

Suplemento electrónico 26-2-02

al artículo

Eficiencia relativa de 15 pruebas de discordancia con 33 variantes
aplicadas al procesamiento de datos geoquímicos

por

Rosalinda González-Ramírez, Lorena Díaz-González y Surendra P. Verma

publicado en

Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 2009, 26(2), 501-515

Contenido

Definición del parámetro de evaluación de pruebas de discordancia: criterio de eficiencia relativa (<i>relative efficiency criterion</i> , REC)	Pág. 2
Resultados del criterio de eficiencia relativa REC calculado en las 14 categorías de pruebas de discordancia	Pág. 4
Figuras A1-A11	Parámetro REC de las pruebas
Ejemplo del cálculo del criterio de eficiencia relativa (REC)	Pág. 10
Tabla A1	Casos aplicables ($n=16$) seleccionados de la base de datos para ilustrar el cálculo del parámetro REC. Esta tabla también presenta los casos que fueron exitosos en cada una de las pruebas.
Parámetro de evaluación del porcentaje de datos desviados	Pág. 17
Ejemplos del cálculo del porcentaje de datos desviados	Pág. 18
Tabla A2	Resumen de la aplicación de todas las pruebas de discordancia a 14 casos seleccionados como ejemplos para ilustrar el cálculo del porcentaje de datos desviados.
Resultados del criterio relativo de datos discordantes (<i>relative outlier criterion</i> : ROC)	Pág. 19
Figuras A12	Valores del parámetro ROC calculado para las pruebas que evalúan el(los) dato(s): más alto(s), más bajo(s), extremo(s) y todas las pruebas.
Resultados de la correlación lineal del criterio de eficiencia relativa REC de la primera iteración y el tamaño de la muestra estadística	Pág. 20
Figuras A13-A16	Resultados de la correlación lineal del $(REC)_1$ o $(REC)_g$ y el tamaño de la muestra

Parámetro de evaluación de pruebas de discordancia: criterio de eficiencia relativa (*relative efficiency criterion*, REC)

El criterio de eficiencia relativa de una prueba de discordancia para la primera iteración (REC)₁ se define de la siguiente manera:

$$(REC)_1 = \frac{\text{numero de casos "exitosos" en la primera iteración}}{\text{numero de casos "aplicables" en la primera iteración}} \times 100 \quad (A1)$$

En las iteraciones subsecuentes (p.ej., iteración 2, 3, 4 y etc.), el parámetro REC fue definido mediante la ecuación general:

$$(REC)_i = \frac{\text{numero de casos "exitosos" en la iteración } i}{\text{numero de casos "exitosos" en la iteración } (i - 1)} \times 100 \quad (A2)$$

Por ejemplo, el REC para la segunda iteración se expresa de la siguiente forma:

$$(REC)_2 = \frac{\text{numero de casos "exitosos" en la segunda iteración}}{\text{numero de casos "exitosos" en la primera iteración}} \times 100 \quad (A3)$$

Los parámetros REC subsecuentes (a partir de la iteración 2) fueron definidos con la Ec. general (A2) porque los casos aplicables para la segunda iteración son los mismos que resultaron exitosos en la primera iteración, como se indica en la ecuación A3. En el caso de las iteraciones subsecuentes (p. ej., tercera o cuarta iteración), el denominador del parámetro REC_i es el número de casos “exitosos” en la iteración anterior (i-1). Finalmente, el criterio de eficiencia relativa global (REC)_g para una prueba de discordancia se define mediante la siguiente ecuación:

$$(REC)_g = \frac{\sum_{i=1}^n \text{numero de casos "exitosos" en una iteración}}{\text{numero inicial de casos "aplicables"}} \times 100 \quad (A4)$$

donde el número de iteración *i* varía de 1 a *n* (siendo *n* la iteración final considerada para el cálculo del parámetro REC).

El parámetro global (REC)_g considera todos los casos “exitosos” (en las pruebas sencillas, este número de casos “exitosos” es igual al número de datos discordantes identificados) de todas las iteraciones realizadas por una prueba determinada (incluyendo ambas variantes: más alto “Upper” y más bajo “Lower”). En otras palabras, para calcular el parámetro (REC)_g de una prueba de discordancia se requiere conocer: (i) el número total de casos “exitosos” de la prueba, considerando todas las iteraciones que ésta realizó (en sus dos versiones); y, (ii) el número de casos (o muestras

estadísticas univariadas), a los cuales fue aplicada la prueba de discordancia en la primera iteración (en este trabajo, todas las pruebas fueron aplicadas a 2220 casos).

Por tanto, si una prueba de discordancia realiza dos iteraciones y sólo en la primera detecta datos desviados, el valor de $(REC)_g$ es el mismo que $(REC)_1$: $(REC)_g = (REC)_1$. Sin embargo, si una prueba de discordancia detecta datos desviados en la primera y en la segunda iteración, se tiene que: $(REC)_g > (REC)_1$.

Por otro lado, cabe señalar que con la finalidad de considerar el parámetro REC estadísticamente válido, establecimos arbitrariamente el número 30 como el límite inferior de casos “aplicables”. Esto implica que, por debajo de este límite, no se calculó ningún parámetro REC. Teóricamente, se considera que el valor esperado del parámetro REC debe aproximarse a cero, bajo la hipótesis nula (H_0) de que las muestras estadísticas univariadas fueron extraídas de una población normal, sin ningún tipo de contaminación “estadística”. La hipótesis alterna (H_1), puesta a prueba está relacionada con un modelo de contaminación, según el cual un dato extremo proviene de una distribución diferente (media desplazada, mayor desviación estándar, o ambas) que el resto de los datos en una muestra estadística determinada. Barnett y Lewis (1994) es una excelente referencia para obtener más detalles sobre estas hipótesis y modelos. Por último, enfatizamos que Verma (1998) aplicó las pruebas de discordancia a muestras estadísticas univariadas procedentes de un sólo grupo de métodos analíticos a un estricto nivel de confianza del 99%. La misma metodología fue usada en la presente evaluación.

Resultados del criterio de eficiencia relativa REC calculado para las 14 categorías de pruebas de discordancia

Se presentan en las Figuras A1-A11 (además de las Figuras 1-3 en el texto principal) los resultados del cálculo del parámetro REC de todas las categorías de pruebas de discordancia. En todas las Figuras A1-A11 se emplea la misma escala en el eje “y” del parámetro REC, a fin de facilitar la comparación visual de cada una de las gráficas. Con el fin de evitar la repetición con el texto del artículo principal, no se presentarán mayores detalles sobre estas figuras.

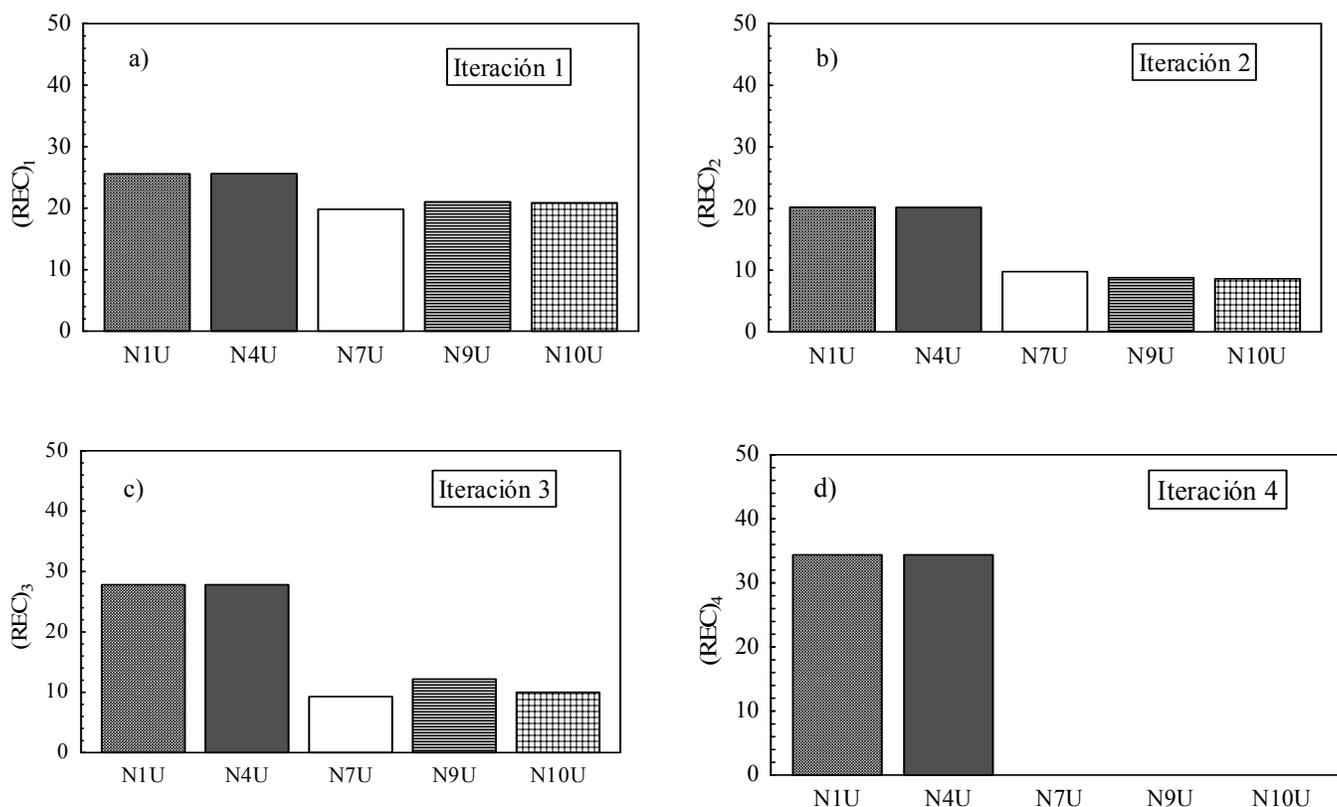


Figura A1. Criterio de eficiencia relativa (REC) de las pruebas de discordancia de la categoría 1 (ver Tabla 1 para categorización). Las cinco pruebas de discordancia sencillas que integran la categoría 1 evalúan el dato más alto (“Upper”): N1U, N4U, N7U, N9U y N10U. Cada prueba de discordancia fue aplicada en cada iteración a un determinado número de casos: (a) Iteración 1 (2220 casos con $n \geq 9$ datos para todas las pruebas); (b) Iteración 2 (568 casos para N1U; 569 casos para N4U; 440 casos para N7U; 467 casos N9U; y, 464 casos para N10U); (c) Iteración 3 (115 casos tanto para N1U como para N4U; 43 casos para N7U; 49 casos N9U; y, 40 casos para N10U); y (d) iteración 4 (32 casos tanto para N1U como para N4U; en esta iteración no se calculó el REC para las pruebas de discordancia N7U, N9U y N10U debido a que el número de casos aplicables fue menor a 30; restricción establecida para el cálculo del REC a fin de considerar sólo los números de casos aplicables estadísticamente representativos).

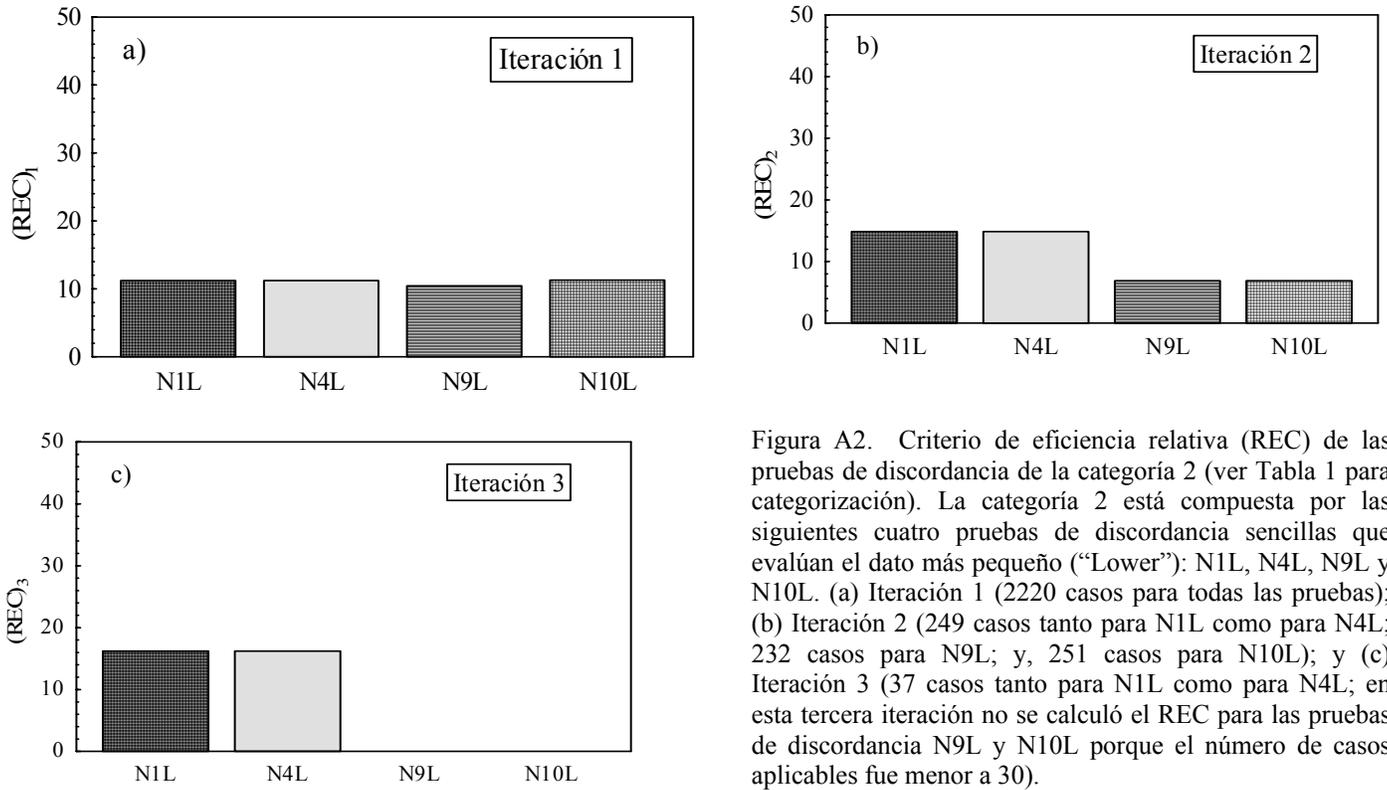


Figura A2. Criterio de eficiencia relativa (REC) de las pruebas de discordancia de la categoría 2 (ver Tabla 1 para categorización). La categoría 2 está compuesta por las siguientes cuatro pruebas de discordancia sencillas que evalúan el dato más pequeño (“Lower”): N1L, N4L, N9L y N10L. (a) Iteración 1 (2220 casos para todas las pruebas); (b) Iteración 2 (249 casos tanto para N1L como para N4L; 232 casos para N9L; y, 251 casos para N10L); y (c) Iteración 3 (37 casos tanto para N1L como para N4L; en esta tercera iteración no se calculó el REC para las pruebas de discordancia N9L y N10L porque el número de casos aplicables fue menor a 30).

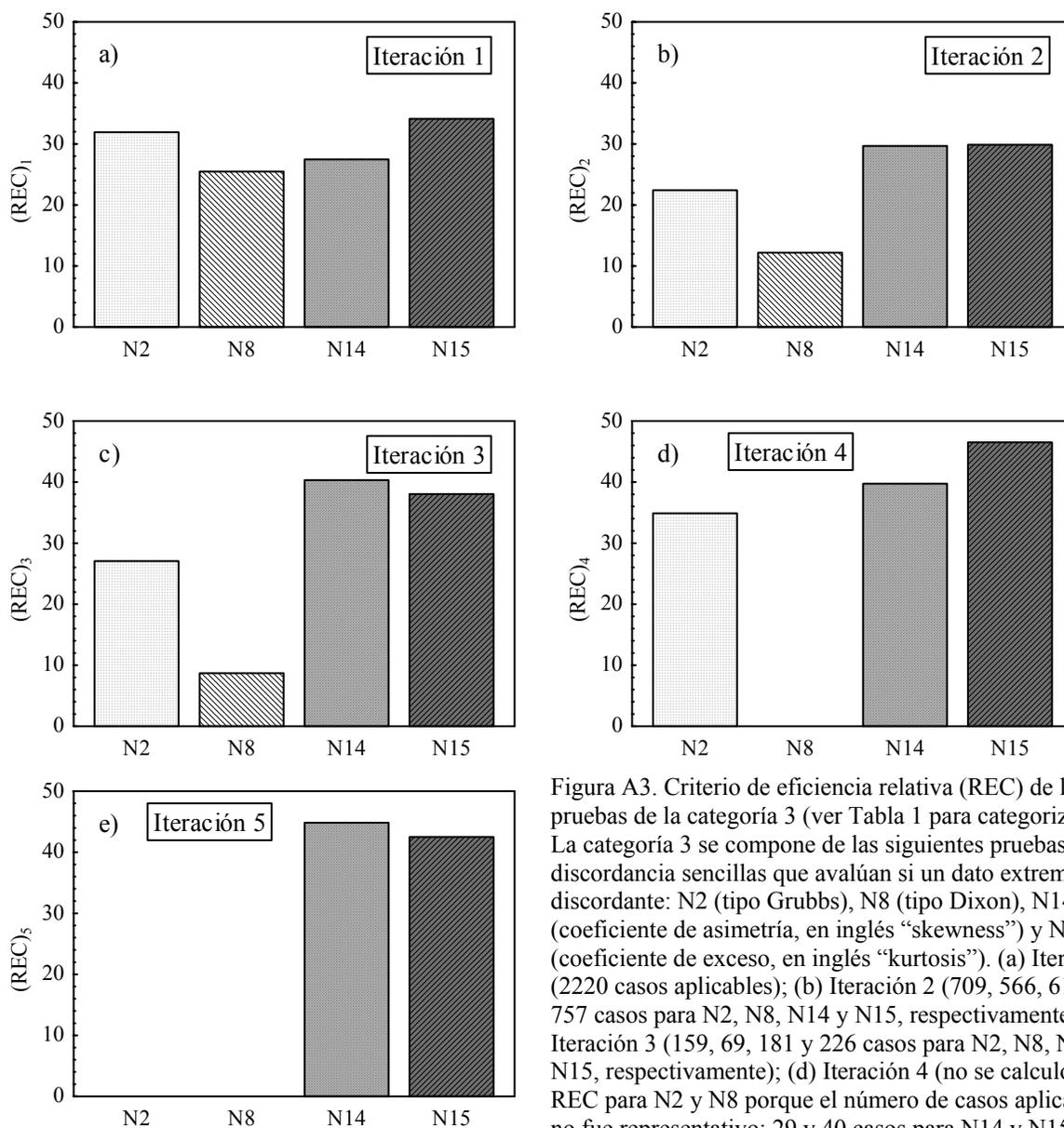


Figura A3. Criterio de eficiencia relativa (REC) de las pruebas de la categoría 3 (ver Tabla 1 para categorización). La categoría 3 se compone de las siguientes pruebas de discordancia sencillas que avalúan si un dato extremo es discordante: N2 (tipo Grubbs), N8 (tipo Dixon), N14 (coeficiente de asimetría, en inglés “skewness”) y N15 (coeficiente de exceso, en inglés “kurtosis”). (a) Iteración 1 (2220 casos aplicables); (b) Iteración 2 (709, 566, 610 y 757 casos para N2, N8, N14 y N15, respectivamente); (c) Iteración 3 (159, 69, 181 y 226 casos para N2, N8, N14 y N15, respectivamente); (d) Iteración 4 (no se calculó el REC para N2 y N8 porque el número de casos aplicables no fue representativo; 29 y 40 casos para N14 y N15, respectivamente).

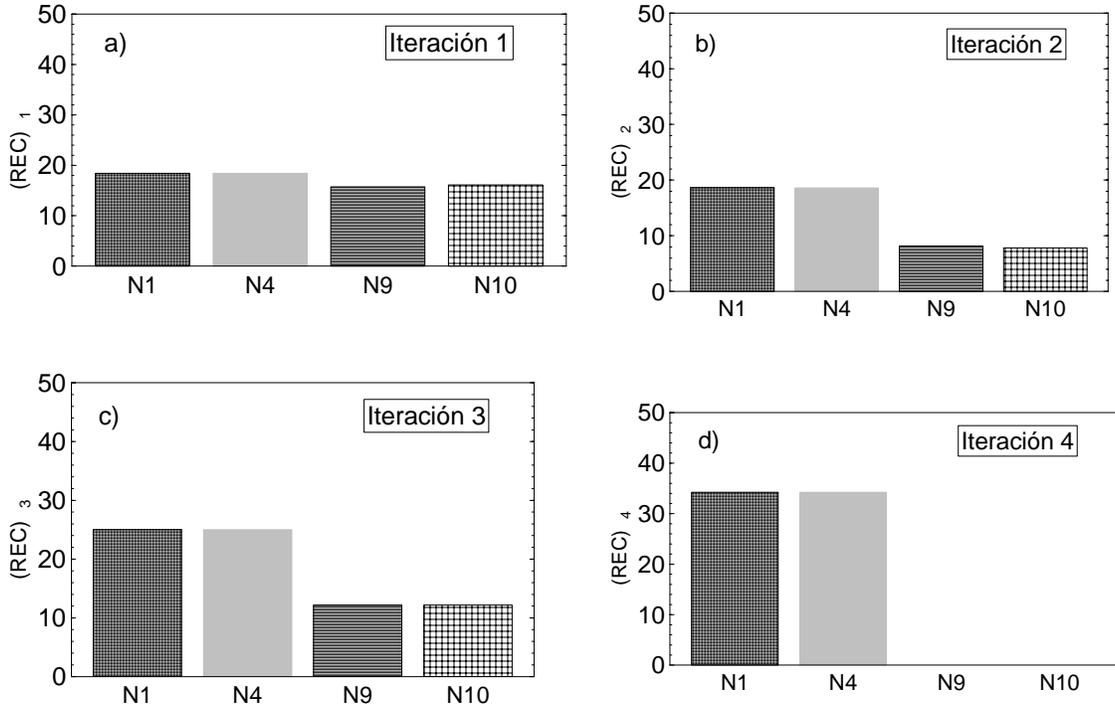


Figura A4. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 4 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas sencillas N1, N4, N9 y N10, incluyendo sus dos versiones: más alto y más bajo. (a) Iteración 1 (2220 casos aplicables para todas las pruebas). (b) Iteración 2 (817 casos para N1; 818 casos para N4; 699 casos para N9; y, 715 casos para N10). (c) Iteración 3 (152 casos para las pruebas N1 y N4; en esta tercera iteración no se calculó el REC para N9 y N10 porque el número de casos aplicables no fue representativo).

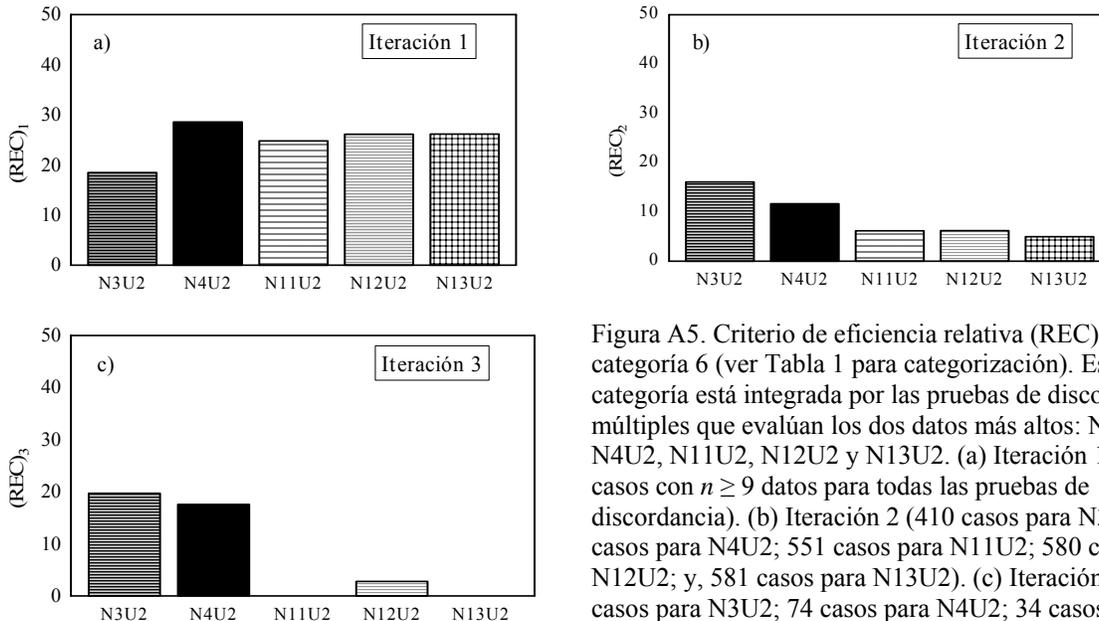


Figura A5. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 6 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas de discordancia múltiples que evalúan los dos datos más altos: N3U2, N4U2, N11U2, N12U2 y N13U2. (a) Iteración 1 (2220 casos con $n \geq 9$ datos para todas las pruebas de discordancia). (b) Iteración 2 (410 casos para N3U2; 635 casos para N4U2; 551 casos para N11U2; 580 casos para N12U2; y, 581 casos para N13U2). (c) Iteración 3 (66 casos para N3U2; 74 casos para N4U2; 34 casos para N11U2; 36 casos para N12U2; y, 29 casos para N13U2).

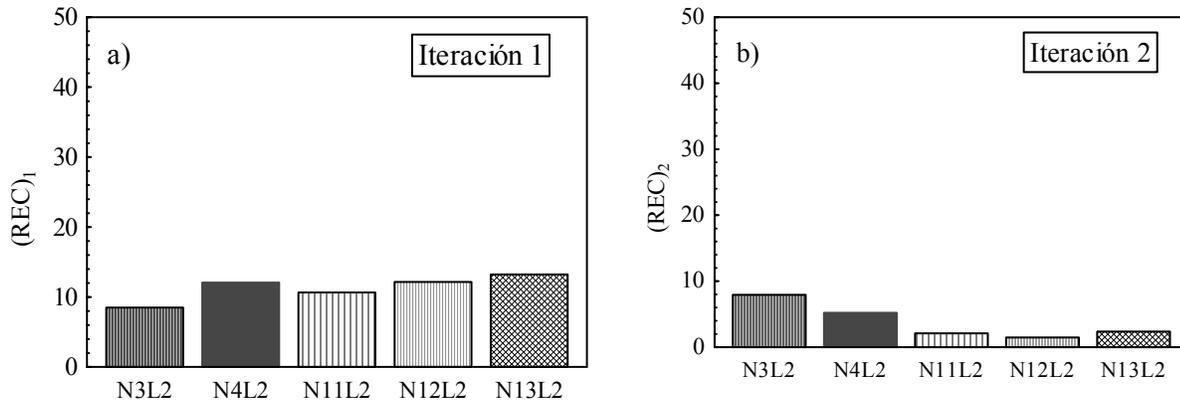


Figura A6. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 7 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas de discordancia múltiples que evalúan los dos datos más bajos: N3L2, N4L2, N11L2, N12L2 y N13L2. (a) Iteración 1 (2220 casos de aplicación con $n \geq 9$). (b) Iteración 2 (189, 268, 237, 270 y 294 casos para N3L2, N4L2, N11L2, N12L2 y N13L2).

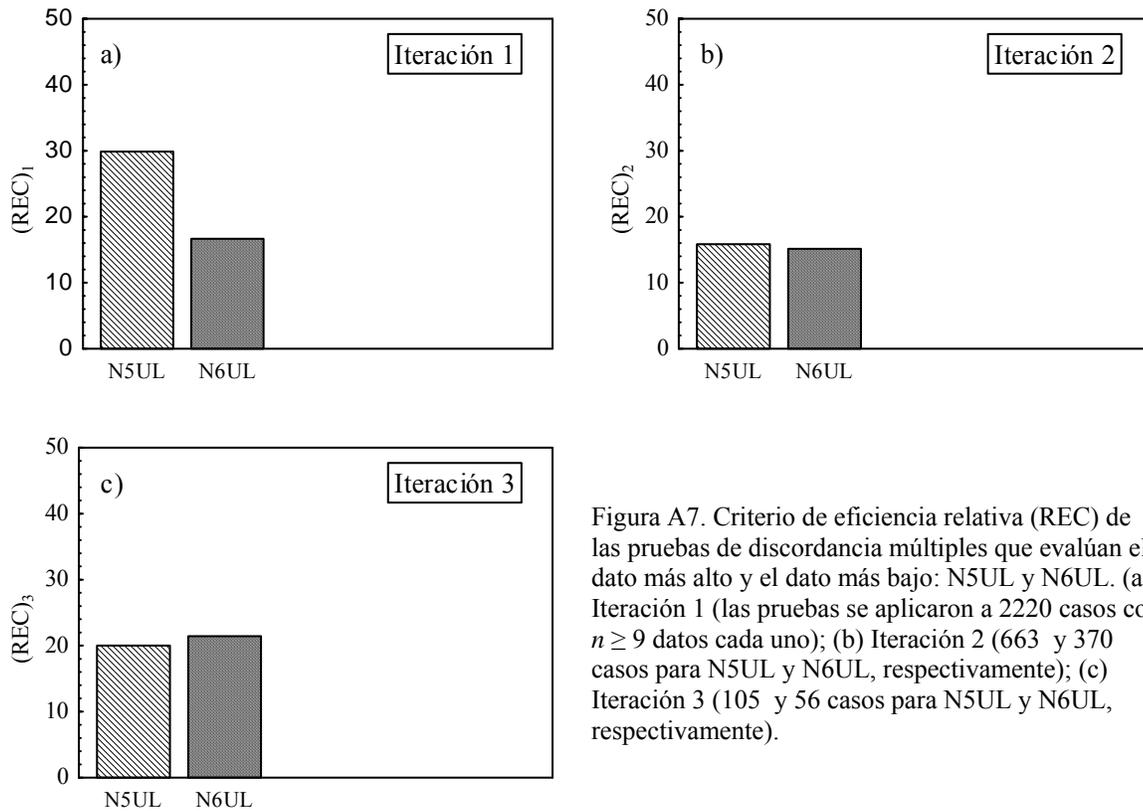


Figura A7. Criterio de eficiencia relativa (REC) de las pruebas de discordancia múltiples que evalúan el dato más alto y el dato más bajo: N5UL y N6UL. (a) Iteración 1 (las pruebas se aplicaron a 2220 casos con $n \geq 9$ datos cada uno); (b) Iteración 2 (663 y 370 casos para N5UL y N6UL, respectivamente); (c) Iteración 3 (105 y 56 casos para N5UL y N6UL, respectivamente).

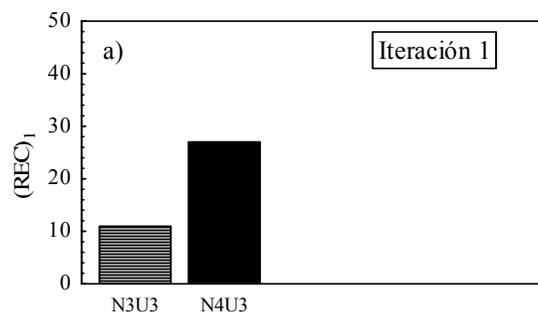


Figura A8. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 9 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas de discordancia múltiples que evalúan los tres datos más altos: N3U3 y N4U3. (a) Iteración 1 (las pruebas N3U3 y N4U3 fueron aplicadas a 2220 casos, fueron exitosas en la detección de datos desviados en 245 y 600 casos, respectivamente).

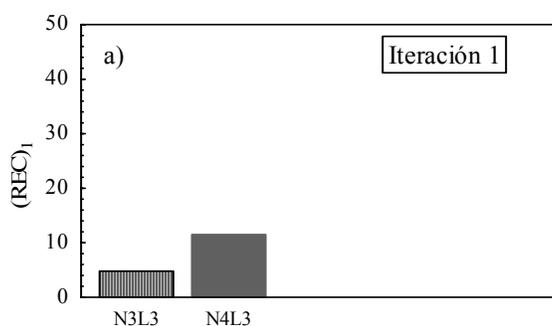


Figura A9. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 10 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas múltiples que evalúan los tres datos más bajos: N3L3 y N4L3. Iteración 1 (las pruebas N3L3 y N4L3 fueron aplicadas a 2220 casos y detectaron datos desviados en 106 y 255 casos, respectivamente).

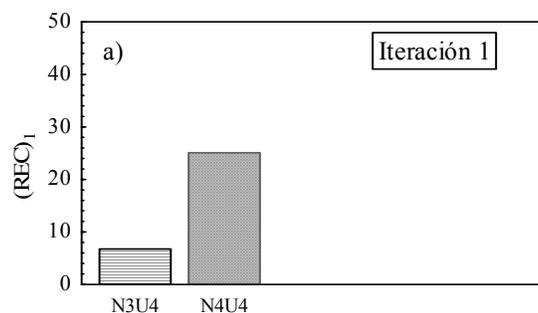


Figura A10. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 11 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas de discordancia múltiples que evalúan los cuatro datos más altos: N3U4 y N4U4. Iteración 1 (las pruebas fueron aplicadas a 2220 casos; de los cuales, la prueba N3U4 fue exitosa en 557 casos y la prueba N4U4 en un número de casos significativamente mayor: 150).

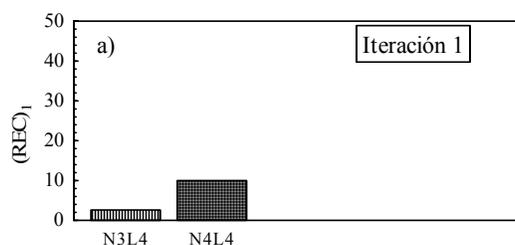


Figura A11. Criterio de eficiencia relativa (REC) de la categoría 12 (ver Tabla 1 para categorización). Esta categoría está integrada por las pruebas de discordancia múltiples que evalúan los cuatro datos más bajos: N3L4 y N4L4. (a) Iteración 1 (las pruebas N3L4 y N4L4 obtuvieron 58 y 222 casos “exitosos”, respectivamente, en 2220 casos de aplicación).

Ejemplo del cálculo del criterio de eficiencia relativa (REC)

En este apartado, se presenta un ejemplo del cálculo del parámetro REC usando un conjunto de casos, en particular, con un tamaño de muestra $n=16$ de la base de datos. Inicialmente, se identificaron en la base de datos todos los casos que tienen este tamaño de muestra, en total se encontraron 102 casos (se presentan en la Tabla A1 en las primeras tres subcolumnas identificadas con el encabezado “Casos aplicables”). Por ejemplo, algunos casos “aplicables” son: BIR-1_Co_Gr5 – métodos nucleares, DTS-1_SIO2_Gr1 – métodos clásicos, DTS-1_Sc_Gr5 – métodos nucleares, DTS-1_U_Gr5 – métodos nucleares y G-2_Ce_Gr3 – métodos de fluorescencia de rayos-X.

Posteriormente, identificamos los casos “exitosos” de cada una de las 33 variantes de pruebas de discordancia en todas sus iteraciones. La Tabla A1 contiene una columna para cada variante de prueba (esto con el propósito de ilustrar mejor la aplicación de las pruebas en estos 102 casos aplicables). En dicha columna se muestran los casos “exitosos” obtenidos en la primera iteración de una prueba determinada (p.ej., la prueba tipo Grubbs NIU fue exitosa en la detección del dato discordante más alto sólo en 22 casos de 102 casos aplicables; algunos de estos casos “exitosos” son: DTS-1_U_Gr5, G-2_Rb_Gr4, W-1_Sn_Gr4 y W-1_Gd_Gr6; por lo tanto, para calcular el $(REC)_1$ de esta prueba se dividen los 22 casos “exitosos” entre los 102 casos “aplicables” y para obtener el porcentaje se multiplica el resultado por 100; 21.57%).

Asimismo, en la Tabla A1 se encuentran identificados aquellos casos en los cuales la prueba también fue exitosa en la segunda (identificados por el símbolo †) y tercera (identificados por el símbolo ‡). Por ejemplo, en la segunda iteración la prueba tipo Grubbs NIU fue exitosa únicamente en los casos W-1_Sn_Gr4 y W-1_Gd_Gr6; sin presentarse ningún caso exitoso en la tercera iteración.

Mientras tanto, la prueba del coeficiente de exceso o curtosis N15 fue exitosa no sólo en la primera y segunda iteración sino también en la tercera iteración (en los casos JB-1_V_Gr3 y JB-1_La_Gr6; identificados por el símbolo ‡).

Tabla A1. Casos aplicables con tamaño de muestra $n = 16$ para ilustrar el cálculo del criterio de eficiencia relativa (REC).

#	Casos aplicables			Casos exitosos (nivel de confianza 99%)		
				NIU	NI1	N2
1	BIR-1_Co_Gr5	JB-3_Ga_Gr3	JR-2_Hf_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	BIR-1_Co_Gr5
2	DTS-1_SiO2_Gr1	JB-3_Ba_Gr5	JR-2_Lu_Gr5	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5	DTS-1_Sc_Gr5
3	DTS-1_Sc_Gr5	JB-3_FE2O3T_Gr5	JR-2_NA2O_Gr5	JA-1_Lu_Gr6	G-2_Ce_Gr3 †	DTS-1_U_Gr5
4	DTS-1_U_Gr5	JB-3_Hf_Gr5	JR-2_Nd_Gr5	JA-2_Th_Gr3	JA-1_Rb_Gr6	G-2_Ce_Gr3
5	G-2_Ce_Gr3	JB-3_NA2O_Gr5	JR-2_Rb_Gr5	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_U_Gr5	G-2_Rb_Gr4
6	G-2_Rb_Gr4	JB-3_Yb_Gr5	MRG-1_Cu_Gr8	JB-1_La_Gr6	JB-1a_Sm_Gr5	JA-1_Lu_Gr6
7	G-2_Y_Gr4	JF-1_Pb_Gr3	NIM-D_MNO_Gr2	JB-3_NA2O_Gr2	JG-1a_LOI_Gr1	JA-2_Th_Gr3
8	G-2_Ho_Gr5	JF-1_Th_Gr5	NIM-D_V_Gr2	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-1a_K2O_Gr2	JA-2_Sc_Gr5
9	G-2_Rb_Gr6	JF-2_FE2O3T_Gr3	NIM-G_MNO_Gr3	JF-1_Pb_Gr3	JG-1a_Ce_Gr5	JA-2_U_Gr5
10	JA-1_H2OM_Gr1	JG-1a_LOI_Gr1	NIM-G_Rb_Gr3	JF-2_FE2O3T_Gr3	JG-1a_Ce_Gr6	JB-1a_Sm_Gr5
11	JA-1_Zn_Gr2	JG-1a_K2O_Gr2	NIM-L_Zn_Gr2	JG-1_V_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6	JB-1_La_Gr6
12	JA-1_Cs_Gr5	JG-1a_Ce_Gr5	NIM-L_Sr_Gr3	JG-2_La_Gr5	JG-2_K2O_Gr2	JB-3_NA2O_Gr2
13	JA-1_Yb_Gr5	JG-1a_Ce_Gr6	NIM-N_Sr_Gr3	JP-1_Cu_Gr3	JR-1_LOI_Gr1	JB-3_FE2O3T_Gr5
14	JA-1_Dy_Gr6	JG-1a_Gd_Gr6	NIM-N_MNO_Gr8	JR-1_FE2O3T_Gr5	JR-2_Nd_Gr5	JF-1_Pb_Gr3
15	JA-1_La_Gr6	JG-1a_Yb_Gr6	NIM-P_Zn_Gr2	NIM-N_Sr_Gr3	JR-2_Rb_Gr5	JF-2_FE2O3T_Gr3
16	JA-1_Lu_Gr6	JG-1_K2O_Gr1	RGM-1_Sm_Gr5	NIM-P_Zn_Gr2	NIM-D_MNO_Gr2	JG-1a_LOI_Gr1
17	JA-1_Rb_Gr6	JG-1_Cr_Gr2	SY-2_AL2O3_Gr1	SY-2_TiO2_Gr3	W-1_Yb_Gr6	JG-1a_K2O_Gr2
18	JA-2_LOI_Gr1	JG-1_V_Gr3	SY-2_Rb_Gr3	SY-3_TiO2_Gr3	W-2_TiO2_Gr3	JG-1a_Ce_Gr6
19	JA-2_Th_Gr3	JG-2_K2O_Gr2	SY-2_TiO2_Gr3	W-1_Sn_Gr4 †		JG-1a_Gd_Gr6
20	JA-2_Ce_Gr5	JG-2_Co_Gr5	SY-3_FE2O3T_Gr2	W-1_Dy_Gr6		JG-1_V_Gr3
21	JA-2_Co_Gr5	JG-2_La_Gr5	SY-3_Sr_Gr2	W-1_Gd_Gr6 †		JG-2_K2O_Gr2
22	JA-2_Sc_Gr5	JG-2_Sc_Gr5	SY-3_TiO2_Gr3	W-2_Yb_Gr5		JG-2_La_Gr5
23	JA-2_U_Gr5	JP-1_LOI_Gr1	W-1_NA2O_Gr3			JP-1_Cu_Gr3
24	JA-3_Cu_Gr3	JP-1_Cu_Gr3	W-1_Sn_Gr4			JR-1_LOI_Gr1
25	JB-1a_Hf_Gr5	JP-1_P2O5_Gr3	W-1_Ce_Gr6			JR-1_FE2O3T_Gr5
26	JB-1a_Sm_Gr5	JR-1_LOI_Gr1	W-1_Dy_Gr6			JR-2_Nd_Gr5
27	JB-1_P2O5_Gr1	JR-1_Cr_Gr5	W-1_Gd_Gr6			JR-2_Rb_Gr5
28	JB-1_Li_Gr2	JR-1_FE2O3T_Gr5	W-1_Yb_Gr6			NIM-D_MNO_Gr2
29	JB-1_V_Gr3	JR-1_La_Gr5	W-2_TiO2_Gr3			NIM-N_Sr_Gr3
30	JB-1_La_Gr6	JR-1_Lu_Gr5	W-2_Yb_Gr5			NIM-P_Zn_Gr2
31	JB-1_P2O5_Gr8	JR-1_Ta_Gr5				SY-2_TiO2_Gr3
32	JB-2_Cu_Gr2	JR-1_Nd_Gr6				SY-3_TiO2_Gr3
33	JB-2_MGO_Gr2	JR-1_Sm_Gr6				W-1_Sn_Gr4 †
34	JB-2_Pr_Gr6	JR-2_Cr_Gr3				W-1_Dy_Gr6
35	JB-3_H2OM_Gr1	JR-2_Th_Gr3				W-2_TiO2_Gr3
36	JB-3_NA2O_Gr2	JR-2_Cr_Gr5				W-2_Yb_Gr5

(Continúa)

Tabla A1. (Continuación)

#	Casos exitosos (nivel de confianza 99%)			Casos exitosos (nivel de confianza 99%)		
	N3U2	N3U3	N3U4	N3L2	N3L3	N3L4
1	G-2_Rb_Gr4	SY-3_Sr_Gr2	JA-1_Zn_Gr2	G-2_Ce_Gr3 †	JB-1_Li_Gr2	
2	JA-1_Dy_Gr6			G-2_Rb_Gr6	JB-1_P2O5_Gr8	
3	JA-1_Lu_Gr6			JB-1a_Sm_Gr5	NIM-N_MNO_Gr8	
4	JA-2_Sc_Gr5			JG-1a_Gd_Gr6		
5	JB-1_La_Gr6			JG-1a_Yb_Gr6		
6	JF-2_FE2O3T_Gr3			NIM-N_MNO_Gr8		
7	JR-1_FE2O3T_Gr5			W-2_TIO2_Gr3		
8	JR-1_Ta_Gr5					
9	JR-2_Th_Gr3					
10	NIM-N_Sr_Gr3					
11	SY-3_Sr_Gr2					
12	W-1_Sn_Gr4					
13	W-1_Ce_Gr6					
14	W-1_Gd_Gr6					
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

(Continúa)

Tabla A1. (Continuación)

#	Casos exitosos (nivel de confianza 99%)			Casos exitosos (nivel de confianza 99%)		
	N4U	N4U2	N4U3	N4L4	N4L	N4L2
1	DTS-1_U_Gr5	DTS-1_U_Gr5	DTS-1_U_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	DTS-1_Sc_Gr5
2	G-2_Rb_Gr4	G-2_Rb_Gr4	G-2_Rb_Gr4	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5	G-2_Ce_Gr3
3	JA-1_Lu_Gr6	JA-1_Dy_Gr6	JA-1_Lu_Gr6	JA-1_Lu_Gr6	G-2_Ce_Gr3 †	G-2_Rb_Gr6
4	JA-2_Th_Gr3	JA-1_Lu_Gr6	JA-2_Th_Gr3	JA-2_Th_Gr3	JA-1_Rb_Gr6	JA-2_U_Gr5
5	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_Th_Gr3	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_U_Gr5	JB-1a_Sm_Gr5
6	JB-1_La_Gr6	JA-2_Sc_Gr5	JB-1_La_Gr6	JB-3_NA2O_Gr2	JB-1a_Sm_Gr5	JG-1a_LOI_Gr1
7	JB-3_NA2O_Gr2	JB-1_La_Gr6	JB-3_NA2O_Gr2	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-1a_LOI_Gr1	JG-1a_K2O_Gr2
8	JB-3_FE2O3T_Gr5	JB-3_NA2O_Gr2	JB-3_FE2O3T_Gr5	JF-1_Pb_Gr3	JG-1a_K2O_Gr2	JG-1a_Ce_Gr6
9	JF-1_Pb_Gr3	JB-3_FE2O3T_Gr5	JF-1_Pb_Gr3	JF-2_FE2O3T_Gr3	JG-1a_Ce_Gr5	JG-1a_Gd_Gr6
10	JF-2_FE2O3T_Gr3	JF-1_Pb_Gr3	JF-2_FE2O3T_Gr3	JG-2_La_Gr5	JG-1a_Ce_Gr6	JG-1a_Yb_Gr6
11	JG-1_V_Gr3	JF-2_FE2O3T_Gr3	JG-2_La_Gr5	JP-1_Cu_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6	JG-2_K2O_Gr2
12	JG-2_La_Gr5	JG-1_V_Gr3	JP-1_Cu_Gr3	JR-1_FE2O3T_Gr5	JG-2_K2O_Gr2	JR-1_LOI_Gr1
13	JP-1_Cu_Gr3	JG-2_La_Gr5	JR-1_FE2O3T_Gr5	JR-1_Ta_Gr5	JR-1_LOI_Gr1	JR-2_Nd_Gr5
14	JR-1_FE2O3T_Gr5	JP-1_Cu_Gr3	JR-1_Ta_Gr5	NIM-P_Zn_Gr2	JR-2_Nd_Gr5	JR-2_Rb_Gr5
15	NIM-N_Sr_Gr3	JR-1_FE2O3T_Gr5	NIM-N_Sr_Gr3	SY-3_Sr_Gr2	JR-2_Rb_Gr5	NIM-D_MNO_Gr2
16	NIM-P_Zn_Gr2	JR-1_Ta_Gr5	NIM-P_Zn_Gr2	W-1_Sn_Gr4	NIM-D_MNO_Gr2	NIM-N_MNO_Gr8
17	SY-2_TIO2_Gr3	NIM-N_Sr_Gr3	SY-2_TIO2_Gr3	W-1_Gd_Gr6	W-1_Yb_Gr6	W-2_TIO2_Gr3
18	SY-3_TIO2_Gr3	NIM-P_Zn_Gr2	SY-3_Sr_Gr2		W-2_TIO2_Gr3	
19	W-1_Sn_Gr4 †	SY-2_TIO2_Gr3	W-1_Sn_Gr4			
20	W-1_Dy_Gr6	SY-3_Sr_Gr2	W-1_Dy_Gr6			
21	W-1_Gd_Gr6 †	SY-3_TIO2_Gr3	W-1_Gd_Gr6			
22	W-2_Yb_Gr5	W-1_Sn_Gr4				
23		W-1_Ce_Gr6				
24		W-1_Dy_Gr6				
25		W-1_Gd_Gr6				
26		W-2_Yb_Gr5				
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

(Continúa)

Tabla A1. (Continuación)

#	Casos exitosos (nivel de confianza 99%)			Casos exitosos (nivel de confianza 99%)		
	N4U3	N4U4	N5UL2	N6UL2	N7U	N8
1	DTS-1_Sc_Gr5	DTS-1_Sc_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5
2	G-2_Ce_Gr3	G-2_Ce_Gr3	DTS-1_Sc_Gr5	JA-1_Dy_Gr6	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5
3	JA-2_U_Gr5	JA-2_U_Gr5	DTS-1_U_Gr5	JA-1_Rb_Gr6	JA-1_Lu_Gr6	DTS-1_U_Gr5
4	JB-1a_Sm_Gr5	JB-1_P2O5_Gr8	G-2_Ce_Gr3	JB-1_V_Gr3	JA-2_Th_Gr3	G-2_Rb_Gr4
5	JB-1_P2O5_Gr8	JG-1a_LOI_Gr1	G-2_Rb_Gr4 †	JB-1_La_Gr6	JA-2_Sc_Gr5	JA-1_Lu_Gr6
6						
	JG-1a_LOI_Gr1	JG-1a_K2O_Gr2	JA-1_Dy_Gr6	JG-1_K2O_Gr1	JB-3_NA2O_Gr2	JA-2_Th_Gr3
7	JG-1a_K2O_Gr2	JG-1a_Ce_Gr5	JA-1_Lu_Gr6	JG-1_V_Gr3	JB-3_FE2O3T_Gr5	JA-2_Sc_Gr5
8	JG-1a_Ce_Gr5	JG-1a_Ce_Gr6	JA-1_Rb_Gr6	JR-1_LOI_Gr1	JF-1_Pb_Gr3	JA-2_U_Gr5
9	JG-1a_Ce_Gr6	JG-1a_Gd_Gr6	JA-2_Th_Gr3	NIM-N_Sr_Gr3	JF-2_FE2O3T_Gr3	JB-3_NA2O_Gr2
10	JG-1a_Gd_Gr6	JG-1a_Yb_Gr6	JA-2_Sc_Gr5	W-1_Dy_Gr6	JG-2_La_Gr5	JB-3_FE2O3T_Gr5
11	JG-1a_Yb_Gr6	JR-2_Nd_Gr5	JA-2_U_Gr5		JP-1_Cu_Gr3	JF-1_Pb_Gr3
12	JG-2_K2O_Gr2	JR-2_Rb_Gr5	JB-1_V_Gr3 †		JR-1_FE2O3T_Gr5	JF-2_FE2O3T_Gr3
13	JR-1_LOI_Gr1	NIM-D_MNO_Gr2	JB-1_La_Gr6 †		NIM-P_Zn_Gr2	JG-1a_LOI_Gr1
14	JR-2_Nd_Gr5	NIM-N_MNO_Gr8	JB-3_NA2O_Gr2		SY-2_TIO2_Gr3	JG-1a_Ce_Gr6
15	JR-2_Rb_Gr5	W-1_Yb_Gr6	JB-3_FE2O3T_Gr5		SY-3_TIO2_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6
16	NIM-D_MNO_Gr2	W-2_TIO2_Gr3	JF-1_Pb_Gr3		W-1_Dy_Gr6	JG-2_K2O_Gr2
17	NIM-N_MNO_Gr8		JF-2_FE2O3T_Gr3		W-2_Yb_Gr5	JG-2_La_Gr5
18	W-1_Yb_Gr6		JG-1a_LOI_Gr1			JP-1_Cu_Gr3
19	W-2_TIO2_Gr3		JG-1a_Ce_Gr6			JR-1_LOI_Gr1
20			JG-1a_Gd_Gr6			JR-1_FE2O3T_Gr5
21			JG-1_V_Gr3			JR-2_Nd_Gr5
22			JG-2_La_Gr5			JR-2_Rb_Gr5
23			JP-1_Cu_Gr3			NIM-D_MNO_Gr2
24			JR-1_LOI_Gr1			NIM-P_Zn_Gr2
25			JR-1_FE2O3T_Gr5			SY-2_TIO2_Gr3
26			JR-2_Nd_Gr5			SY-3_TIO2_Gr3
27			JR-2_Rb_Gr5			W-1_Dy_Gr6
28			NIM-D_MNO_Gr2			W-2_TIO2_Gr3
29			NIM-N_Sr_Gr3			W-2_Yb_Gr5
30			NIM-P_Zn_Gr2			
31			SY-2_TIO2_Gr3			
32			SY-3_TIO2_Gr3			
33			W-1_Dy_Gr6			
34			W-2_TIO2_Gr3			
35			W-2_Yb_Gr5			
36						

(Continúa)

Tabla A1. (Continuación)

#	Casos exitosos (nivel de confianza 99%)			Casos exitosos (nivel de confianza 99%)		
	N9U	N9L	N10U	N10L	N11U2	N11L2
1	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5
2	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5	G-2_Rb_Gr4 †	DTS-1_Sc_Gr5	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5
3	JA-1_Lu_Gr6	G-2_Ce_Gr3 †	JA-1_Lu_Gr6	JA-1_Dy_Gr6	JA-1_Lu_Gr6	G-2_Ce_Gr3
4	JA-2_Th_Gr3	JA-1_Rb_Gr6	JA-2_Th_Gr3	JA-1_Rb_Gr6	JA-2_Th_Gr3	G-2_Rb_Gr6
5	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_U_Gr5	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_U_Gr5	JA-2_Sc_Gr5	JA-2_U_Gr5
6	JB-1_La_Gr6 †	JG-1a_LOI_Gr1	JB-1_La_Gr6 †	JB-1_V_Gr3	JB-1_La_Gr6	JB-1a_Sm_Gr5
7	JB-3_NA2O_Gr2	JG-1a_Ce_Gr6	JB-3_NA2O_Gr2	JB-1_La_Gr6	JB-3_NA2O_Gr2	JG-1a_LOI_Gr1
8	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-1a_Gd_Gr6	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-1a_LOI_Gr1	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-1a_K2O_Gr2
9	JF-1_Pb_Gr3	JG-2_K2O_Gr2	JF-1_Pb_Gr3	JG-1a_Ce_Gr6	JF-1_Pb_Gr3	JG-1a_Ce_Gr6
10	JF-2_FE2O3T_Gr3	JR-1_LOI_Gr1	JF-2_FE2O3T_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6	JF-2_FE2O3T_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6
11	JG-1_V_Gr3	JR-2_Nd_Gr5	JG-1_V_Gr3	JG-2_K2O_Gr2	JG-1_V_Gr3	JG-2_K2O_Gr2
12	JG-2_La_Gr5	JR-2_Rb_Gr5	JG-2_La_Gr5	JR-1_LOI_Gr1	JG-2_La_Gr5	JR-1_LOI_Gr1
13	JP-1_Cu_Gr3	NIM-D_MNO_Gr2	JP-1_Cu_Gr3	JR-2_Nd_Gr5	P-1_Cu_Gr3	JR-2_Nd_Gr5
14	JR-1_FE2O3T_Gr5	W-2_TIO2_Gr3 †	JR-1_FE2O3T_Gr5	JR-2_Rb_Gr5	JR-1_FE2O3T_Gr5	JR-2_Rb_Gr5
15	NIM-P_Zn_Gr2		NIM-N_Sr_Gr3	NIM-D_MNO_Gr2	JR-1_Ta_Gr5	NIM-D_MNO_Gr2
16	SY-2_TIO2_Gr3		NIM-P_Zn_Gr2	W-2_TIO2_Gr3	NIM-N_Sr_Gr3	W-2_TIO2_Gr3
17	SY-3_TIO2_Gr3		SY-2_TIO2_Gr3		NIM-P_Zn_Gr2	
18	W-1_Dy_Gr6		SY-3_TIO2_Gr3		SY-2_TIO2_Gr3	
19	W-2_Yb_Gr5		W-1_Dy_Gr6		SY-3_TIO2_Gr3	
20			W-2_Yb_Gr5		W-1_Sn_Gr4	
21					W-1_Ce_Gr6	
22					W-1_Dy_Gr6	
23					W-1_Gd_Gr6	
24					W-2_Yb_Gr5	
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

(Continúa)

Tabla A1. (Continuación)

#	Casos exitosos (nivel de confianza 99%)			Casos exitosos (nivel de confianza 99%)		
	N12U2	N12L2	N13U2	N13L3	N14	N15
1	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5	DTS-1_U_Gr5	BIR-1_Co_Gr5
2	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5	G-2_Rb_Gr4	DTS-1_Sc_Gr5
3	JA-1_Dy_Gr6	G-2_Ce_Gr3	G-2_Rb_Gr6	G-2_Ce_Gr3	JA-1_Lu_Gr6	DTS-1_U_Gr5
4	JA-1_Lu_Gr6	JA-1_Rb_Gr6	JA-1_Dy_Gr6	G-2_Rb_Gr6	JA-2_Th_Gr3	G-2_Ce_Gr3
5	JA-2_Th_Gr3	JA-2_U_Gr5	JA-1_Lu_Gr6	JA-1_Rb_Gr6	JA-2_Sc_Gr5	G-2_Rb_Gr4
6	JA-2_Sc_Gr5	JB-1a_Sm_Gr5	JA-2_Th_Gr3	JA-2_U_Gr5	JB-1_La_Gr6	JA-1_Lu_Gr6
7	JB-1_V_Gr3	JG-1a_LOI_Gr1	JA-2_Sc_Gr5	JB-1a_Sm_Gr5	JB-3_NA2O_Gr2	JA-1_Rb_Gr6
8	JB-1_La_Gr6	JG-1a_Ce_Gr6	JB-1_V_Gr3	JB-1_V_Gr3	JB-3_FE2O3T_Gr5	JA-2_Th_Gr3
9	JB-3_NA2O_Gr2	JG-1a_Gd_Gr6	JB-1_La_Gr6	JB-1_La_Gr6	JF-1_Pb_Gr3	JA-2_Sc_Gr5
10	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-2_K2O_Gr2	JB-3_NA2O_Gr2	JG-1a_LOI_Gr1	JF-2_FE2O3T_Gr3	JA-2_U_Gr5
11	JF-1_Pb_Gr3	JR-1_LOI_Gr1	JB-3_FE2O3T_Gr5	JG-1a_Ce_Gr6	JG-1_V_Gr3	JB-1a_Sm_Gr5
12	JF-2_FE2O3T_Gr3	JR-2_Nd_Gr5	JF-1_Pb_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6	JG-2_La_Gr5	JB-1_V_Gr3 ‡
13	JG-1_V_Gr3	JR-2_Rb_Gr5	JF-2_FE2O3T_Gr3	JR-1_LOI_Gr1	JP-1_Cu_Gr3	JB-1_La_Gr6 ‡
14	JG-2_La_Gr5	NIM-D_MNO_Gr2	JG-1_V_Gr3	JR-2_Nd_Gr5	JR-1_FE2O3T_Gr5	JB-3_NA2O_Gr2
15	JP-1_Cu_Gr3	W-2_TIO2_Gr3	JG-2_La_Gr5	JR-2_Rb_Gr5	JR-1_Ta_Gr5 †	JB-3_FE2O3T_Gr5
16	JR-1_FE2O3T_Gr5		JP-1_Cu_Gr3	NIM-D_MNO_Gr2	NIM-N_Sr_Gr3	JF-1_Pb_Gr3
17	JR-1_Ta_Gr5		JR-1_FE2O3T_Gr5	NIM-N_Sr_Gr3	NIM-P_Zn_Gr2	JF-2_FE2O3T_Gr3
18	NIM-N_Sr_Gr3		JR-1_Ta_Gr5	W-2_TIO2_Gr3	SY-2_TIO2_Gr3	JG-1a_LOI_Gr1
19	NIM-P_Zn_Gr2		NIM-N_Sr_Gr3 †		SY-3_Sr_Gr2	JG-1a_Ce_Gr6
20	SY-2_TIO2_Gr3		NIM-P_Zn_Gr2		SY-3_TIO2_Gr3	JG-1a_Gd_Gr6
21	SY-3_TIO2_Gr3		SY-2_TIO2_Gr3		W-1_Sn_Gr4 †	JG-1_V_Gr3
22	W-1_Sn_Gr4		SY-3_TIO2_Gr3		W-1_Dy_Gr6	JG-2_K2O_Gr2
23	W-1_Ce_Gr6		W-1_Sn_Gr4		W-1_Gd_Gr6 †	JG-2_La_Gr5
24	W-1_Dy_Gr6		W-1_Ce_Gr6		W-2_Yb_Gr5	JP-1_Cu_Gr3
25	W-1_Gd_Gr6		W-1_Dy_Gr6			JR-1_LOI_Gr1
26	W-2_Yb_Gr5		W-1_Gd_Gr6			JR-1_FE2O3T_Gr5
27			W-2_Yb_Gr5			JR-2_Nd_Gr5
28						JR-2_Rb_Gr5
29						NIM-D_MNO_Gr2
30						NIM-N_Sr_Gr3
31						NIM-P_Zn_Gr2
32						SY-2_TIO2_Gr3
33						SY-3_TIO2_Gr3
34						W-1_Sn_Gr4 †
35						W-1_Dy_Gr6
36						W-1_Gd_Gr6 †
37						W-2_TIO2_Gr3
38						W-2_Yb_Gr5

Abreviaturas para grupos de métodos analíticos (Gr1 a Gr8): Gr1 – métodos clásicos; Gr2 – métodos de absorción atómica; Gr3 – métodos de fluorescencia de rayos-X; Gr4 – métodos de espectrometría de emisión; Gr5 – métodos nucleares; Gr6 – métodos de espectrometría de masas; Gr7 – métodos de cromatografía; Gr8 – miscelánea de métodos. Mayores detalles puede ser consultados en Velasco-Tapia *et al.* (2001). Las pruebas de discordancia para algunos casos “exitosos” también detectaron datos desviados en una segunda (identificadas por el símbolo †) y tercera (identificadas por el símbolo ‡).

Parámetro de evaluación del porcentaje de datos desviados o discordantes (%Ot)

Es conveniente destacar que el parámetro REC no es sinónimo de %Ot (%otd en Verma 1997 o %O_i en Velasco-Tapia *et al.* 2001). El parámetro (%Ot)_{Gr} para un determinado grupo de métodos analíticos de un material de referencia se expresa de la siguiente manera:

$$(\%Ot)_{Gr} = \frac{\text{número total de datos discordantes en un caso "aplicable"}}{\text{numero total de datos iniciales en este caso "aplicable"}} \times 100 \quad (A5)$$

El parámetro %Ot para un elemento de un material de referencia en una base de datos completa puede ser similarmente definido como:

$$\%Ot = \frac{\text{número total de datos discordantes en un caso "combinado"}}{\text{numero total de datos iniciales en este caso "combinado"}} \times 100 \quad (A6)$$

Un caso “combinado” se refiere a todos los datos analíticos de un elemento en un material de referencia, obtenidos de todos los métodos analíticos.

La mayor distinción entre el REC y el parámetro %Ot es que el primero es referido a todos los casos “aplicables” mientras que en el segundo a un sólo caso “aplicable” en particular, tanto para una sólo grupo de métodos (aquí referido como (%Ot)_{Gr}) o para un caso “combinado” de todos los grupos de métodos (simplemente llamado %Ot). El parámetro REC puede ser calculado únicamente si se tiene un número representativo de casos aplicables (Ecs. A1-A4) mientras que el parámetro %Ot para cualquier caso “aplicable” o “combinado” (Ecs. A5-A6) generalmente se considera significativo.

Ejemplos del cálculo del porcentaje de datos desviados o discordantes ($\%Ot$)_{Gr}

A continuación, se presentan catorce muestras con tamaño $n=16$ seleccionadas de la Tabla A1 para ilustrar el cálculo del porcentaje de datos desviados ($\%Ot$)_{Gr}. En la Tabla A2 se muestra un resumen de la aplicación de todas las pruebas de discordancia a estos casos de ejemplo.

Tabla A2. Resumen de la aplicación de todas las pruebas de discordancia a los catorce casos seleccionados como ejemplos para ilustrar el cálculo del porcentaje de datos desviados.

#	Case	(n_{in}) _{Gr}	(x_{in}) _{Gr}	(s_{in}) _{Gr}	(Ot) _{Gr}	($\%Ot$) _{Gr}	(n_f)	(x_f) _{Gr}	(s_f) _{Gr}
1	BIR-1_Co_Gr5	16	51.906	5.819	3	18.8	13	52.731	2.830
2	DTS-1_Sc_Gr5	16	3.361	0.688	5	31.3	11	3.571	0.208
3	DTS-1_U_Gr5	16	0.004	0.002	5	31.3	11	0.003	0.000
4	G-2_Ce_Gr3	16	164.313	20.630	5	31.3	11	171.364	4.744
5	G-2_Rb_Gr4	16	200.500	91.813	6	37.5	10	176.000	11.662
6	JA-1_Lu_Gr6	16	0.466	0.064	5	31.3	11	0.442	0.019
7	MRG-1_Cu_Gr8	16	141.813	23.224	0	0	16	141.81	23.22
8	NIM-L_Sr_Gr3	16	4374.813	586.271	0	0	16	4374.8	586.3
9	NIM-L_Zn_Gr2	16	384.500	139.348	0	0	16	384.5	139.3
10	JA-2_Co_Gr5	16	29.819	1.365	0	0	16	29.819	1.365
11	JA-2_Sc_Gr5	16	19.745	2.497	5	31.3	11	18.875	0.843
12	SY-2_AL2O3_Gr1	16	11.951	0.221	0	0	16	11.951	0.221
13	W-1_Ce_Gr6	16	22.556	4.240	2	12.5	14	21.279	2.517
14	W-2_Yb_Gr5	16	2.103	0.149	3	19	13	2.0754	0.077

Como se puede observar, en la séptima columna de la Tabla A2 se presenta el porcentaje de datos desviados ($\%Ot$)_{Gr} calculado a partir del número de datos discordantes identificados (Ot)_{Gr} por las pruebas de discordancia.

A continuación se presenta información más detallada sobre la detección de los datos discordantes en cada caso: BIR-1_Co_Gr5 ($\%Ot$)_{Gr} = 18.8; los dos valores más pequeños y el valor más grande fueron identificados como datos discordantes por las pruebas: N1L, N2, N4L, N5UL, N6UL, N8, N9L, N10L, N11L2, N12L2, N13L2 y N15); DTS-1_Sc_Gr5 ($\%Ot$)_{Gr} = 31.3; los cuatro valores más pequeños y el valor más grande se identificaron como datos desviados por las pruebas: N1L, N2, N4L, N4L2, N4L3, N4L4, N5UL, N8, N9L, N10L, N11L2, N12L2, N13L2 y N15); DTS-1_U_Gr5 ($\%Ot$)_{Gr} = 31.3; cinco datos desviados: el dato más pequeño y los cuatro valores más grandes; N1U, N2, N4U, N4U2, N4U3, N4U4, N5UL, N7U, N8, N9U, N10U, N11U2, N12U2, N13U2, N14 y N15); G-2_Ce_Gr3 ($\%Ot$)_{Gr} = 31.3; cinco datos desviados: los cuatro valores más pequeños y el valor más grande; N1L, N2, N3L2, N4L, N4L2, N4L3, N4L4, N5UL, N9L, N11L2, N12L2, N13L2 y N15); G-2_Rb_Gr4 ($\%Ot$)_{Gr} = 37.5; seis datos desviados: los cuatro valores más pequeños y los dos valores más grande; N1U, N2, N3U2, N4U, N4U2, N4U3, N4U4, N5UL, N7U, N8, N9U, N10U, N11U2, N12U2, N13U2, N14 y N15) JA-1_Lu_Gr6 ($\%Ot$)_{Gr} = 31.3; cinco datos desviados: el valor más pequeño y los cuatro valores más grandes; N1U, N2, N3U2, N4U, N4U2, N4U3, N4U4, N5UL, N7U, N8, N9U, N10U, N11U2, N12U2, N13U2, N14 y N15); JA-2_Sc_Gr5 ($\%Ot$)_{Gr} = 31.3; cinco datos desviados: el valor más pequeño y los cuatro valores más grandes; N1U, N2, N3U2, N4U, N4U2, N4U3, N4U4, N5UL, N7U, N8, N9U, N10U, N11U2, N12U2, N13U2, N14 y N15); W-1_Ce_Gr6 ($\%Ot$)_{Gr} = 12.5; los dos datos más grandes fueron identificados como datos

discordantes por las pruebas: N3U2, N4U2, N11U2, N12U2 y N13U2); W-2_Yb_Gr5 ($(\%Ot)_{Gr} = 18.8$; tres datos desviados: el dato más pequeño y los dos valores más grandes; N1U, N2, N4U, N4U2, N5UL, N7U, N8, N9U, N10U, N11U2, N12U2, N13U2, N14 y N15); y finalmente, en los casos: JA-2_Co_Gr5, MRG-1_Cu_Gr8, NIM-L_Sr_Gr3 y NIM-L_Zn_Gr2 no se detectaron datos desviados y por tanto el porcentaje de datos desviados calculado es igual a cero ($(\%Ot)_{Gr} = 0$).

Resultados del criterio relativo de datos discordantes (ROC)

El parámetro ROC permite estimar el número de datos que una prueba de discordancia detecta y rechaza en una muestra estadística, en función de datos totales. En la Figura A15 se presentan los valores del parámetro ROC calculados para las pruebas que evalúan los datos: (a) más altos; (b) más bajos; y, (c) extremos. El parámetro ROC se obtiene de dividir el número de datos discordantes identificados por una determinada prueba entre el número total de datos (41,821 datos) que contienen los 2220 casos a los cuales fue aplicada dicha prueba.

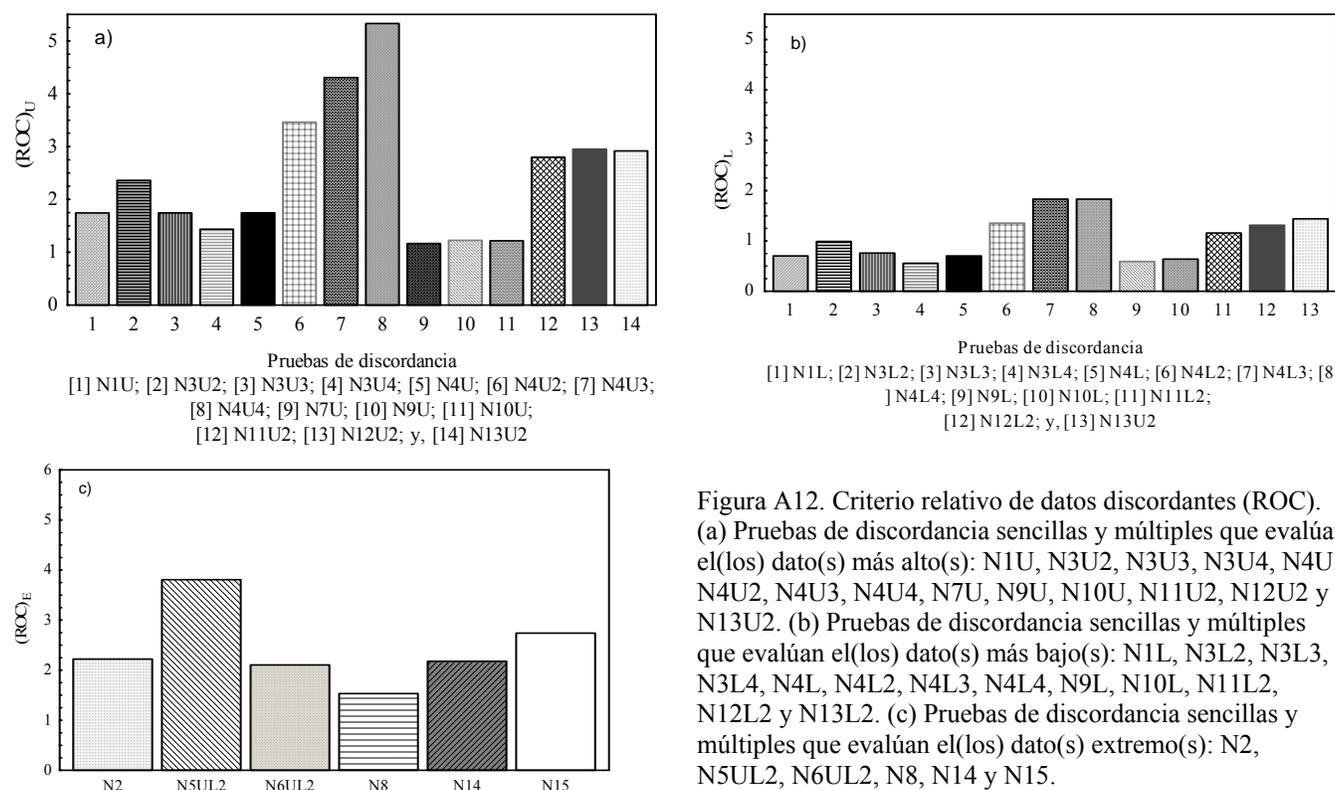


Figura A12. Criterio relativo de datos discordantes (ROC). (a) Pruebas de discordancia sencillas y múltiples que evalúan el(los) dato(s) más alto(s): N1U, N3U2, N3U3, N3U4, N4U, N4U2, N4U3, N4U4, N7U, N9U, N10U, N11U2, N12U2 y N13U2. (b) Pruebas de discordancia sencillas y múltiples que evalúan el(los) dato(s) más bajo(s): N1L, N3L2, N3L3, N3L4, N4L, N4L2, N4L3, N4L4, N9L, N10L, N11L2, N12L2 y N13L2. (c) Pruebas de discordancia sencillas y múltiples que evalúan el(los) dato(s) extremo(s): N2, N5UL2, N6UL2, N8, N14 y N15.

Resultados de la correlación lineal entre el criterio de eficiencia relativa de la primera iteración $(REC)_1$ o de todas las iteraciones $(REC)_g$ y el tamaño de la muestra estadística

En las Figuras A13 y A14, se presentan las correlaciones lineales entre el $(REC)_1$ y el tamaño de las muestras estadísticas formados a partir de la base de datos. De manera similar, los resultados para $(REC)_g$ se dan a conocer en las Figuras A15 y A16.

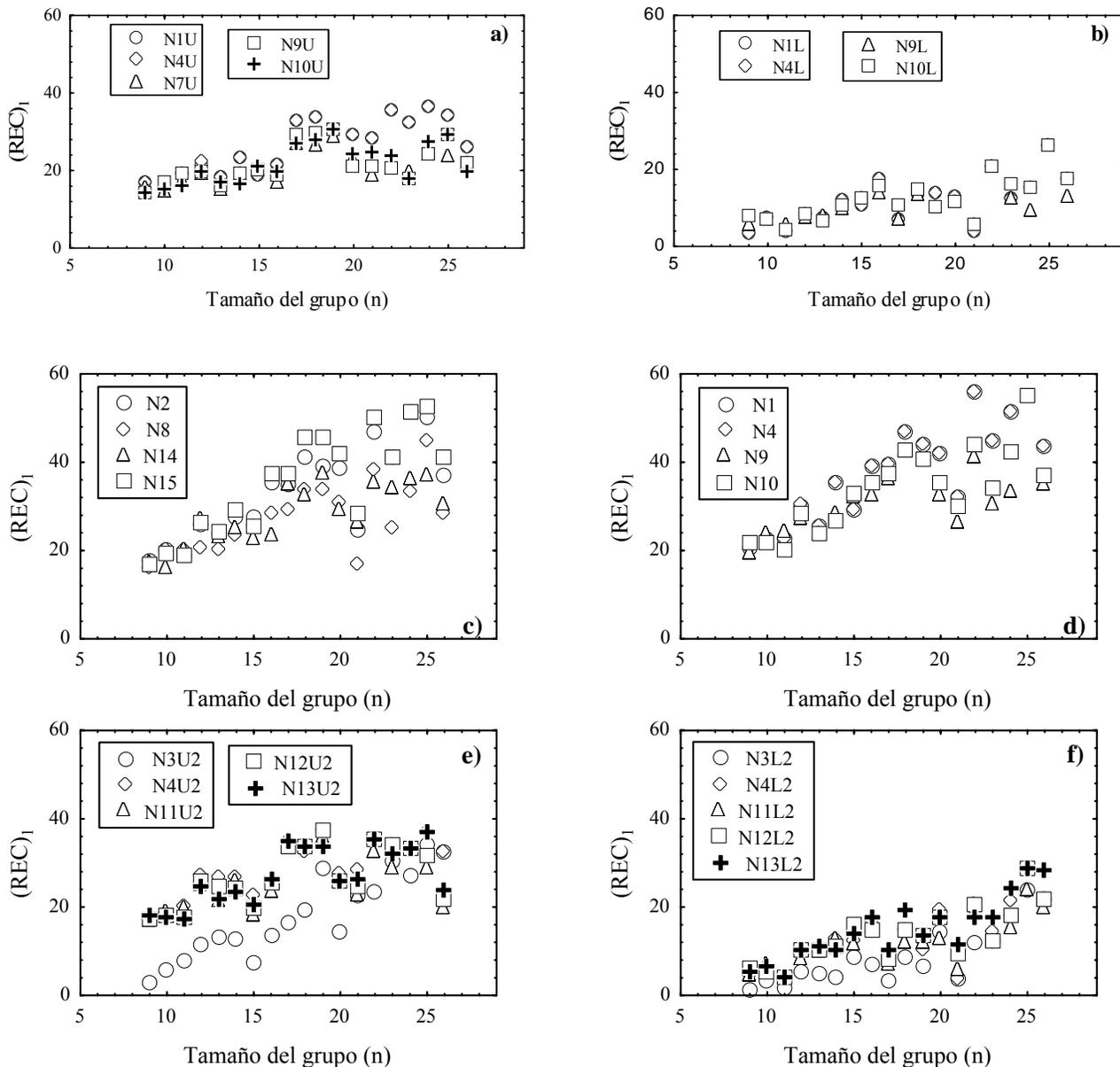


Figura A13. Criterio de eficiencia relativa de la primera iteración $(REC)_1$ versus el tamaño (n) del grupo o caso. Se presentan las pruebas de discordancia agrupadas por categoría con el propósito de facilitar la comparación visual del parámetro $(REC)_1$: (a) categoría 1 (N1U, N4U, N7U, N9U y N10U); (b) categoría 2 (N1L, N4L, N9L, N10L); (c) categoría 3 (N2, N8, N14 y N15); (d) categoría 4 (N1, N4, N9 y N10; con ambas versiones: más alto y más bajo); (e) categoría 6 (N3U2, N4U2, N11U2, N12U2 y N13U2); y, (f) categoría 7 (N3L2, N4L2, N11L2, N12L2 y N13L2).

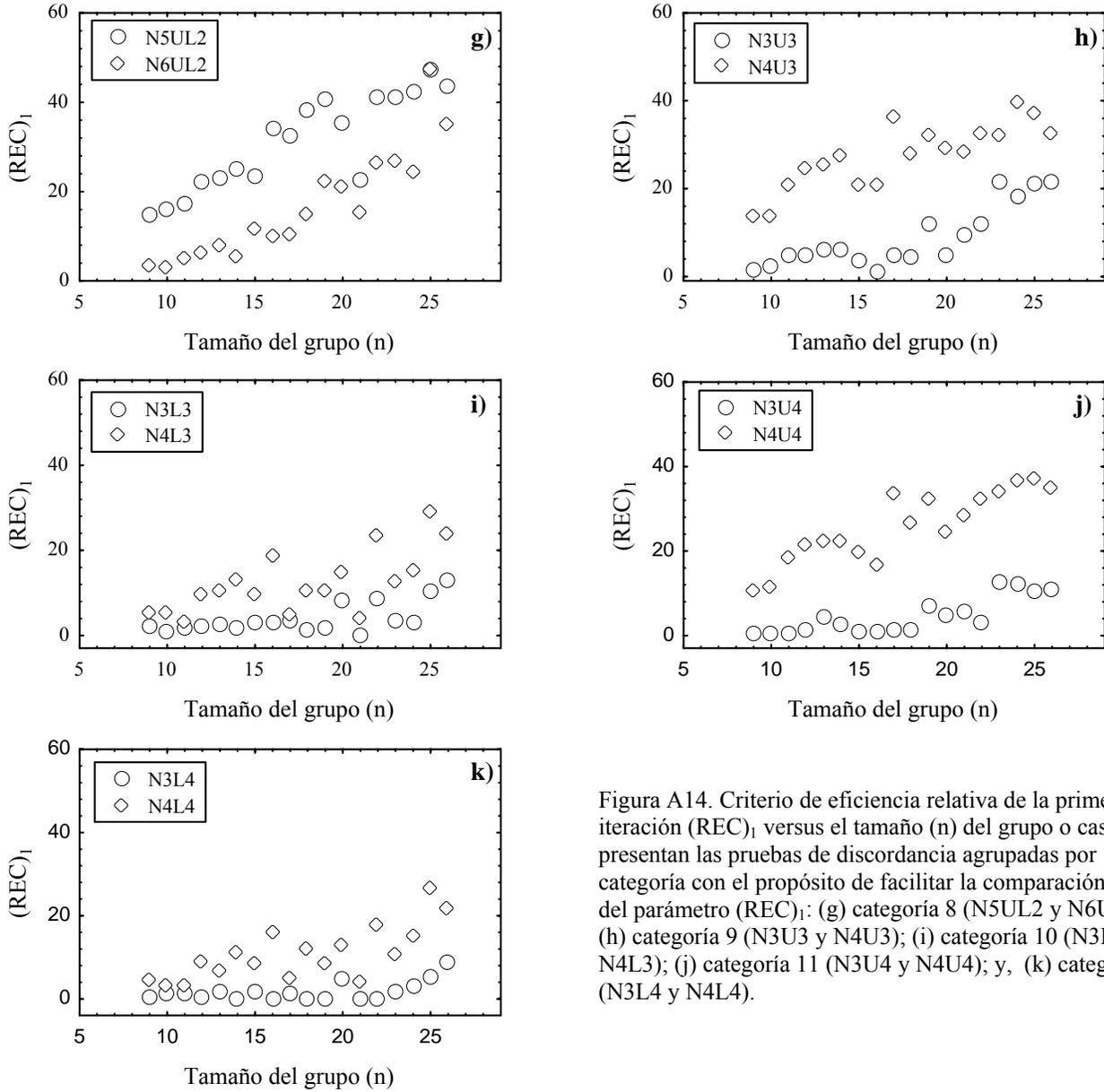


Figura A14. Criterio de eficiencia relativa de la primera iteración $(REC)_1$ versus el tamaño (n) del grupo o caso. Se presentan las pruebas de discordancia agrupadas por categoría con el propósito de facilitar la comparación visual del parámetro $(REC)_1$: (g) categoría 8 (N5UL2 y N6UL2); (h) categoría 9 (N3U3 y N4U3); (i) categoría 10 (N3L3 y N4L3); (j) categoría 11 (N3U4 y N4U4); y, (k) categoría 12 (N3L4 y N4L4).

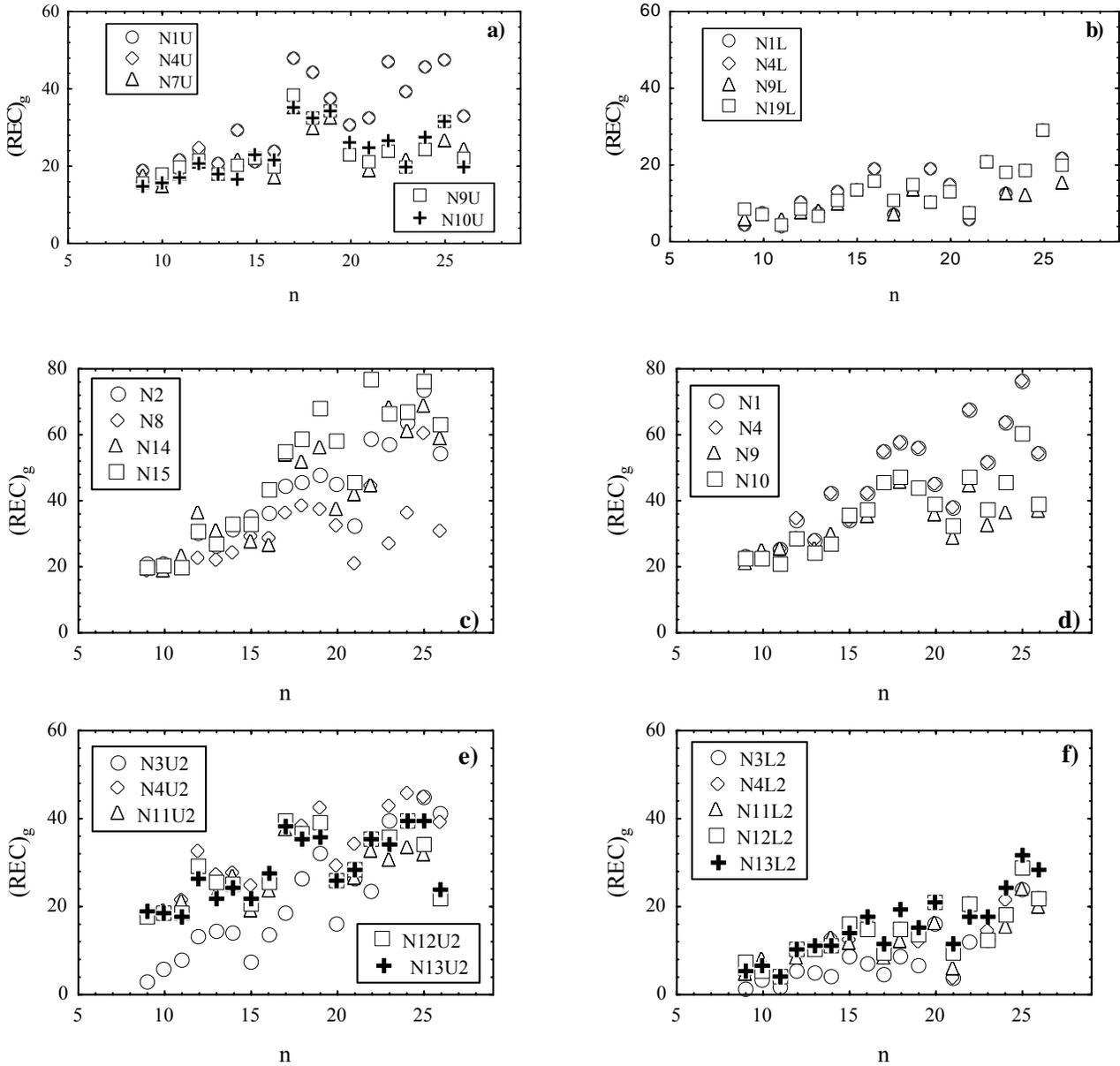


Figura A15. Criterio de eficiencia relativa global $(REC)_g$ versus el tamaño (n) del grupo o caso. Se presentan las pruebas de discordancia agrupadas por categoría con el propósito de facilitar la comparación visual del parámetro $(REC)_g$: (a) categoría 1 (N1U, N4U, N7U, N9U y N10U); (b) categoría 2 (N1L, N4L, N9L, N10UL); (c) categoría 3 (N2, N8, N14 y N15); (d) categoría 4 (N1, N4, N9 y N10; con ambas versiones: más alto y más bajo); (e) categoría 6 (N3U2, N4U2, N11U2, N12U2 y N13U2); y, (f) categoría 7 (N3L2, N4L2, N11L2, N12L2 y N13L2).

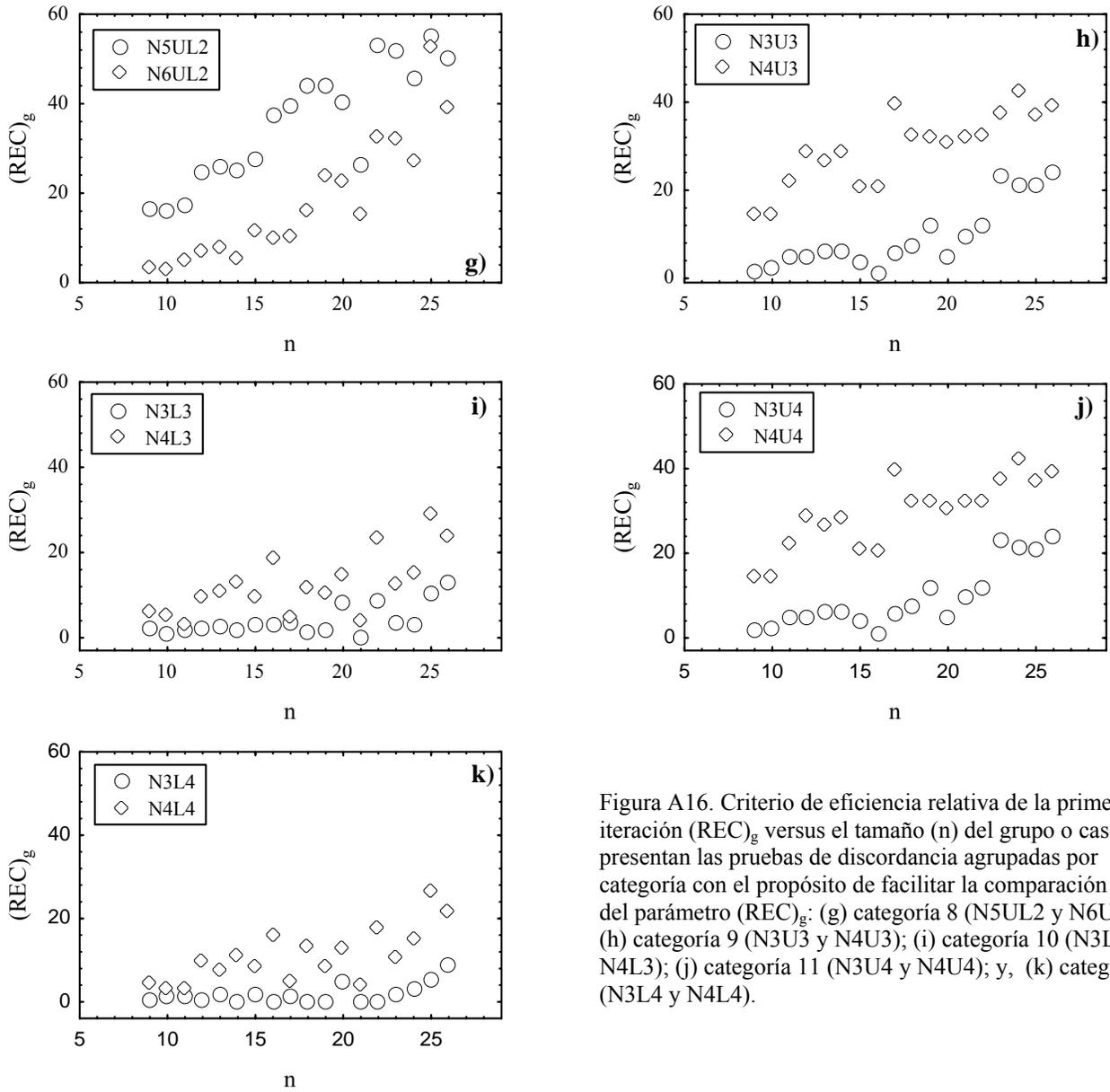


Figura A16. Criterio de eficiencia relativa de la primera iteración $(REC)_g$ versus el tamaño (n) del grupo o caso. Se presentan las pruebas de discordancia agrupadas por categoría con el propósito de facilitar la comparación visual del parámetro $(REC)_g$: (g) categoría 8 (N5UL2 y N6UL2); (h) categoría 9 (N3U3 y N4U3); (i) categoría 10 (N3L3 y N4L3); (j) categoría 11 (N3U4 y N4U4); y, (k) categoría 12 (N3L4 y N4L4).