencia de individuos con diámetro de entre 30 y 45 centímetros.

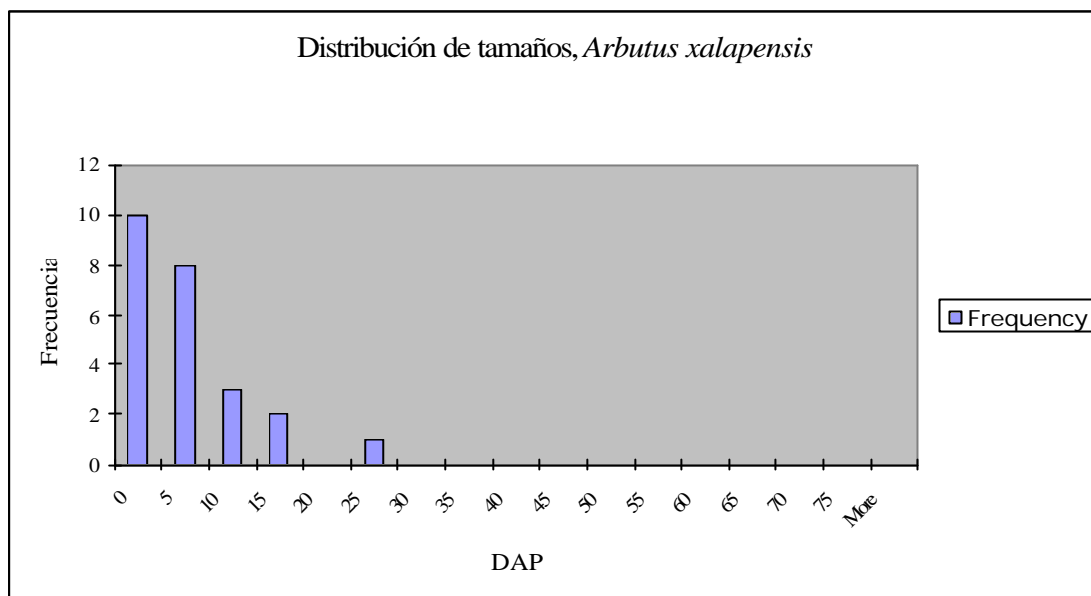


Fig.6.1.6 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Arbutus xalapensis*

La población de *Arbutus xalapensis*, presenta una distribución sin perturbación. No encontramos individuos con diámetro de 20 a 25 centímetros. Esto no resulta significativo, dado que las parcelas se ubicaron al azar, es decir, seguramente sí hay individuos con estos diámetros, pero dentro de las parcelas no se encontraron.

Bosque de Pino, Aile y Oyamel

Dentro de éste hábitat, observamos la siguiente tabla de la estructura vegetal.

Tabla 6.1.4 Estructura de la vegetación del hábitat de bosque de pino, aile y oyamel

especie	no. de indiv.	D(ind/ha)	RD	f	Rf	C(m2/ha)	RC	IV	% de I
<i>Abies religiosa</i>	5.00	15.63	0.03	0.50	0.20	1.18	0.06	0.28	9.50
<i>Alnus firmifolia</i>	90.00	281.25	0.52	1.00	0.40	7.47	0.36	1.27	42.41
<i>Pinus hartwegii</i>	79.00	246.88	0.45	1.00	0.40	12.38	0.59	1.44	48.09
total	174.00	543.75	1.00	2.50	1.00	21.03	1.00	3.00	100.00

En este bosque, *Abies religiosa* no es muy abundante, sin embargo, *Alnus firmifolia* y *Pinus hartwegii* están distribuidos ampliamente ocupando gran densidad y cobertura.

A continuación, se muestran los histogramas de *Alnus firmifolia* y de *Pinus hartwegii* para este hábitat.

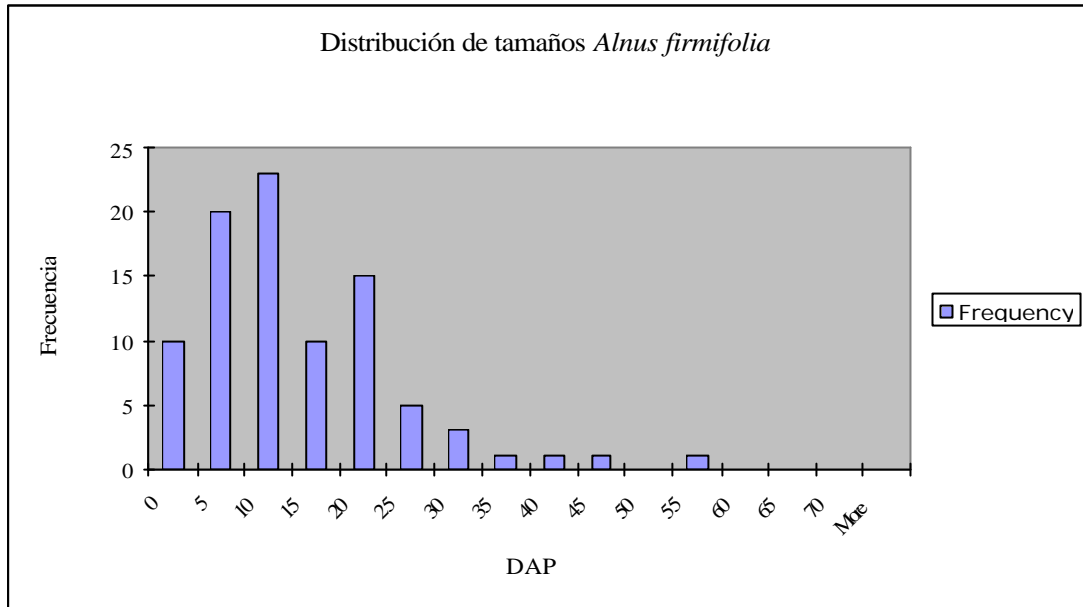


Fig.6.1.7 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Alnus firmifolia*

Esta población presenta lo que ya se ha ido viendo, la distribución de tamaños de los individuos es de forma irregular, debido a que su crecimiento se ve favorecido por la perturbación.

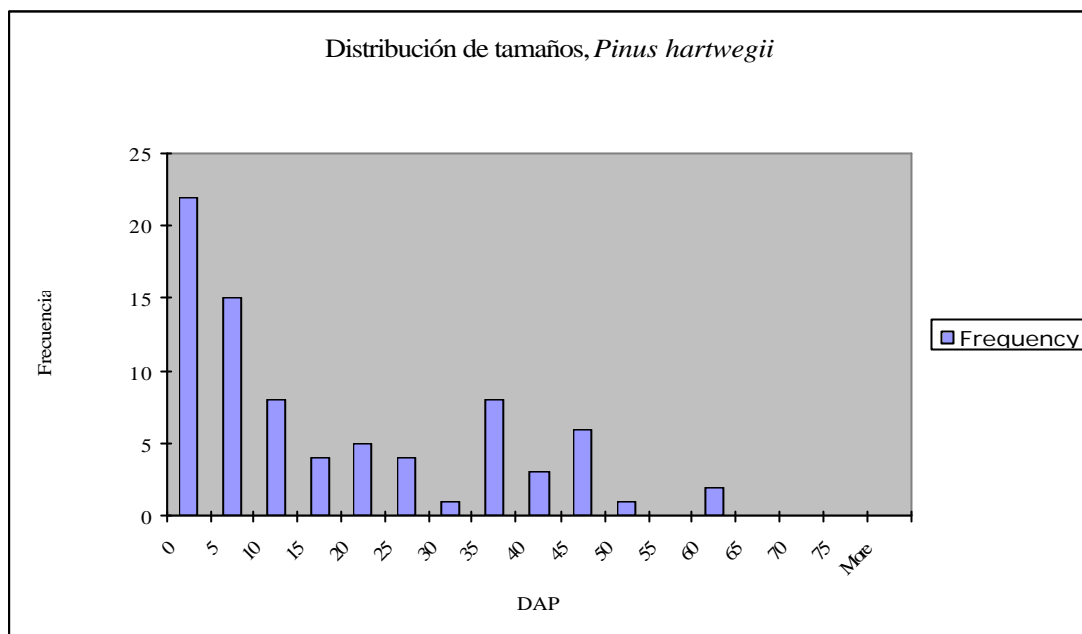


Fig.6.1.8 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Pinus hartwegii*

La distribución de los tamaños de esta población presenta altibajos pero no muy significantes en comparación con el histograma anterior. Existen individuos tanto jóvenes como viejos, sugiriendo una población relativamente estable.

Bosque de Encino

Se obtuvo esta tabla de la estructura de vegetación para este hábitat.

Tabla 6.1.5 Estructura de la vegetación del hábitat de bosque de encino

especie	no. de indiv.	D(ind/ha)	RD	f	Rf	C(m2/ha)	RC	IV	% de I
<i>Abies religiosa</i>	37.00	102.78	0.16	0.80	0.21	19.11	0.41	0.77	25.68
<i>Alnus firmifolia</i>	23.00	63.89	0.10	0.70	0.18	3.02	0.06	0.34	11.42
<i>Arbutus xalapensis</i>	11.00	30.56	0.05	0.60	0.15	0.68	0.01	0.22	7.19
<i>Eupatorium glabratum</i>	3.00	8.33	0.01	0.10	0.03	0.13	0.00	0.04	1.38
sp. no id.	1.00	2.78	0.00	0.10	0.03	0.06	0.00	0.03	1.04
<i>Pinus montezumae</i>	13.00	36.11	0.06	0.60	0.15	8.67	0.18	0.39	13.14
<i>Quercus sp.</i>	144.00	400.00	0.62	1.00	0.26	15.42	0.33	1.20	40.15
TOTAL	232.00	644.44	1.00	3.90	1.00	47.08	1.00	3.00	100.00

El bosque de encino presenta el mayor número de especies, y por tanto es el más complejo. Está constituido principalmente por *Quercus crassipes*, *Abies religiosa* y *Pinus moctezumae*, ocupando éstos un porcentaje de importancia relevante.

Se presentan a continuación los histogramas de estructura de tamaños para las diferentes poblaciones presentes en el bosque de encino.

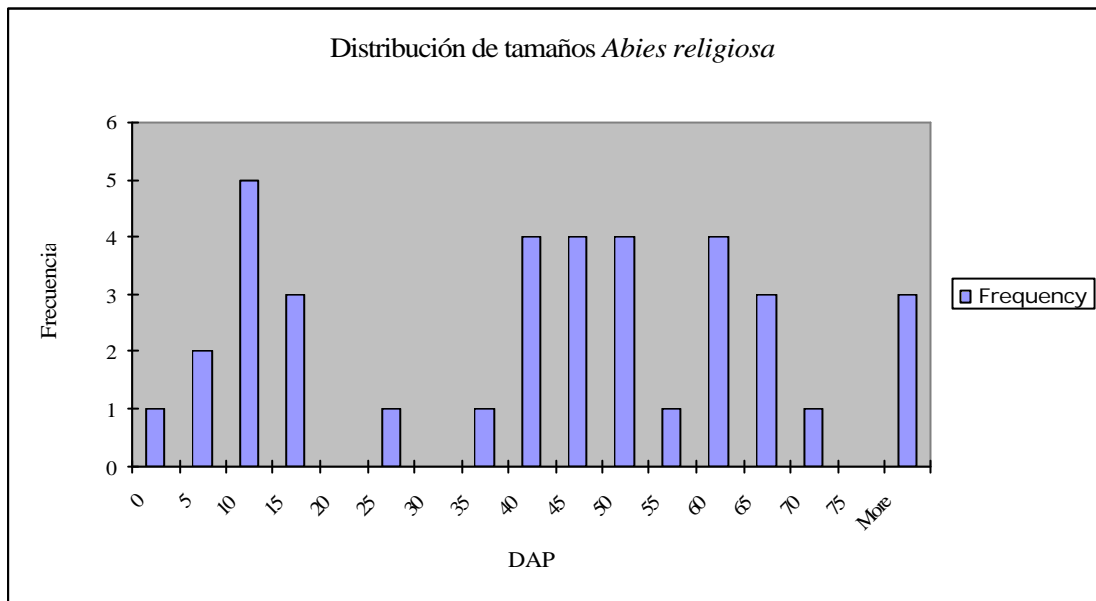


Fig.6.1.9 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Abies religiosa*

En esta población de *Abies religiosa*, la distribución de tamaños es bastante irregular. Hay una gran cantidad de individuos viejos, pocos individuos adultos y nuevamente se observa una gran cantidad de individuos jóvenes.

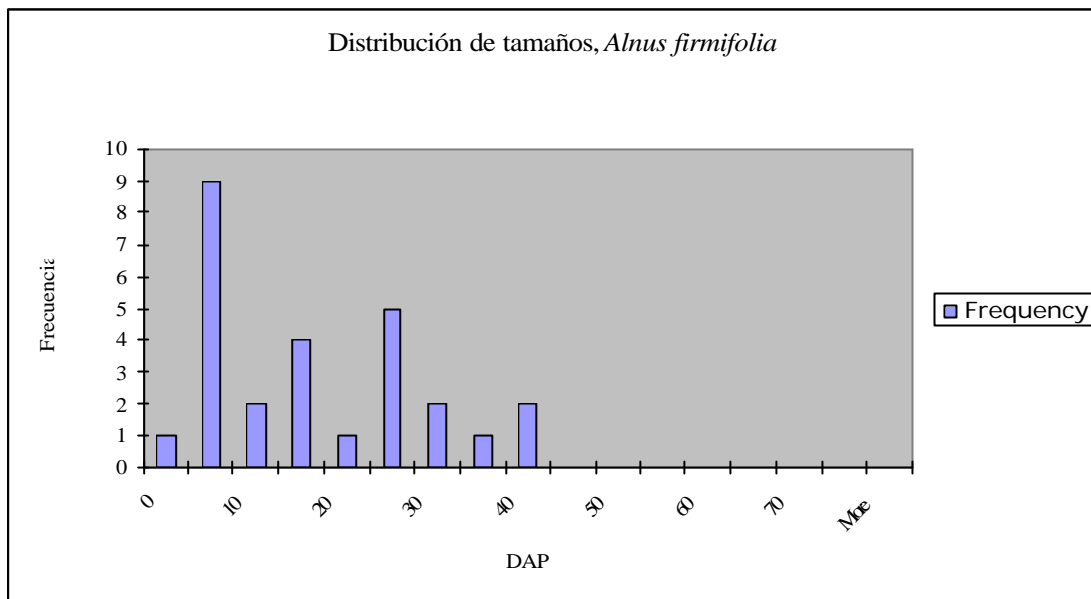


Fig.6.1.10 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Alnus firmifolia*

Dentro de este hábitat, la población de *Alnus firmifolia* esta representada por muchos individuos con diámetros de entre 5 y 10 centímetros. Se observa un histograma muy irregular en cuanto a la distribución de tamaños.

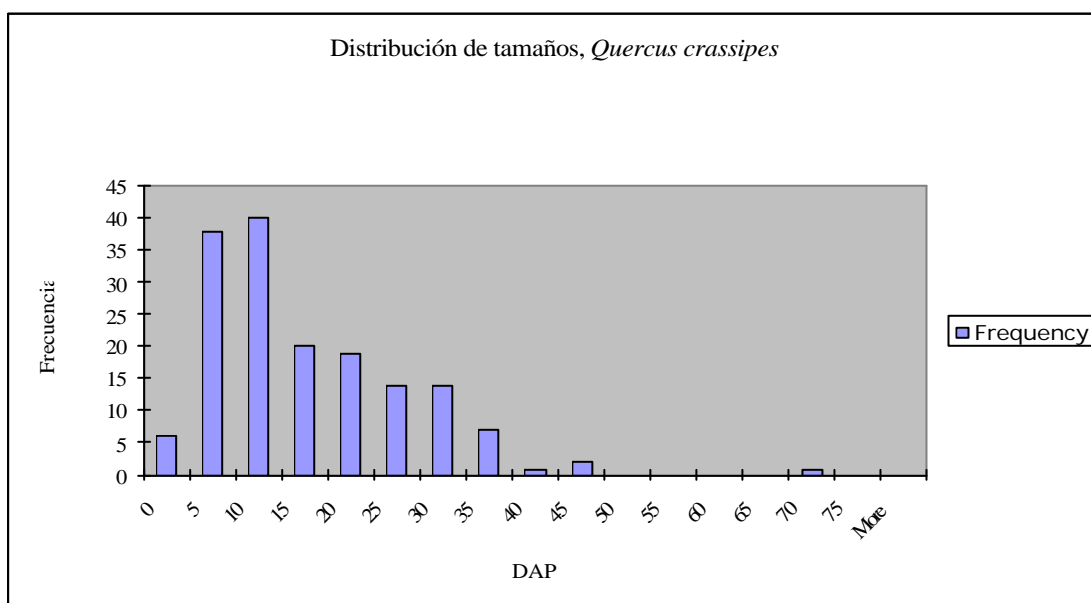


Fig.6.1.11 Distribución de tamaños, a partir del DAP (en cm.), de la población de *Quercus crassipes*

La población de *Quercus crassipes* muestra una distribución regular exceptuando los individuos jóvenes, en donde vemos poca presencia.

6.2 Análisis de Varianza

El análisis de varianza nos entregó los datos necesarios para conocer la similitud entre los hábitats. Los parámetros estadísticos para la variable densidad se presentan en la siguiente tabla. El bosque de oyamel presenta la media más alta en lo que respecta a la densidad.

Tabla 6.2.1 Tabla de media para la densidad

	n	Media (ind/ha.)	desv.estándar	error estándar
pino	10	717.5	1015.303	321.067
paa	8	543.75	278.949	98.623
oyamel	8	1403.125	1152.98	407.64
encino	9	669.44	214.614	71.538
madroño	4	900	287.953	143.976

Para la variable densidad, el análisis de varianza entregó un valor de p de .203 que indica que no hay diferencias.

Tabla 6.2.2 ANOVA, tabla para la densidad

	g.l.	suma de cuadr.	cuadr.medio	valor de f	valor de p
habitat	4	3661455.262	915363.815	1.576	0.203
residuales	34	19745019.1	580735.856		

NS

En lo que respecta al área basal, estos fueron los parámetros estadísticos obtenidos. Es bosque de encino presentó la cifra mas alta en cuanto a la media de la cobertura.

Tabla 6.2.3 Tabla de media para el área basal

	n	media	desv.estándar	error estándar
pino	10	1573.023	758.322	239.802
paa	8	2106.839	777.488	274.884
oyamel	8	3746.565	2370.825	838.213
encino	9	4852.852	858.279	286.093
madroño	4	4300.482	2851.229	1425.615

Tabla 6.2.4 ANOVA, tabla para el área basal

	g.l.	suma de cuadr.	cuadr.medio	valor de f	valor de p
habitat	4	67804155.55	16951038.9	7.292	0.0002
residuales	34	79034222.24	2324535.95		

S

El análisis de varianza entregó un valor de p de .0002 que significa que si hay diferencias, por lo que se prosiguió a realizar el siguiente análisis de similitud entre los hábitats.

Tabla 6.2.5 Tabla de Fisher para el área basal
Nivel de significancia: 5%

	diferencia media	diferencia crítica	valor de p
pino, paa	-533.816	1469.723	0.4655
pino, oyamel	-2173.542	1469.723	0.005
pino, encino	-3279.829	1423.638	<.0001
pino, madroño	-2727.459	1833.066	0.0047
paa, oyamel	-1639.726	1549.224	0.0387
paa, encino	-2746.013	1505.575	0.0007
paa, madroño	-2193.643	1897.404	0.0247
oyamel, encino	-1106.287	1505.575	0.1446
oyamel, madroño	-553.917	1897.404	0.5569
encino, madroño	552.37	1861.935	0.5506

S

S

S

S

S

S

6.3 Índices de Riqueza Específica

Los índices de riqueza específica entregaron la siguiente tabla, en la cual podemos comparar la riqueza de cada hábitat con respecto a los demás que se discutirá posteriormente.

Tabla 6.3.1 Índices de riqueza específica

Hábitat	Margalef	Mehinick
Pino	0.007	0.01
Oyamel	0.011	0.013
Madroño	0.04	0.045
PAA	0.029	0.034
Encino	0.03	0.034

6.4 Modelos de Abundancia

Para los índices de abundancia, primeramente realizamos las curvas de abundancia relativa, en las cuales podemos predecir a qué tipo de modelo de abundancia se ajustará cada hábitat de acuerdo a la gráfica 3.2.1 ya explicada. Se tomó en cuenta, en el primero (figura 6.4.1) la abundancia relativa y en la figura 6.4.2 el área basal relativo, sin embargo, posteriormente utilizamos los modelos matemáticos para evaluar los hábitats del estudio, los cuales nos proporcionan resultados mas precisos.

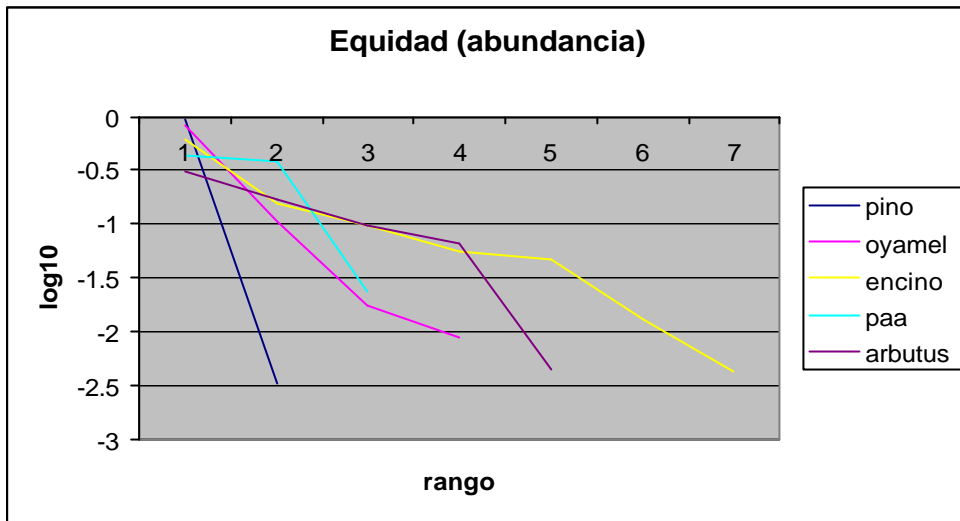


Fig.6.4.1 Gráfica predictiva para modelos de abundancia

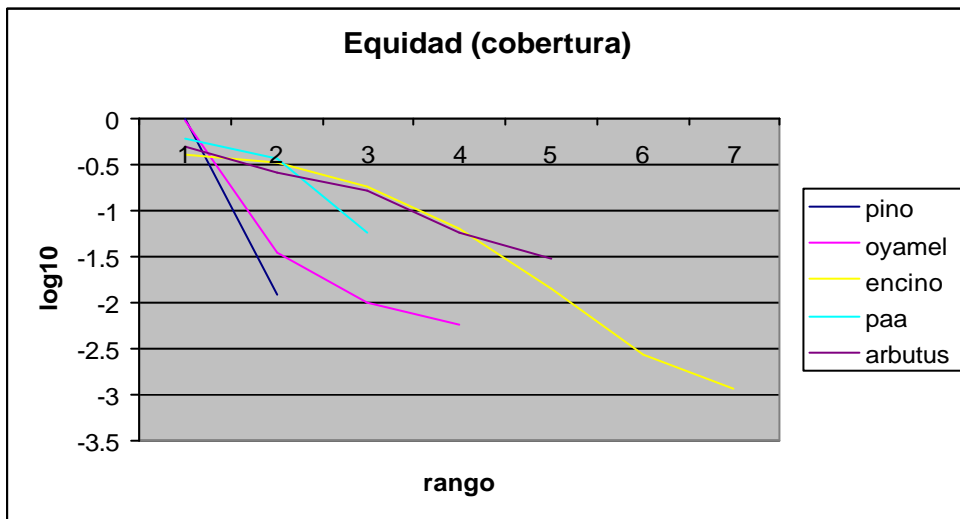


Fig.6.4.2 Gráfica predictiva para modelos de abundancia

Los modelos de abundancia nos entregaron los siguientes valores que posteriormente se comparan a la tabla de X^2 , en donde presentan los hábitats que se ajustaron a los distintos modelos.

Modelo de Abundancia

Hábitat	Geométrica	Logarítmica	Log Normal	Vara quebrada
Pino	1.220E -7*	7.338	no se ajusta	0.396
Oyamel	21.717	56.292	no se ajusta	0.317
Madroño	69.577	3.487	no se ajusta	0.276
PAA	121.801	14.547	no se ajusta	0.121
Encino	16.52	8.591	1.7*	0.325

Tabla 6.4.1 Modelos de Abundancia de las especies

Para la serie geométrica, los grados de libertad son S-1. Los grados de libertad para la serie logarítmica y la de vara quebrada, se obtienen así: $gl = \text{no. de clases} - 1$ y con $p=.05$. Finalmente, para la distribución log-normal los grados de libertad = no. de clases-3.

6.5 Índices de Abundancia Relativa

Los índices de abundancia relativa proporcionan una medida de diversidad que incorpora medidas de riqueza y de equidad. El índice de Simpson y el índice de Shannon fueron utilizados para realizar esta medida. La siguiente tabla muestra los valores obtenidos para cada hábitat.

Tabla 6.5.1 Índices de Abundancia relativa de cada hábitat

Hábitat	ÍNDICE	
	Simpson	Shannon
Pino	0.99	0.023
Oyamel	0.76	0.479
Madroño	0.32	1.259
PAA	0.47	0.801
Encino	0.42	0.908

6.6 Listado Florístico

La relación de las especies representadas con base en los ejemplares recolectados, prensados e identificados, se pueden observar en el anexo del presente trabajo. Se obtuvieron un total de 61 especies pertenecientes a 25 familias.

Se presenta a continuación una tabla que muestra el número de especies encontradas dentro de las diferentes familias, y se organizaron de la familia mas representativa a la menos representativa.

<u>Familia</u>	<u>no. especies</u>
Asteraceae	17
Onagraceae	6
Pinaceae	4
Lamiaceae	3
Scrophulariaceae	3
Solanaceae	3
Caryophyllaceae	2
Ericaceae	2
Gramineae	2
Pyrolaceae	2
Rosaceae	2
Umbelliferae	2
Amaryllidaceae	1
Betulaceae	1
Boraginaceae	1
Commelinaceae	1
Cucurbitaceae	1
Fagaceae	1
Fabaceae	1
Geraniaceae	1
Orchidaceae	1
Oxalidaceae	1
Violaceae	1
<u>Viscaceae</u>	<u>1</u>
25 familias	61 especies

Tabla 6.6.1 Representación de especies por familia