

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Parque Tecnológico Miguelete
Avenida Gral. Paz 5445
Casilla de Correo 157
B1650WAB San Martín, Buenos Aires
Teléfono (54.11) 4724 6200 / 300 / 400
interno: 6323
www.inti.gov.ar
interlab@inti.gov.ar



**Informe Final
Ensayo Interlaboratorio
“Parámetros Fisicoquímicos en Matriz Cárnica”
2005**



LISTA DE PARTICIPANTES

**Dirección General de Higiene
y Seguridad Alimentaria.**

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
Patricias Argentinas 277
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

Food Control S.A.

Santiago del Estero 1154
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

Frigorífico SADOWA S.A.

Avenida Constitución 10300
Mar del Plata
Buenos Aires
Argentina

Instituto Especializado de Análisis

Manuel E. Batista
Campus Central Octavio Méndez Pereira
Panamá- Panamá

**Instituto Nacional de Laboratorios de Salud
INLASA**

Rafael Zubieta (lado del Estado Mayor)
Miraflores 1889
La Paz
Bolivia

Instituto Nacional de Pesca

Letamendi 102 y la Ría
Guayaquil- Guayas
Ecuador

INTI- Mar del Plata

Marcelo T. de Alvear 1168
Mar del Plata
Buenos Aires
Argentina

Instituto de Tecnologia do Paraná

R. Algacyr Munhoz Mader 3775
Cidade Industrial de Curitiba
Paraná
Brasil

**Laboratorio de la Dirección Provincial de
Bromatología del Chaco**

Ameghino 680 1º piso
Resistencia, Chaco
Argentina

Laboratorio LYCA S.A.

Niza 1769
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

**Laboratorio Regional
de Salud Ambiental Viedma**

Estrada y Lamadrid
Viedma
Río Negro
Argentina

Municipalidad de Ushuaia

San Martín 6603
Ushuaia
Tierra del Fuego
Argentina

Naveco S.R.L

Entre Ríos 1454
Buenos Aires
Argentina

Proanálisis S. A.

Angel J. Carranza 1941
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

SENASA – Laboratorio

Fleming 1653
Buenos Aires
Argentina

Servicios Analíticos Integrales

Mateo Gelvez 450-San Lorenzo
Santa Fé
Argentina

Swift Armour S.A.

Pte. Perón s/n
Villa Gobernador Gálvez
Santa Fé
Argentina



1. INTRODUCCION

Debido a las exigencias del mercado se requiere cada vez con mas frecuencia que los laboratorios puedan mostrar una evaluación de la calidad de sus servicios.

Uno de los requerimientos de los sistemas de calidad es la demostración de la competencia técnica mediante la participación en ensayos interlaboratorio, ya que esto permite controlar sus resultados y evaluar los métodos de ensayo.

En este contexto hemos querido ofrecer un ejercicio de intercomparación para el análisis de parámetros relevantes que determinan la calidad de los productos cárnicos.

Los profesionales que participaron en este trabajo son:

Lic. Enrique Vivino (INTI – Carnes)

Dra. Celia Puglisi (INTI – PMQ)

Lic. Liliana Castro (INTI – PMQ)

Tca. Alejandra García Piantanida (INTI – PMQ)



2. MUESTRAS ENVIADAS

Preparación de las muestras

Se procesaron 12 kg de carne vacuna y se pasaron por molino coloidal.

Se enlataron, se sellaron los envases y se esterilizaron en autoclave a 115 °C.

Se numeraron las latas de acuerdo con la secuencia de llenado a fin de poder descartar posibles fallas inadvertidas de homogeneidad entre las mismas. Por este motivo se solicitó consignar el número de muestra en el informe.

Se realizó una inspección visual de las latas para verificar que no hayan sufrido roturas o deformaciones.

Se evaluó la homogeneidad de las muestras analizando aproximadamente el 15% de las mismas. Se realizaron análisis replicados en cada lata y se comparó la varianza de los mismos con la obtenida en el análisis de distintas latas, obteniéndose valores estadísticamente aceptables.

Los valores obtenidos en INTI para los parámetros involucrados se muestran en la siguiente tabla.

Parámetro	Resultado de análisis (g/100g)	Incertidumbre (g/100g)
Humedad	58,9	0,70
Ceniza	2,97	0,12
Grasa	16,3	0,40
Nitrógeno	3,03	0,10

La incertidumbre en el valor de la concentración se calculó utilizando los procedimientos recomendados en la Guía "Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement", Eurachem, 2^o Ed. 2000. (ref. 6)

3. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES

3.1. Datos enviados

Los datos enviados por los participantes pueden verse en la Tabla 1. El número de cifras significativas figuran tal como fueron informadas por los participantes.

En los gráficos 1, 2, 3 y 4 se muestran los datos enviados por los participantes y los valores medios Interlaboratorio y desviaciones estándar obtenidos con el procedimiento descrito en el ítem 5.

3.2. Métodos de ensayo

Un resumen de los métodos de ensayo utilizados por los participantes puede verse en la Tabla 2.

4. TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS

En primer lugar se separaron los datos que se consideraron obviamente inconsistentes.

Los datos restantes se sometieron a las pruebas de Cochran y Grubbs, que se describen en el anexo 3. Los resultados obtenidos pueden verse en la Tabla 3.

La secuencia de operaciones realizadas se describe en el diagrama que figura en el anexo 2.

Este procedimiento permitió seleccionar los datos estadísticamente aceptables, a partir de los cuales se calculó el valor medio y la desviación estándar interlaboratorio.

El resumen de los resultados obtenidos, expresados como g / 100 g de muestra, se encuentra en la siguiente tabla.

	Valor medio interlab. (g/100g)	Desviación estándar interlab. (s_L) (g/100g)	Desviación estándar interlab. relativa porcentual (s_L relativa %) (%)
Humedad	59,46	0,87	1,5
Ceniza	3,07	0,05	1,6
Grasa	15,96	0,32	2,0
Nitrógeno	3,1	0,12	3,9

En la Tabla 4 pueden verse los desvíos del promedio de los resultados de cada laboratorio respecto del valor medio interlaboratorio.



5. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

La evaluación del desempeño de los laboratorios participantes se realizó de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente y que se citan en la Bibliografía.

Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro “z”, definido de la siguiente manera:

$$Z = (X_{1/2} - X_{ref}) / S_L$$

Donde:

$$x_{1/2} = \text{promedio para cada laboratorio} = \sum x_i / r$$

x_{ref} = valor asignado a la concentración de los analitos de la muestra enviada.

En este caso se utilizó el valor medio interlaboratorio obtenido con el procedimiento descrito en el ítem 4.

r = número de replicados informados (1, 2, 3)

s_L = desviación estándar (estimador de la reproducibilidad o variancia entre laboratorios)

Este último parámetro es el obtenido mediante el tratamiento estadístico, es decir, representa el desvío estándar de los datos estadísticamente aceptables.

Los valores del parámetro z así obtenido pueden verse en los gráficos 5, 6, 7 y 8.

De acuerdo con la definición dada en el anexo 3, es posible clasificar a los laboratorios de la siguiente forma:

$|z| \leq 2$ satisfactorio, $2 < |z| < 3$ cuestionable, $|z| \geq 3$ no satisfactorio

6. COMENTARIOS

En la tabla siguiente se resume el número de determinaciones satisfactorias, cuestionables y no satisfactorias, evaluadas mediante el parámetro z.

	$ Z \leq 2$	$2 < Z < 3$	$ Z \geq 3$
Humedad	15	1	1
Ceniza	14	1	2
Grasa	12	---	5
Nitrógeno	14	1	---

A continuación se muestran los valores de desviación estándar relativa porcentual obtenidos en interlaboratorios anteriores.

	Desviación estándar interlaboratorio relativa porcentual		
	Interlaboratorio 2002	Interlaboratorio INTI para RILAA* 2003	Interlaboratorio 2005
Humedad	0,7 %	1,4 %	1,5 %
Ceniza	5,1 %	16,4 %	1,6 %
Grasa	3,4 %	3,8 %	2,0 %
Nitrógeno	2,5 %	3,9 %	3,9 %

* RILAA: Red Interamericana de Laboratorios de Análisis de Alimentos

De esta tabla puede observarse que la desviación estándar relativa para el parámetro cenizas disminuyó considerablemente. En el presente ejercicio la muestra tenía un agregado de sal, por lo que la masa total de cenizas era mas elevada y es de esperar que los participantes pudieran medirla con una incertidumbre menor.

Una dificultad, reiterada en distintos ejercicios organizados por INTI, radica en la diferente cantidad de cifras significativas utilizadas por los laboratorios en los datos que envían.

El número de cifras significativas con que los laboratorios deben consignar sus resultados queda determinado por la incertidumbre de medición del parámetro en cuestión.

La incertidumbre de medición depende del método, del procedimiento y de las condiciones en que fue realizada la medición en cada laboratorio. Por este motivo, es importante que cada laboratorio evalúe sus propias fuentes de incertidumbre y realice el cálculo de la misma. Para esto es necesario implementar y aplicar las recomendaciones internacionales para la estimación correcta de la incertidumbre de medición, como las citadas en la bibliografía.

A fin de lograr un mecanismo de mejora continua, solicitamos a los laboratorios que nos envíen cualquier sugerencia o comentario que consideren oportuno.

Por otro lado, en caso de tener alguna duda sobre la ejecución de los métodos de ensayo o de las causas de diferencias en los resultados, rogamos nos consulten.



ANEXO 1
Tablas y gráficos

Tabla 1
Datos enviados por los participantes

n° part	n° muestra	Humedad (g/100 g)			Ceniza (g/100 g)			Grasa (g/100 g)			Nitrogeno (g/100 g)		
		R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3
1	39	40,7418	40,1262	41,3038	2,7577	2,8016	2,8298	52,0669	52,0391	52,0112	S/D	S/D	S/D
2	20	59,80	59,90	60,00	3,03	3,02	3,03	15,90	15,70	15,60	3,10	3,10	3,10
3	61	59,34	59,28	59,37	3,10	3,10	3,11	16,44	16,46	16,34	3,07	3,08	3,03
4	98	58,7	58,9	58,8	3,1	3,1	3,0	15,9	16	15,8	3,07	3,15	3,12
6	48	60,4	60,3	60,5	3,0	2,8	3,1	15,5	15,5	15,6	3,1	3,2	3,2
7	40	61,74	61,40	61,49	3,04	3,04	3,02	15,59	15,89	15,74	3,12	3,12	3,15
9	70	59,54	59,24	59,48	3,09	3,14	3,00	16,39	16,49	16,42	n.i.	n.i.	n.i.
10	22	58,21	58,95	58,9	3,42	3,44	3,46	15,44	15,49	15,30	3,07	3,04	3,07
11*	107	58,76	58,34	58,77	3,14	3,19	3,19	16,18	16,40	16,12	3,32	3,30	3,24
12	47	58,14	58,71	58,72	3,20	3,15	3,12	10,71	14,79	12,53	2,91	3,05	2,82
13	23	59,97	59,97	60	3,08	3,07	3,07	11,68	11,23	11,8	3,00	3,10	3,09
14	84	59,14	59,1	59,1	3,1	3,07	3,08	16,08	16,08	16,05	3,07	3,00	3,00
16	5	59,72	59,76	59,7	2,97	3,07	3,23	16,14	15,74	15,59	3,01	3,07	3,05
17	110	58,4	58,4	58,3	3,1	3,2	3,1	12,9	12,1	13	3,1	3,1	3,1
18	91	59,20	59,31	59,07	3,06	3,06	3,06	16,33	15,65	16,05	3,55	3,35	3,29
19	103	58,49	58,53	58,6	3,12	3,11	3,1	16,34	16,16	16,18	3,16	3,16	3,17
20	25	58,68	57,70	58,4	2,81	2,89	3,07	17,42	17,65	17,2	2,85	2,90	3,01

n.i.: no informa

* El participante n° 11 informó como dato extra la cantidad de sal en la muestra. Los datos informados se muestran a continuación:

n° part	n° muestra	Sal (g/100 g)		
		R 1	R 2	R 3
11	107	2,18	2,14	2,15



Tabla 2
Resumen de los métodos utilizados

Parámetro	Método utilizado
Humedad	Secado en estufa 75-80 °C.
	Secado en estufa 102 ± 2 °C. (AOAC 39.1.02)
	AOAC Official Method 950.46 B, 16 th Edition.
Cenizas	Calcinación en mufla 525 ± 25 °C (AOAC 39.1.09)
	AOAC Official Method 920.153, 16 th Edition.
	AOAC Official Method 923.03, 17 th Edition.
Grasa	Secado de muestra y posterior extracción soxhlet. (AOAC 39.1.05)
	AOAC Official Method 960.39 (a), 16 th Edition.
	AOAC 920.39 Cap 4, 2000.
Nitrógeno	AOAC Official Method 928.08 Kjeldahl, 16 th Edition.
	AOAC 981.10 Cap 39, 1995.
	Método Kjeldahl. (AOAC 39.1.19)
	AOAC 977.14



Tabla 3
Resultados luego del tratamiento estadístico

n° part	Humedad (g/100 g)				Ceniza (g/100 g)				Grasa (g/100 g)				Nitrogeno (g/100 g)			
	R 1	R 2	R 3	T	R 1	R 2	R 3	T	R 1	R 2	R 3	T	R 1	R 2	R 3	T
1	40,74	40,13	41,3	I	2,76	2,80	2,83	G	52,07	52,04	52,01	I	n.i.	n.i.	n.i.	
2	59,80	59,90	60,00		3,03	3,02	3,03		15,90	15,70	15,60		3,10	3,10	3,10	
3	59,34	59,28	59,37		3,10	3,10	3,11		16,44	16,46	16,34		3,07	3,08	3,03	
4	58,7	58,9	58,8		3,1	3,1	3,0		15,9	16	15,8		3,07	3,15	3,12	
6	60,4	60,3	60,5		3,0	2,8	3,1		15,5	15,5	15,6		3,1	3,2	3,2	
7	61,74	61,40	61,49		3,04	3,04	3,02		15,59	15,89	15,74		3,12	3,12	3,15	
9	59,54	59,24	59,48		3,09	3,14	3,00		16,39	16,49	16,42		n.i.	n.i.	n.i.	
10	58,21	58,95	58,9	C	3,42	3,44	3,46	G	15,44	15,49	15,30		3,07	3,04	3,07	
11	58,76	58,34	58,77		3,14	3,19	3,19		16,18	16,40	16,12		3,32	3,30	3,24	
12	58,14	58,71	58,72	C	3,20	3,15	3,12		10,71	14,79	12,53	C	2,91	3,05	2,82	
13	59,97	59,97	60		3,08	3,07	3,07		11,68	11,23	11,8	G	3,00	3,10	3,09	
14	59,14	59,1	59,1		3,1	3,07	3,08		16,08	16,08	16,05		3,07	3,00	3,00	
16	59,72	59,76	59,7		2,97	3,07	3,23		16,14	15,74	15,59		3,01	3,07	3,05	
17	58,4	58,4	58,3		3,1	3,2	3,1		12,9	12,1	13	C	3,1	3,1	3,1	
18	59,20	59,31	59,07		3,06	3,06	3,06		16,33	15,65	16,05		3,55	3,35	3,29	
19	58,49	58,53	58,6		3,12	3,11	3,1		16,34	16,16	16,18		3,16	3,16	3,17	
20	58,68	57,70	58,4	C	2,81	2,89	3,07		17,42	17,65	17,2	G	2,85	2,90	3,01	

T: resultado del tratamiento estadístico

C: datos eliminados por aplicación de la prueba de Cochran

G: datos eliminados por aplicación de la prueba de Grubbs

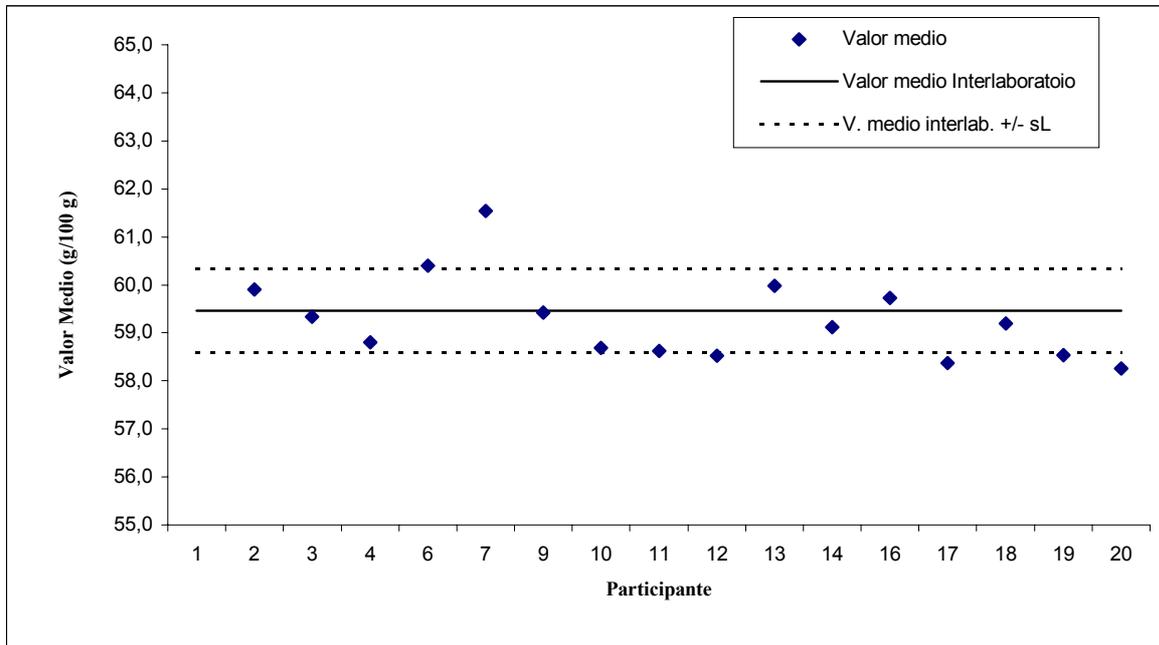
I: datos considerados como inconsistentes



Tabla 4
Desvíos respecto del valor medio interlaboratorio

n° part	Humedad (g/100 g)		Cenizas (g/100 g)		Grasa (g/100 g)		Nitrógeno (g/100 g)	
	V. medio	% desv.v. medio interlab	V. medio	% desv.v. medio interlab	V. medio	% desv.v. medio interlab	V. medio	% desv.v. medio interlab
1	40,72	-31,5	2,80	-8,9	52,04	226,1	n.i.	---
2	59,90	0,7	3,03	-1,4	15,73	-1,4	3,1	0,0
3	59,33	-0,2	3,10	1,1	16,41	2,8	3,1	-1,3
4	58,80	-1,1	3,07	-0,1	15,90	-0,4	3,1	0,4
6	60,40	1,6	2,97	-3,4	15,53	-2,7	3,2	2,2
7	61,54	3,5	3,03	-1,2	15,74	-1,4	3,1	1,0
9	59,42	-0,1	3,08	0,2	16,43	3,0	n.i.	---
10	58,69	-1,3	3,44	12,1	15,41	-3,4	3,1	-1,3
11	58,62	-1,4	3,17	3,4	16,23	1,7	3,3	6,0
12	58,52	-1,6	3,16	2,8	12,68	-20,6	2,9	-5,6
13	59,98	0,9	3,07	0,1	11,57	-27,5	3,1	-1,2
14	59,11	-0,6	3,08	0,4	16,07	0,7	3,0	-2,5
16	59,73	0,4	3,09	0,7	15,82	-0,9	3,0	-1,8
17	58,37	-1,8	3,13	2,1	12,67	-20,6	3,1	0,0
18	59,19	-0,4	3,06	-0,3	16,01	0,3	3,4	9,6
19	58,54	-1,5	3,11	1,3	16,23	1,7	3,2	2,0
20	58,26	-2,0	2,92	-4,8	17,42	9,2	2,9	-5,8

Gráfico 1
Datos enviados por los participantes - Contenido de humedad



Laboratorio cuyo valor excede el ámbito del gráfico:

n° part.	V. Medio (g/100g)
1	40,72

Gráfico 2
Datos enviados por los participantes - Contenido de cenizas

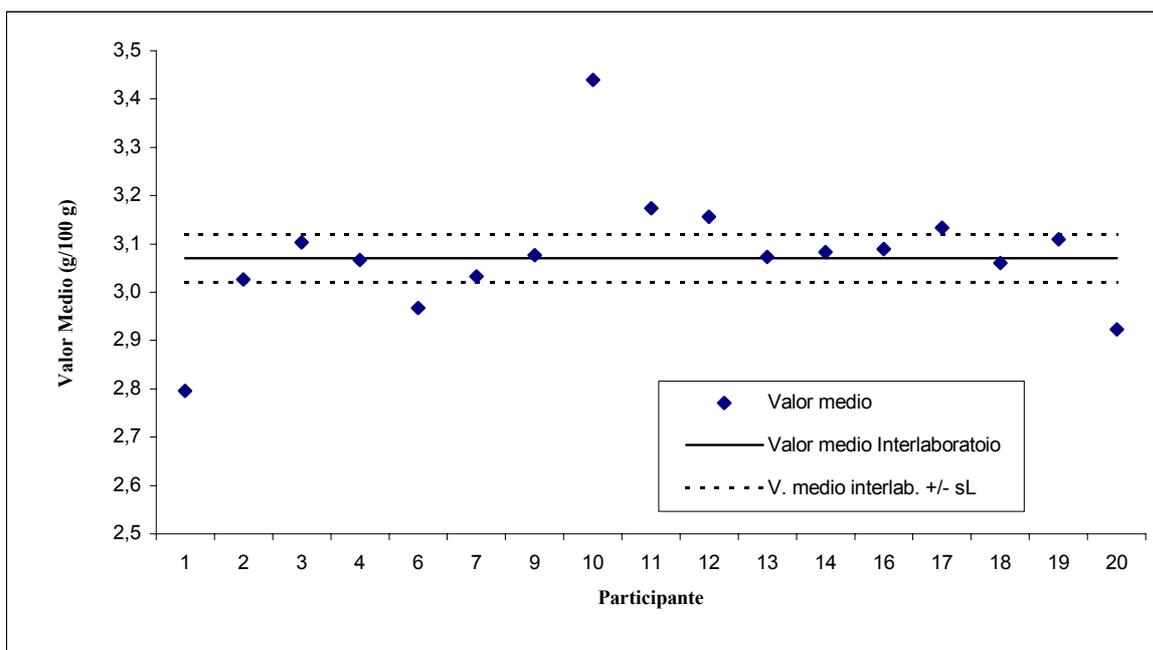
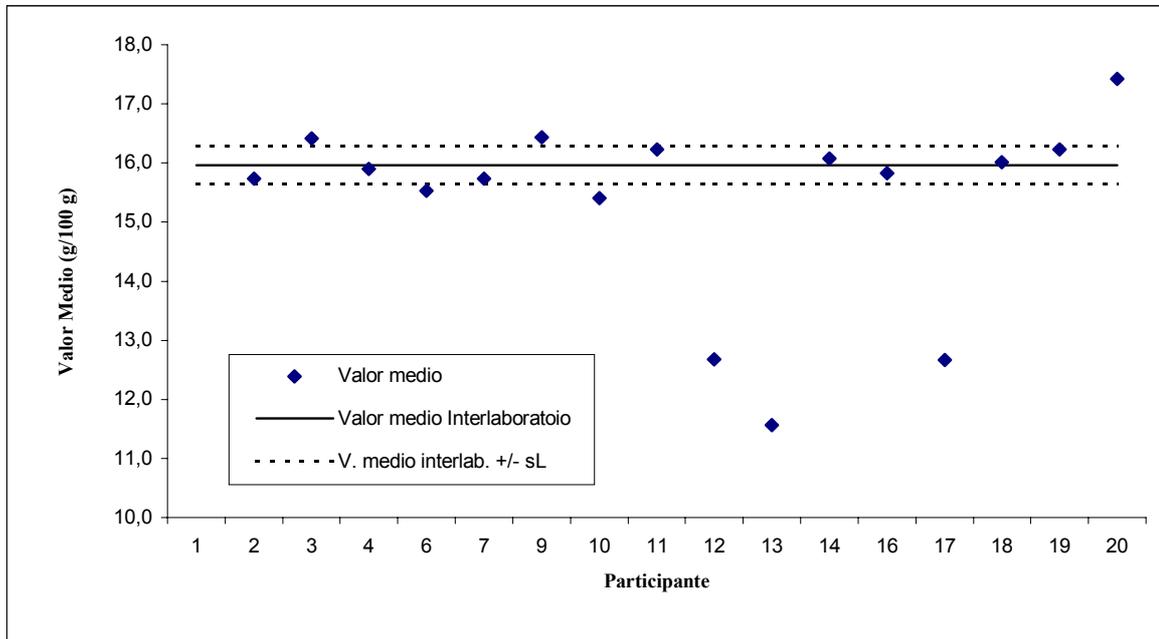


Gráfico 3
Datos enviados por los participantes - Contenido de grasa



Laboratorio cuyo valor excede el ámbito del gráfico:

n° part.	V. Medio (g/100g)
1	52,04

Gráfico 4
Datos enviados por los participantes - Contenido de nitrógeno

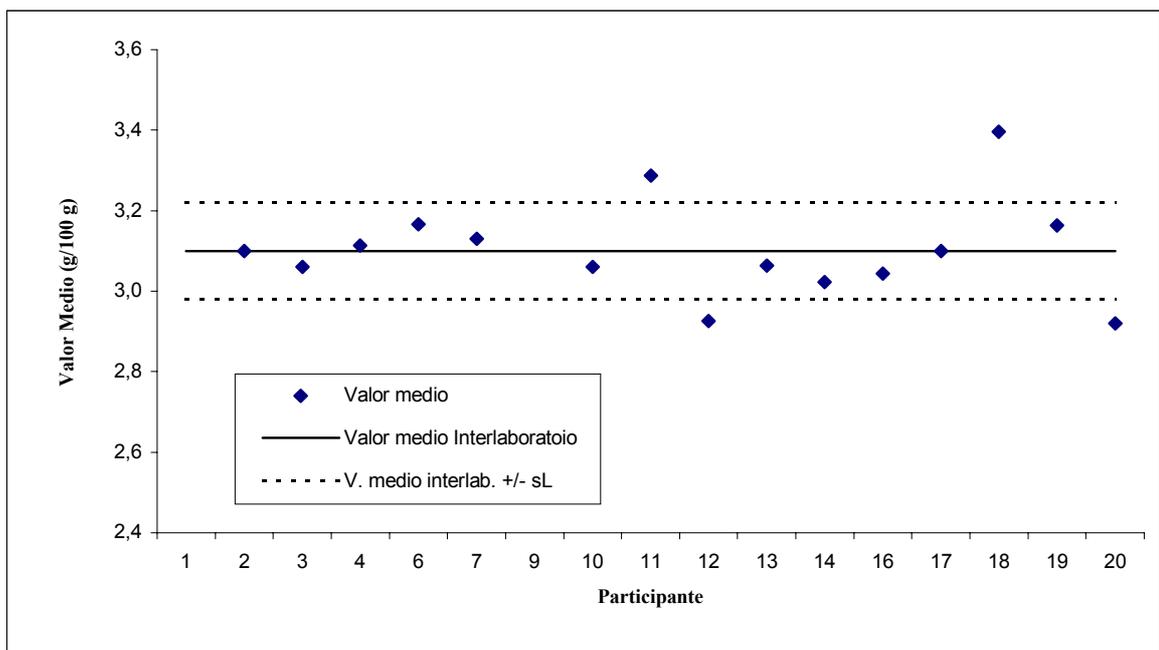
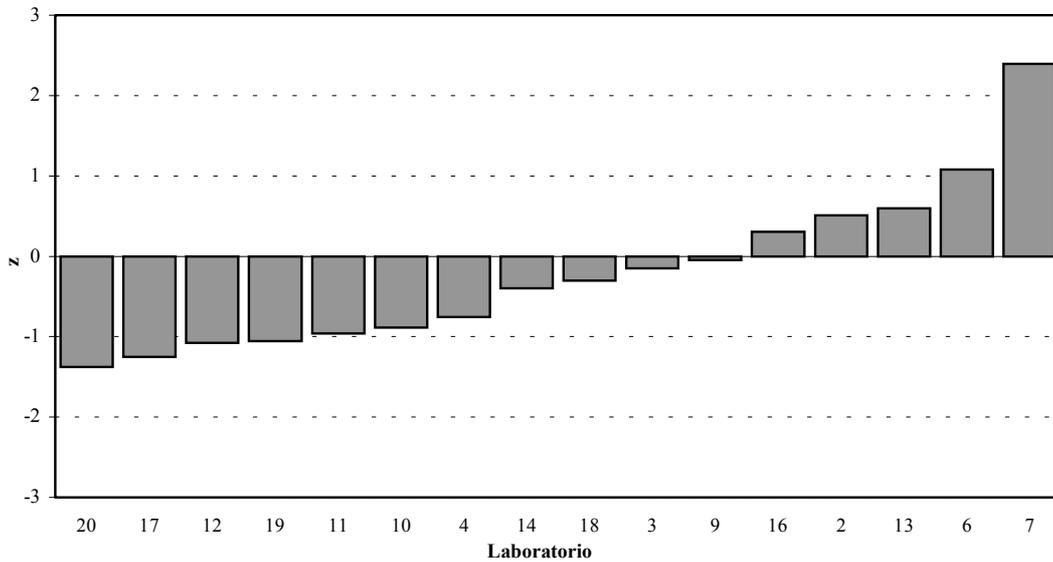




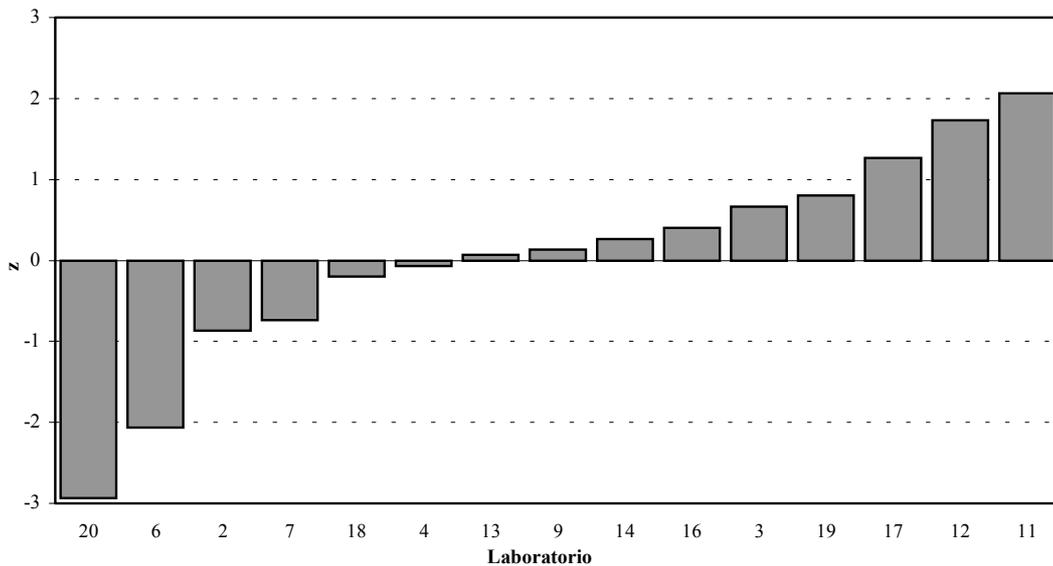
Gráfico 5
Parámetro z - Contenido de humedad



Laboratorio cuyo valor excede el ámbito del gráfico:

n° part.	z
1	-21,5

Gráfico 6
Parámetro z - Contenido de cenizas

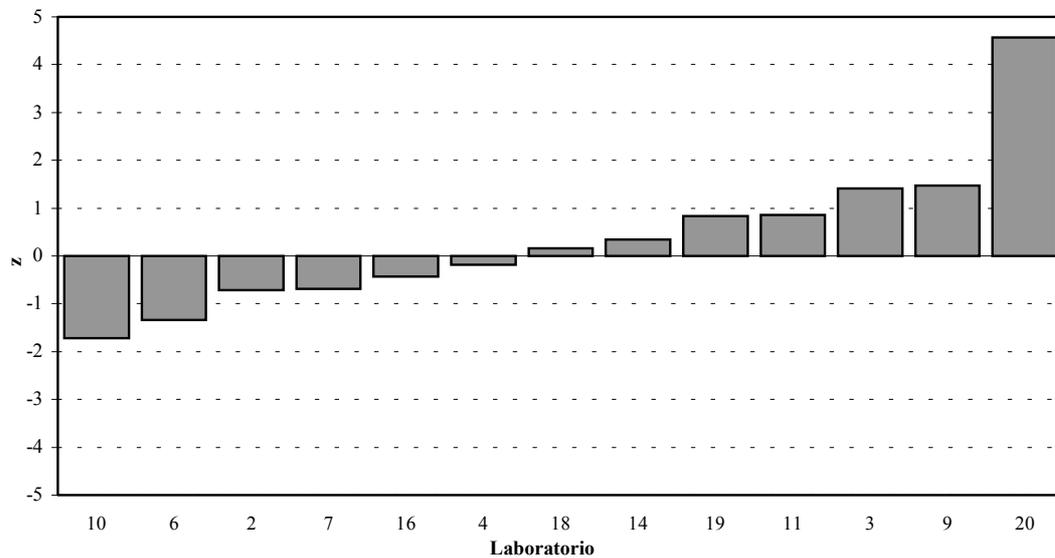


Laboratorios cuyos valores exceden el ámbito del gráfico:

n° part.	z
1	-5,5
10	7,4



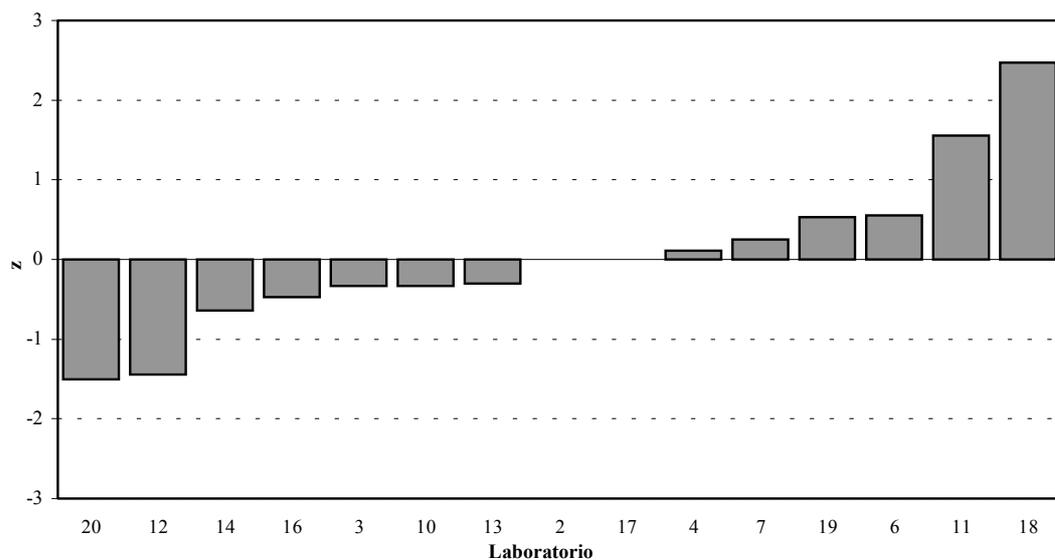
Gráfico 7
Parámetro z - Contenido de grasa



Laboratorios cuyos valores exceden el ámbito del gráfico:

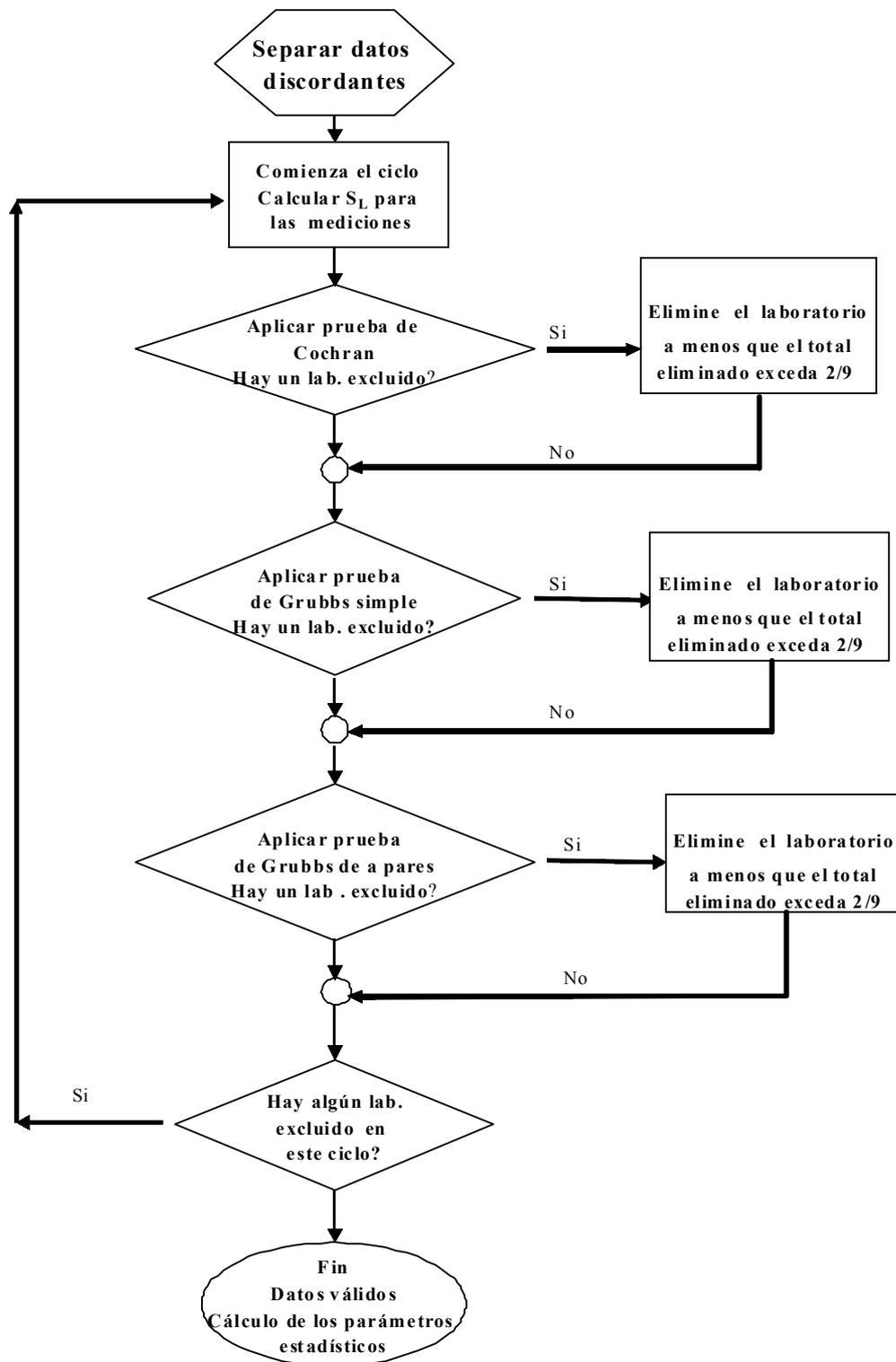
n° part.	z
13	-13,7
17	-10,3
12	-10,3
1	112,7

Gráfico 8
Parámetro z - Contenido de nitrógeno





ANEXO 2 Diagrama del tratamiento estadístico de los datos



ANEXO 3

Definiciones de repetibilidad y reproducibilidad de un método de ensayo

Resultado de un ensayo: Es el valor de una característica obtenido mediante la realización de un método determinado. El método puede especificar que se realicen un cierto número de observaciones y que reporte el promedio como resultado del ensayo. También puede requerir que se apliquen correcciones estándar. Por lo tanto puede suceder que un resultado individual provenga de varios valores observados.

Precisión: Es el grado de acuerdo entre resultados mutuamente independientes de un ensayo, que se obtuvieron bajo condiciones especificadas.

Repetibilidad: Indica el grado de acuerdo entre resultados mutuamente independientes de un ensayo, obtenidos utilizando el mismo método, en idénticos materiales, en el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo equipo y en un corto intervalo de tiempo.

Desviación estándar de repetibilidad: Es la desviación estándar de los resultados de un ensayo obtenido en las condiciones mencionadas en el párrafo anterior. Es un parámetro de la dispersión de los resultados de un ensayo en condiciones de repetibilidad.

Valor de repetibilidad r : Es el valor por debajo del cual se espera que se encuentre, con una probabilidad del 95%, la diferencia absoluta entre dos valores individuales del resultado de un ensayo, obtenidos en condiciones de repetibilidad.

Reproducibilidad: Indica el grado de acuerdo entre resultados mutuamente independientes de un ensayo obtenidos con el mismo método, en idénticos materiales, en diferentes laboratorios, con diferentes operadores y utilizando distintos equipos.

Desviación estándar de la reproducibilidad: Es la desviación estándar de resultados de ensayos obtenidos en condiciones de reproducibilidad. Es un parámetro de la dispersión de la distribución de resultados de un ensayo en condiciones de reproducibilidad.

Valor de reproducibilidad r : Es el valor por debajo del cual se espera que se encuentre, con una probabilidad del 95%, la diferencia absoluta entre dos valores individuales del resultado de un ensayo, obtenidos en condiciones de reproducibilidad.



Tratamiento de los resultados

Definiciones Generales

n = número de datos

x_i = datos

Valor medio = $\bar{x} =$ media aritmética = $(\sum x_i) / n$

Desviación estándar = $S_d = [\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)]^{1/2}$

% de desviación respecto del valor medio = $[(x_i - \bar{x}) / \bar{x}] 100$

% de desviación respecto del valor de referencia = $[(x_i - \text{val. ref.}) / \text{val. ref.}] 100$

Definición del parámetro z

El primer paso para evaluar un resultado es calcular cuan apartado está ese dato del valor asignado o del valor de la referencia, es decir: $x_i - \text{val. ref.}$ (5).

Muchos esquemas de evaluación de datos utilizan la relación entre esta diferencia y el valor de la desviación estándar para comparar los resultados.

El valor de la desviación estándar que se utiliza puede ser fijado a priori por acuerdo de los participantes basándose en expectativas de desempeño. También puede ser estimado a partir de los resultados del interlaboratorio luego de eliminar los datos discordantes o fijarlo en base a métodos robustos para cada combinación de analito, material y ejercicio.

Cuando puede considerarse que un sistema analítico “se comporta bien”, z debiera presentar prácticamente una distribución normal, con un valor medio de cero y una desviación estándar unitaria. En estas condiciones, un valor de $|z| > 3$ sería muy raro de encontrar en tal sistema e indica un resultado no satisfactorio, mientras que la mayoría de los resultados debieran tener valores tales que $|z| < 2$.

Es posible establecer entonces la siguiente clasificación:

$|z| \leq 2$ satisfactorio $2 < |z| < 3$ cuestionable $|z| \geq 3$ no satisfactorio

Prueba de Grubbs

Para calcular la estadística del test de Grubbs simple, se calcula el promedio para cada laboratorio (por lo menos de tres datos) y luego la desviación estándar de esos L promedios (designada como la s original). Se calcula la desviación estándar del conjunto de los promedios luego de haber eliminado el promedio más alto (s_a) y lo mismo luego de haber eliminado el promedio más bajo (s_b).

Entonces se calcula la disminución porcentual en la desviación estándar como sigue:

$100 \times [1 - (s_b / s)]$ y $100 \times [1 - (s_a / s)]$



El más alto de estos dos decrecimientos porcentuales se compara con el valor crítico de Grubbs para el número de laboratorios considerado (probabilidad = 2,5 %) y cuando lo excede se rechaza, recomenzando el ciclo.

Prueba de Cochran

Dado un conjunto de desviaciones estándar s_i , todas calculadas a partir del mismo número de replicados de resultados de ensayo, el criterio de Cochran resulta:

$$C = s_{\max}^2 / \sum s_i^2$$

Este valor de C se compara con el valor crítico de las correspondientes tablas para un 95% de nivel de confianza.

Se entra en la tabla con el número de observaciones asociadas a cada variancia (triplicado en este caso) y el número de variancias comparadas (número de participantes).

Si C excede el valor crítico tabulado, el dato del laboratorio correspondiente es rechazado y se reinicia el ciclo.



BIBLIOGRAFIA

1. ISO 5725. Parts 1-6 (1994). Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results.
2. ISO - CASCO 322 . Proficiency testing by interlaboratory comparisons.
Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes. ISO/IEC Guide 43-1
Part 2: Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies. ISO/IEC Guide 43-2
3. ASTM E 691 - 79. Standard practice for conducting an interlaboratory test program to determine the precision of test methods.
4. Protocol for the design, conduct and interpretation of method - performance studies. Pure & Appl. Chem., Vol. 67, 2, 331 - 343 (1995).
5. The international harmonized protocol for the proficiency testing of (chemical) analytical laboratories. Pure & Appl. Chem., Vol. 65, 9, 2123 - 2144 (1993).
6. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Eurachem, Second edition (2000).
7. Guide to the expression of uncertainty in measurement. ISO, Geneva, Switzerland 1993.