

EL ANALISIS DISCRIMINANTE: UNA PROPUESTA VALIDA PARA LA RENOVACION DEL METODO SINOPTICO.

Encarnación GALAN GALLEGO

Departamento de Geografía
Universidad Autónoma de Madrid
Carretera de Colmenar km. 15 (Cantoblanco)
E-28049 Madrid

1. INTRODUCCION

El presente trabajo intenta mostrar como la Estadística Inferencial puede constituir un procedimiento adecuado para superar algunas de las deficiencias tradicionalmente imputadas al método sinóptico. Como es sabido tres de las limitaciones más importantes imputadas a dicho método son: 1^a) el alto riesgo de subjetividad en el encuadramiento de las situaciones -particularmente patente en las que presentan un acusado carácter de transición-, 2^a) dificultad en la síntesis o agrupamiento de cada uno de las situaciones analizadas sin que los tipos resultantes no sean excesivamente prolijos -con lo que se restaría claridad a la pretendida clasificación- y, 3^o) la elección de las variables climáticas que, verdaderamente, poseen entidad suficiente para diferenciar entre los distintos tipos de tiempo establecidos. En este sentido, el Análisis Multivariado y específicamente el **Análisis Discriminante** se configura como la técnica de clasificación más idónea a la hora de paliar dichas limitaciones. Y, ello es así, porque su aplicación ofrece, al menos, cuatro ventajas indiscutibles:

1^a Faculta la manipulación de gran cantidad de variables en el análisis. Este hecho es de gran

interés para nuestro campo de estudio porque, como es sabido, el conocimiento de una realidad tan compleja como la climática obliga a tomar en consideración un número creciente de variables, susceptibles de reflejar la multitud de factores que determinan la génesis de los fenómenos climáticos.

2ª Permite elaborar un modelo medio del tipo de tiempo.

3ª Selección de las variables climáticas "discriminantes", es decir, pone en evidencia cuáles son realmente los elementos climáticos capaces de diferenciar significativamente entre los distintos tipos de tiempo definidos, cuáles son, en definitiva, las características del tiempo que confieren entidad estadística al concepto de "tipo de tiempo" promulgado por la Climatología Sinóptica desde una óptica geográfica.

4ª Suministra un función de clasificación con la que poder asignar nuevos casos (días) a posteriori.

2. OBJETIVO Y PROCEDIMIENTO LOGICO DEL MODELO DISCRIMINANTE.

El objetivo principal del Análisis Discriminante es encontrar una función (es) discriminante (s) (combinación lineal de las variables originales introducidas en análisis) que producen una discriminación óptima de los elementos en una clasificación; esta discriminación óptima se alcanza haciendo máxima la varianza intergrupo y mínima la varianza intragrupo. En otros términos, el Análisis Discriminante puede definirse, también, como la técnica estadística cuya finalidad es verificar la consistencia de

una clasificación previamente establecida⁴⁹. La aplicación del Análisis Discriminante, una vez asumidos los supuestos básicos inherentes al modelo, se plasma en la ejecución de tres etapas: 1^a) Selección de variables discriminantes, 2^a) cálculo de la (s) función (es) discriminantes y 3^a) clasificación de los casos.

Para poder apreciar con mayor claridad cada una de las etapas adjuntamos un resumen de los resultados obtenidos en un ejemplo práctico. El ensayo metodológico versa sobre la clasificación de tipos de tiempo anticiclónicos invernales, tomando como modelo la estación sinóptica de Madrid/Barajas.

3. MATRIZ DE INFORMACION ESPACIAL (T₀)

La matriz inicial, que será sometida al proceso de discriminación, se halla integrada por 196 días anticiclónicos caracterizados por veintiuna variables independientes -elementos climáticos- y una dependiente -tipo de tiempo al que se asigna cada caso-. La identificación de ésta última se realiza a través de cinco códigos numéricos que representan a cada uno de los tipos de tiempo anticiclónicos previamente definidos.

⁴⁹ El estudio del Análisis Discriminante (definición, objetivos, supuestos básicos, estructura y valoración) ya ha sido abordado en publicaciones anteriores por la autora de esta comunicación. A este respecto puede verse: "Aplicación del Análisis Discriminante en la distinción de situaciones ciclónicas y anticiclónicas en Madrid", *Estudios Geográficos*, 1984, núm. 176, pp 353-369.

"El Análisis Discriminate en climatología: aplicación a la clasificación de estructuras sinópticas", *Boletín de Métodos Cuantitativos en Geografía*, (AGE), 1987, núm 5, pp 1-13.

Tipos de tiempo anticiclónicos invernales en la España Peninsular y Baleares. Ensayo metodológico, Ediciones de la UAM (microficha), 1990, pp 172-186 y 293-347.

MODELO DE CODIFICACION EN LA VARIABLE DEPENDIENTE

Código numérico	Tipo de tiempo anticiclónico
1	AC : cálido y despejado
2	AM : templado seco
3	ANE-N : frío y seco
4	ANW : fresco y húmedo
5	AW : templado húmedo

4. APLICACION DEL ANALISIS DISCRIMINANTE: DE LA MATRIZ INICIAL (T₀) A LA MATRIZ FINAL (T₁)

4.1. Formulación de hipótesis.- El Análisis Discriminante Múltiple se basa en los mismos supuestos que el Análisis Discriminante entre dos grupos y, por tanto, para comprobar si los casos han sido bien clasificados por la función discriminante se parte, con el propósito de rechazarla, de la hipótesis nula (H₀). La no verificación de H₀ implicaría la aceptación de la hipótesis alternativa (H₁), siendo ésta la proposición operacional de la hipótesis de trabajo o hipótesis de la investigación. En nuestro caso, la formulación de ambas hipótesis estadísticas podría realizarse de la siguiente forma:

H₀: Suponemos que la diferencia aparente observada en los datos de muestra **no** es representativa de una diferencia en la población de donde provienen éstos. En otras palabras, no hay diferencias significativas entre los cinco grupos tomados en consideración, cualquier diferencia observada se debe simplemente a la acción del azar en el proceso de muestreo.

H₁: Suponemos que la desigualdad aparente en los datos de la muestra refleja de modo preciso una desigualdad existente en la población anticiclónica. La naturaleza de la masa de aire que alimenta a la célula anticiclónica, así como la posición de la misma, determina tipos de tiempo estables claramente diferenciados. Del mismo modo, si sabemos que existen esos grupos, es razonable suponer que habrá un conjunto de variables climáticas capaces de discriminar significativamente entre ellos.

Enunciadas las hipótesis que se desean contrastar abordamos, seguidamente, la transformación de la matriz inicial (T₀) en la matriz de clasificación final (T₁) mediante la aplicación del algoritmo discriminante. El número de iteraciones discriminantes de optimización necesarias para lograr dicho objetivo aparecen explicitadas en el cuadro inferior.

ITERACIONES DISCRIMINANTES DE OPTIMIZACION

	Porcentaje de clasificación correcto (%)
T ₀	70,3
1ª iteración	87,5
2ª iteración	90,3
3ª iteración	94,0

4.2. Estructura del algoritmo Discriminante.

El modus operandi del programa "Stepwise Discriminant Analysis" conlleva la superación de tres grandes etapas: elección de variables discriminantes, cálculo de las funciones discriminantes y clasificación de casos. La descripción detallada de cada una de ellas ya fue objeto de estudio en publicaciones anteriores y, por ello, consideramos que, ahora, únicamente procede la exposición e interpretación de los resultados obtenidos.

A) Selección de variables discriminantes.- La ejecución de esta primera fase suministra, a su vez, una doble información: 1º) valor medio y dispersión de las variables, lo que permite caracterizar al tipo de tiempo anticiclónico medio, y, 2º) el proceso de discriminación propiamente dicho, a través del cual se va manifestando la capacidad de discriminación de cada una de las variables climáticas introducidas en el análisis.

Los valores calculados para la prueba estadística F en el paso nº 0 indican que, salvo en el caso de la fuerza del viento en superficie, la tendencia barométrica y la precipitación, todas las variables climáticas se erigen como fuentes de variación entre los cinco tipos de tiempo anticiclónicos invernales definidos (el valor de F es siempre superior al crítico en el nivel de significación del 0,01). Pero, el hecho de constituirse en fuentes de variación no implica, necesariamente, que estas diecisiete variables disfruten de la misma capacidad de discriminación a la hora de diferenciar entre los distintos tipos de tiempo anticiclónicos;

El proceso de discriminación se inicia con la entrada en la ecuación discriminante de la **altura a 500 milibares**, al obtener dicha variable la más alta puntuación en el estadístico F . Ella será, pues, la primera en acceder a la calificación de variable

discriminante. Los efectos de su integración en la función discriminante se dejan sentir, de un modo muy especial, en la temperatura del aire a 500 milibares que experimenta una fuerte reducción en su capacidad de discriminación y en la tolerancia (paso nº 1).

En los sucesivos pasos de esta etapa selectiva se van incorporando a la ecuación discriminante las siguientes variables: Amplitud térmica, dirección del viento a 500 milibares, temperatura máxima, altura de la base de las nubes (12h), presión (00h), Visibilidad horizontal en superficie (12h), Nubosidad (00h) y fuerza del viento a 500 milibares. Evidentemente, la entrada de cada una de ellas se ve acompañada por un conjunto de modificaciones importantes -tanto en el estadístico F como en la tolerancia- que van minando progresivamente la capacidad de discriminación de las restantes variables climáticas.

Con la entrada de la **fuerza del viento a 500 milibares** se da por finalizada la fase selectiva del Análisis Discriminante. A través de ella hemos podido comprobar cómo de las veintiuna variables independientes sometidas al análisis sólo nueve alcanzan la categoría de discriminantes (cuadro resumen). El resto de las variables, que en bastantes casos se habían erigido en fuente de variación, quedan fuera de la ecuación discriminante debido al juego de correlaciones que se establece entre las variables que van entrando -discriminantes- y las susceptibles de hacerlo.

El análisis conjunto de los resultados obtenidos en el proceso de selección nos permite, finalmente, extraer algunas conclusiones que, con carácter general, resumen el comportamiento observado por las variables climáticas en esta primera etapa del Análisis Discriminante.

1ª) Las condiciones imperantes en la media troposfera constituyen una de las principales fuentes de diferenciación entre los tipos de tiempo anticiclónicos invernales y prueba de ello es que, logran erigirse como variables discriminantes: la altura, la fuerza del viento y la dirección del flujo en la topografía de 500 milibares. Un hecho queda suficientemente claro: **el atributo que más distingue a los anticiclones invernales es, en primer lugar, una propiedad del aire en las altas capas de la atmósfera.** En suma, el tipo de advección, la procedencia del flujo y el índice de zonalidad de la Corriente son elementos básicos en la definición de los tipos de tiempo estables durante el invierno.

2ª) Los rasgos más característicos del tiempo en superficie obedecen fundamentalmente a la acción conjunta de tres factores: naturaleza de la masa de aire, posición de la célula anticiclónica y emplazamiento geográfico del observatorio concreto. Así lo confirman, sin duda, el tipo de variables a las que se ha otorgado la condición de discriminante en el proceso de selección: **temperatura máxima** (claro exponente del carácter térmico de la masa de aire), **nubosidad** (testigo del origen de la masa de aire y, a veces, de una posición marginal respecto al núcleo anticiclónico), **amplitud térmica** (síntoma de continentalidad) ...etc.

TIPO DE TIEMPO ANTICICLONICO MEDIO

Madrid/Barajas

VARIABLE	AC	AM	ANE-N	ANW	AW	Total
PRESTION A LAS 00H (milibares)	1029	1029	1026	1028	1024	1027
PRECIPITACION (mm)	0	0	0	0	0,23	0,05
ALTURA A 500 MB (m)	5787	5721	5642	5709	5712	5714
FUERZA DEL VIENTO EN SUPERFICIE (nudos)	1,0	1,6	1,1	2,2	2,1	1,5
FUERZA DEL VIENTO A 500 MB (nudos)	20	26	22	35	27	25
TEMPERATURA EN SUPERFICIE (°C)	4,9	4,0	1,6	4,3	7,0	4,5
DD EN SUPERFICIE (°C)	4,7	4,7	4,1	2,8	3,2	3,9
TEMPERATURA A 500 MB (°C)	-17,1	-19,1	-23,3	-19,4	-18,1	19,8
NUBOSIDAD A LAS 00H (octavos)	0,4	0,2	1,5	3,2	3,3	1,5
NUBOSIDAD A LAS 12H (octavos)	1,0	0,8	3,1	4,7	5,6	2,9
VISIBILIDAD A LAS 00H (Km)	14,3	16,7	13,8	11,4	9,6	12,9
VISIBILIDAD A LAS 12H (Km)	19,8	21,9	15,7	14,1	10,1	15,4
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES A LAS 00H	8,7	8,9	8,1	6,5	6,6	7,8
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES A LAS 12H	8,8	8,9	7,0	5,5	5,5	7,1
PRESTION A LAS 18H (milibares)	1026	1026	1024	1024	1022	1024
TEMPERATURA MINIMA (°C)	-1,5	-1,9	-2,7	0,0	3,4	-0,5
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	16,3	13,2	8,1	10,6	13,0	12,3
AMPLITUD TERMICA (°C)	17,8	15,2	10,7	10,8	9,6	12,8
DIRECCION DEL VIENTO A 500 MB (°)	290	32	15	344	261	
TENDENCIA BAROMETRICA (milibares)	3,2	2,4	1,7	4,4	2,0	2,5
NIEBLA (% de días con)	4,0	1,0	9,0	12,0	14,0	

PROCESO DE DISCRIMINACION

Paso nº 0

INICIACION DE F

VARIABLE F (salir) VARIABLE F (entrar) TOLERANCIA

PRESION(OOH)....	15,568		1
PRECIPITACION...	1,321		1
ALTURA A 500 MB.....	65,965		1
FUERZA DEL VIENTO EN SUPERFICIE...	0,997		1
FUERZA DEL VIENTO A 500 MB.....	4,198		1
TEMPERATURA EN SUPERFICIE...	21,184		1
DD EN SUPERFICIE.....	3,131		1
TEMPERATURA A 500 MB.....	38,006		1
NUBOSIDAD(OOH)..	8,695		1
NUBOSIDAD(12H)..	21,129		1
VISIBILIDAD (OOH).....	10,895		1
VISIBILIDAD (12H).....	16,091		1
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (OOH).....	4,387		1
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (12H).....	26,659		1
PRESION (18H)...	7,622		1
TEMPERATURA MINIMA.....	25,731		1
TEMPERATURA MAXIMA.....	62,239		1
AMPLITUD TERMICA.....	47,904		1
DIRECCION DEL VIENTO A 500 MB.....	34,286		1
TENDENCIA BAROMETRICA.....	2,684		1
NIEBLA.....	3,865		1

G.L. 4;192

G.L. 4;191

Valor crítico de F : 3,32 (nivel de significación del 0,01)

PROCESO DE DISCRIMINACION

Paso nº 1 ENTRA LA VARIABLE ALTURA A 500 MILIBARES

VARIABLE	F (salir)	VARIABLE	F (entrar)	TOLERANCIA
ALTURA A 500 MB.....	65,965	PRESION(OOH)....	20,076	0,747
		PRECIPITACION...	1,326	0,998
		FUERZA DEL VIENTO EN SUPERFICIE...	0,999	0,999
		FUERZA DEL VIENTO A 500 MB.....	4,774	0,976
		TEMPERATURA EN SUPERFICIE...	14,935	0,895
		DD EN SUPERFICIE.....	5,493	0,947
		TEMPERATURA A 500 MB.....	7,581	0,681
		NUBOSIDAD(OOH)..	7,749	0,998
		NUBOSIDAD(12H)..	21,446	0,982
		VISIBILIDAD (OOH).....	11,761	0,985
		VISIBILIDAD (12H).....	17,533	0,968
		ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (OOH).....	4,804	0,991
		ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (12H).....	25,215	0,993
		PRESION (18H)...	8,690	0,917
		TEMPERATURA MINIMA.....	27,901	0,939
		TEMPERATURA MAXIMA.....	20,764	0,987
		AMPLITUD TERMICA.....	38,662	0,976
		DIRECCION DEL VIENTO A 500 MB.....	33,150	0,997
		TENDENCIA BAROMETRICA.....	2,136	0,964
		NIEBLA.....	4,160	0,993

G.L. 4;191

G.L. 4;190

Valor crítico de F : 3,32 (nivel de significación del 0,01)

Actas del IV CGC'90. Palma.

PROCESO DE DISCRIMINACION

Paso nº 9 ENTRA LA VARIABLE FUERZA DEL VIENTO A 500MB

<u>VARIABLE</u>	<u>F (salir)</u>	<u>VARIABLE</u>	<u>F (entrar)</u>	<u>TOLERANCIA</u>
ALTURA A 500 MB.....	33,658	PRECIPITACION...	0,215	0,909
AMPLITUD TERMICA.....	24,363	FUERZA DEL VIENTO EN SUPERFICIE...	0,939	0,753
DIRECCION DEL VIENTO A 500 MB.....	19,806	TEMPERATURA EN SUPERFICIE...	0,672	0,267
TEMPERATURA MAXIMA.....	5,647	DD EN SUPERFICIE.....	0,653	0,803
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (12H).....	10,971	TEMPERATURA A 500 MB.....	0,965	0,484
PRESION(OOH)....	7,256	NUBOSIDAD(12H)..	0,542	0,442
VISIBILIDAD (12H).....	8,345	VISIBILIDAD (OOH).....	3,093	0,712
NUBOSIDAD(OOH)..	8,877	ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (OOH).....	2,129	0,517
FUERZA DEL VIENTO A 500 MB.....	8,107	PRESION (18H)...	1,972	0,462
		TEMPERATURA MINIMA.....	0,000	0,000
		TENDENCIA BAROMETRICA.....	1,984	0,935
		NIEBLA.....	1,393	0,753
G.L. 4;183		G.L. 4;182		

Valor critico de F : 3,32 (nivel de significación del 0,01)

TABLA RESUMEN DEL PROCESO DE DISCRIMINACION

PASO N°	VARIABLE	F (entrar)	PRUEBA-F (aproximada)	GRADOS DE LIBERTAD
1	ALTURA A 500 NB.....	65,965	659659	4-191
2	AMPLITUD TERNICA.....	38,662	51,225	8-380
3	DIRECCION DEL VIENTO A 500 NB.....	26,884	44,247	12-500
4	TEMPERATURA MAXIMA.....	15,039	37,691	16-575
5	ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (12H).....	9,827	32,635	20-621
6	PRESION (00H)...	7,442	28,861	24-651
7	VISIBILIDAD (12H).....	8,573	29,974	28-682
8	NUBOSIDAD(00H)..	5,987	24,061	32-680
9	FUERZA DEL VIENTO A 500 NB.....	8,107	22,921	36-687

B) Cálculo de las funciones discriminantes.-

Una vez concluido el proceso de selección de las variables discriminantes, el Análisis Discriminante aborda la consecución de su segundo gran objetivo que, como se sabe, consiste en calcular las funciones discriminantes. A partir de ellas podemos estimar la posición de cada uno de los casos sobre los ejes discriminantes que separan los grupos de manera óptima (valor Z); en otras palabras, realizar la asignación de cada caso particular desarrollando la siguiente expresión: $Z = a'x$.

En la matriz resultante se hallan contenidos las saturaciones o pesos (a) de las variables discriminantes iniciales en cada una de las cuatro funciones discriminantes, el "eigenvalue" y la proporción acumulada de la varianza total con cada función discriminante. El "eigenvalue", que mide la potencia discriminante de cada función, permite obtener la proporción de varianza explicada por cada función discriminante; ésta viene dada por la relación entre el "eigenvalue" obtenido por cada función y el sumatorio de todos los "eigenvalues".

El primer eje factorial discriminante explica más de la mitad de la varianza del fenómeno que estamos estudiando (tipo de tiempo), constituyendo este hecho, a nuestro juicio, un excelente resultado. Sólo con esta función o nueva variable canónica se explica el 65,6% de la varianza total. El segundo eje, ortogonal al primero, explica una proporción menor (27,7%) que el primero pero mayor que el tercero y, así, sucesivamente.

Actas del IV CGC'90. Palma.

FUNCIONES DISCRIMINANTES

VARIABLE	COEFICIENTES O PESOS			
	P1	P2	P3	P4
ALTURA A 500 MB.....	0,022	0,000	0,001	0,000
AMPLITUD TECNICA.....	0,289	0,176	-0,300	0,247
DIRECCION DEL VIENTO A 500 MB.....	0,079	0,095	-0,008	-0,032
TEMPERATURA MAXIMA.....	0,061	-0,181	0,185	-0,160
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (12H).....	-0,153	0,092	0,470	-0,063
PRESION (00H)...	-0,080	0,119	-0,050	-0,017
VISIBILIDAD (12H).....	0,048	0,049	-0,032	-0,059
NUBOSIDAD(00H)..	0,175	0,033	-0,306	0,152
FUERZA DEL VIENTO A 500 MB.....	0,023	-0,007	-0,041	-0,041
CONSTANTE.....	-44,509	-128,029	57,344	18,553

VALORES PROPIOS (EIGENVALUES)

3,994 1,693 0,330 0,073

PROPORCION ACUMULADA DE LA DISPERSION TOTAL

0,656 0,933 0,988 1,000

C) Asignación de casos: matriz de clasificación T₁. La asignación de cada caso particular se realiza teniendo en cuenta la distancia de MAHALANOBIS (D^2) ó distancia al centro del grupo y la probabilidad posterior de pertenencia. D^2 mide la distancia de cada elemento (caso) de la clasificación a cada uno de los centroides de los diferentes grupos considerados. El encuadramiento tendrá lugar, pues, en el grupo cuya distancia sea menor y la probabilidad de pertenencia mayor.

La matriz de clasificación nos suministra el porcentaje correcto de casos bien clasificados en los respectivos grupos así como el de la muestra total; indicándonos, al mismo tiempo, cuáles son los elementos mal clasificados y en que grupo deben incluirse.

Tras la sucesiva aplicación de i procedimientos discriminantes obtuvimos una matriz de clasificación final donde el porcentaje de días correctamente asignados se eleva al 94%. Estos resultados, en nuestra opinión altamente satisfactorios, ratifican, una vez más, la idoneidad del algoritmo discriminante en Climatología Sinóptica. Evidentemente, la estructura de la clasificación no presenta una estabilidad absoluta porque, como ya se ha apuntado en alguna ocasión, el fenómeno que estamos analizando (el tiempo) no es una variable discreta sino continúa y, ello implica una cierta inestabilidad en la ubicación definitiva de determinadas unidades de observación.

MATRIZ DE CLASIFICACION

	% CORRECTO	Nº DE CASOS CLASIFICADOS EN LOS GRUPOS				
		AC	AM	ANE-M	ANW	AW
AC	94,7	36	2	0	0	0
AM	93,3	0	28	2	0	0
ANE-M	95,6	0	2	65	1	0
ANW	93,8	0	0	1	15	0
AW	90,9	2	0	0	2	40
TOTAL	94,0	38	32	68	18	40

FUNCION DE CLASIFICACION

VARIABLE	AC	AM	ANE-M	ANW	AW
ALTURA A 500 NB.....	-0,105	-0,164	-0,225	-0,156	-0,164
AMPLITUD TECNICA.....	6,441	5,492	4,786	6,033	4,995
DIRECCION DEL VIENTO A 500 NB.....	-1,721	-1,438	-1,326	-1,616	-1,803
TEMPERATURA MAXIMA.....	4,040	3,957	3,789	3,808	4,532
ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES (12H).....	1,568	2,162	2,324	0,911	1,775
PRESSION(00H)....	80,077	80,353	80,470	80,233	79,915
VISIBILIDAD (12H).....	4,891	4,830	4,621	4,808	4,629
NUBOSIDAD(00H)..	6,381	5,747	5,425	6,472	5,718
PUERZA DEL VIENTO A 500 NB.....	1,799	1,760	1,686	1,853	1,771
CONSTANTE...	-41052,699	-40995,445	-40759,988	-40912,391	-40530,207

4.3. Verificación de hipótesis.- Concluido el proceso de clasificación de los datos, el paso siguiente consiste en contrastar la hipótesis nula formulada al comienzo de la investigación. Para ello basta comparar los valores obtenidos en la **Prueba F-aproximada** y en la **matriz F** con el del valor crítico en el nivel de significación fijado, en nuestro caso el 0,01. Si el valor calculado supera al valor crítico en el nivel de significación del 0,01, hay una probabilidad no superior a 0,01 (una posibilidad entre 100) de que un valor tan grande de la prueba estadística pueda darse por casualidad dentro de la hipótesis nula. Entonces, podemos rechazar H_0 porque la probabilidad de equivocarnos, al hacerlo, es "admisiblemente baja"⁵⁰ (inferior al 1%).

A) **Consistencia estadística de la clasificación: prueba F-aproximada.** Los valores alcanzados por **F**, con sus respectivos grados de libertad, se encuentran recogidos en la tabla resumen del proceso de discriminación (cuadros nº). En ella podemos apreciar como el valor calculado para la citada prueba estadística asciende a 22,921, superando con creces al valor crítico en el nivel de significación del 0,01. Queda, por tanto, rechazada la hipótesis nula y, en consecuencia, se ratifica la hipótesis alternativa (H_1) de que los resultados de la muestra reflejan de modo preciso la situación existente en el conjunto de la población anticiclónica, es decir, la existencia de diferencias *significativas* entre los cinco tipos de tiempo anticiclónicos establecidos a priori.

B) **Separación entre grupos.**- El grado de separación entre los distintos grupos anticiclónicos puede evaluarse en función de los valores obtenidos en la **matriz F** que, recordamos, sirve para medir la diferencia entre los centroides de cada grupo. Como es

⁵⁰ EBDON, D.: *Estadística para Geógrafos*, 1982, pp. 45.

obvio, cuanto más elevada sea F más separados se encuentran los grupos entre sí ó, expresándonos con propiedad, menor es la dispersión intragrupo y mayor la variación intergrupo.

MATRIZ F

	AC	AM	ANE-N	ANW
AM	14,46			
ANE-N	77,56	20,13		
ANW	13,58	8,71	18,81	
AW	36,61	25,22	43,65	10,53

GRADOS DE LIBERTAD = 9; 183

Valor crítico de F en el nivel de significación del 0,01: 2,51

CONCLUSIONES

Como conclusión final podríamos señalar que, el alcance de los resultados conseguidos en el proceso clasificatorio nos autoriza a considerar al Análisis Discriminante como una de las técnicas de Análisis Multivariado más idóneas en la resolución del problema taxonómico en Climatología. Dicha técnica se adecua perfectamente al método sinóptico, superando algunas de sus deficiencias, unas veces, y ratificando, siempre, la consistencia de sus esquemas conceptuales y metodológicos. En síntesis, consideramos que la nueva aproximación metodológica constituye una valiosa aportación para la Climatología Sinóptica al renovar una vertiente fundamental del método -técnicas de clasificación- con el que aborda su objeto de estudio.