Medida de la Fracción Semileptónica de los Hadrones con el quark b en DELPHI

E. Cortina y J. Salt
Instituto de Física Corpuscular de Valencia

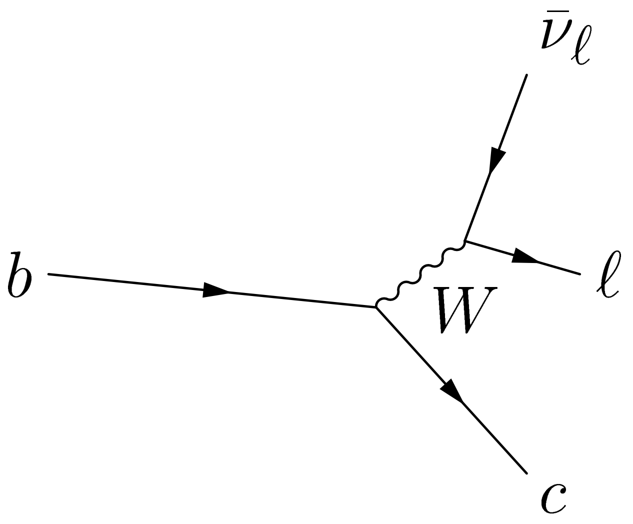
Contenidos:

- Introducción
  - Motivación
  - Etiquetado y Clasificación
- Análisis I: Espectros de 1 y 2 leptones.
- Análisis II: 'Single leptons' y Carga del Jet.
- Análisis III: Método de Multietiquetado.
- Análisis IV: B inclusivos y correlación de carga.
- Resultados y conclusiones.

Motivación

$$BR(b \to l) = \frac{\Gamma(b \to Xl\nu)}{\Sigma_l \Gamma(b \to Xl\nu) + \Gamma_{NL} + \Gamma_{rare}}$$

- $\Gamma_{NL} = \Gamma_{b \to X_u} + \Gamma_{b \to X_c} + \Gamma_{b \to X_{c\bar{c}}}$
- desintegraciones raras $= \Gamma_{rare}$ (i.e.$b \to s\gamma$)
-



- $B_{SL} = BR(b \to l)$ está *anticorrelacionada* con n_c

$$n_c = 1 + n(b \to X_{c\bar{c}}) - n(b \to X_u)$$

Situación experimental

✎ Muestra en LEP más amplia que en $\Upsilon(4S)$:

$\Upsilon(4S)$	
$B^{\pm}$	~ 50 %
B_d^0	~ 50 %

Z^0	
$B^{\pm}$	~ 40 %
B_d^0	~ 40 %
B_s^0	~ 12 %
Λ_b	~ 8 %

$$B_{SL}(Z^0) < B_{SL}(\Upsilon(4S))$$
$$\tau_B/\tau_b = 1.026 \pm 0.016$$

✎ *Inconsistencia* entre las medidas

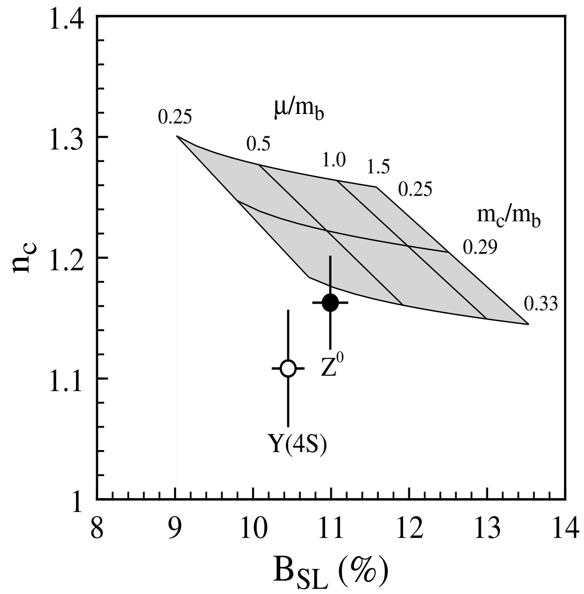
$$\begin{array}{lcccc} \Upsilon(4S) & \rightarrow & & & (10.45 \pm 0.21)\% \\ Z^0 \text{ (LEP-SLD)} & \rightarrow & (10.63 \pm 0.17)\% & \rightarrow & (10.91 \pm 0.24)\% \end{array}$$

$$\begin{array}{lcll} n_c & = & 1.160 \pm 0.050 & \text{CLEO} \\ & & 1.155 \pm 0.045 & \text{DELPHI} \end{array}$$

Situación teórica

➠ Modelo Parton: $B_{SL} = 13\%$, $n_c = 1.15$

➠ QCD a orden más alto: se obtiene un valor más bajo de B_{SL} pero pagando el precio de un incremento de n_c



➠ Discrepancia entre predicción teórica y experimento

➠ Diferentes modelos para los espectros de los leptones: ACCMM,IGSW,etc.

ES IMPORTANTE REALIZAR UNA MEDIDA PRECISA DE LA B_{SL} Y QUE SEA LO MAS INDEPENDIENTE DEL MODELO POSIBLE!

Análisis I

- **Principio:** Medida de las BR y de χ_b mediante la utilización de espectros
  - de leptones 'singles' $\rightarrow$ sucesos $b\bar{b}$
  - de dileptones en jets opuestos $\rightarrow p_t^{min}$ de un leptón.
- 1-leptón: compara los espectros p y el p_t de los leptones DATA vs MC.
- Dileptones:
  - tiene en cuenta las distribuciones de 2 leptones $(e,e)(\mu\mu)(e\mu)\otimes$(=signo, signo op.)
  - variable 'momento combinado' $\rightarrow p_c = \sqrt{(p_t^2 + p^2/100)}$
  - necesario introducir el *mixing* $B^0 - \bar{B}^0$ $(\bar{\chi}_b)$
- Función de verosimilitud construida con el producto de las funciones asociadas a 1 y 2 leptones

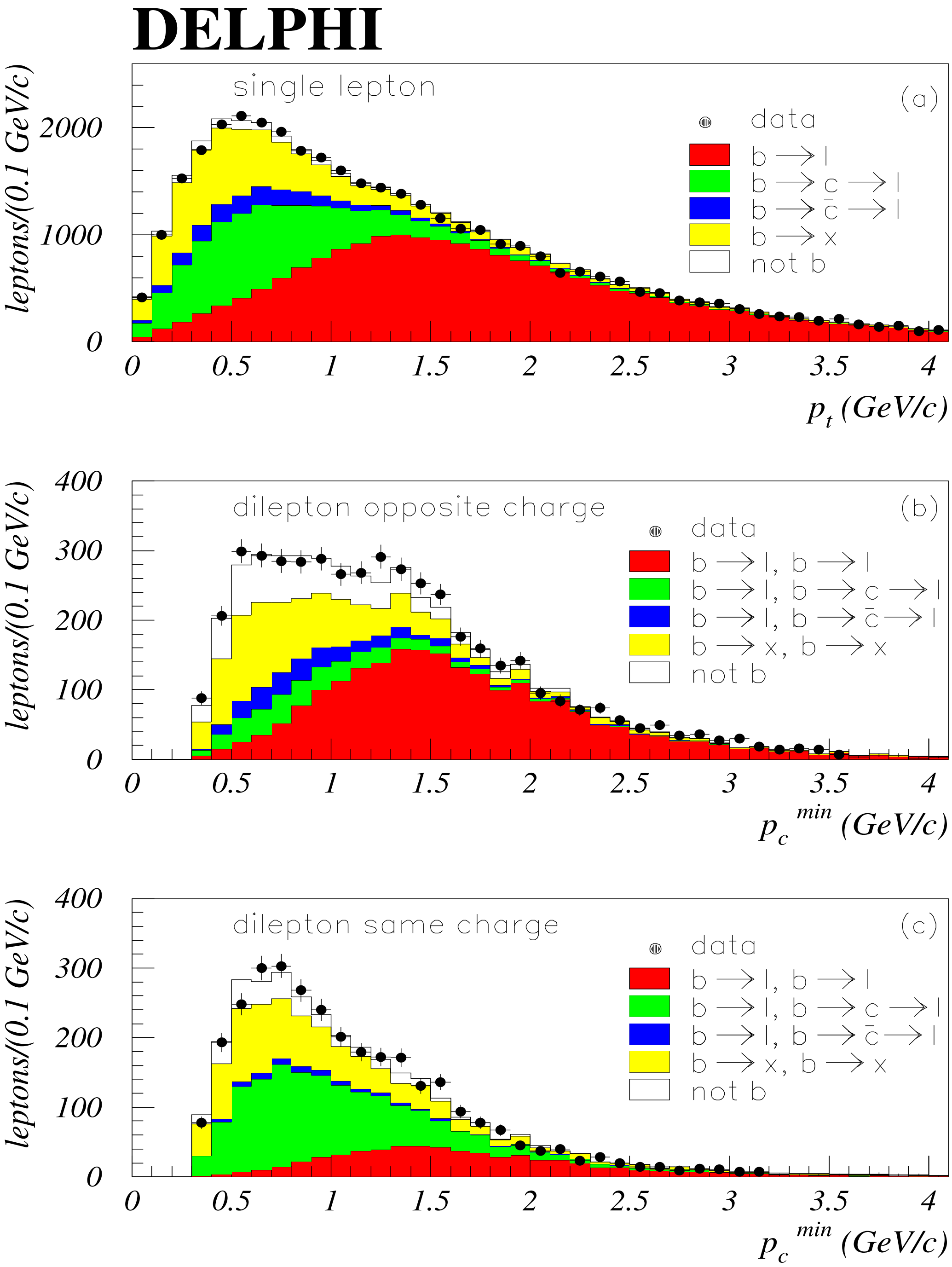


Figure 1: Comparación de los espectros de datos y de simulación

Análisis II

➠ Principio:

- espectros de 1 lepton seleccionados en el hemisferio opuesto al etiquetado como b
- k^*: momento del leptón en el sistema en reposo del B.
- correlación de carga entre el leptón y el hadrón del hemisferio opuesto $\rightarrow \lambda_Q = Q_l Q_b$

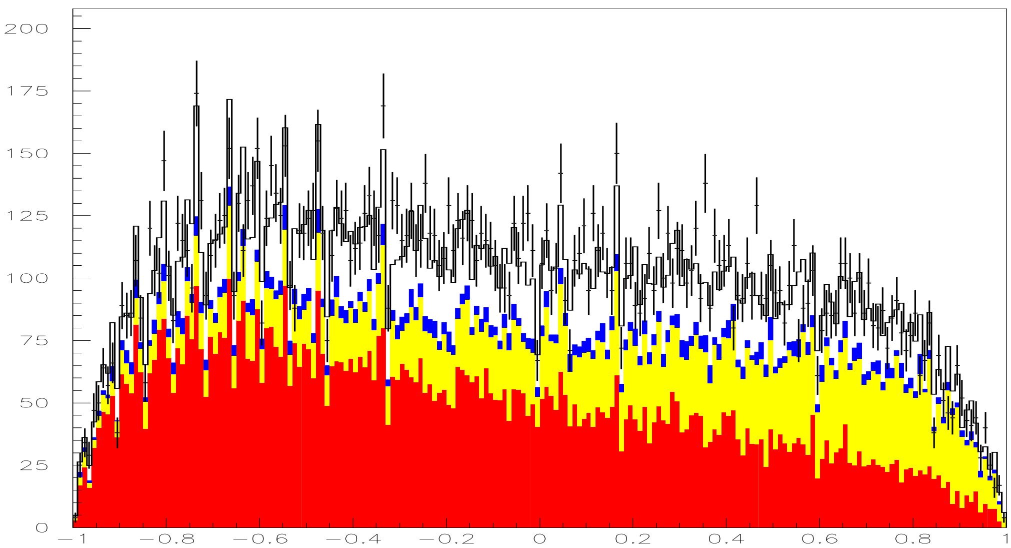


Figure 2: Distribucion de λ_Q para datos (cruces) y MC (histograma)

Análisis III

- **Principio**: Medida de las BR utilizando
  - Extracción de espectros de muones clasificados Multitag (Independiente del modelo),
  - Estimación del background a partir de los datos
  - Ajuste de las BR a partir de las distribuciones de muones *genuinos* (Dependiente del modelo)
- El Método Multivariacional (6 categorias) nos proporciona las eficiencias y las composiciones en sabor con una mínima referencia a los modelos.
- Las trazas (y en particular los leptones) son etiquetados con la categoria del hemisferio opuesto.

Primer Ajuste: Extracción de espectros de muones/sabor (*Desconvolución*)

$$\chi^2 = \sum_I \frac{\left(n_I(z) - N_{hem}\left(\sum_j \varepsilon_I^j R_j D_j(z)\right)\right)^2}{\sigma^2\left(n_I(z)\right)}$$

INPUT	$n_I(z)$	Distribución de categorias
	$\varepsilon_I^j R_j$	Parámetros de Tagging
OUTPUT	$D_j(z)$	Espectro por sabores

$$n_j(z) = N_{hem} R_j D_j(z) \quad (j = uds, c, b)$$

- Se consideran 3 variables: p, p_t^{in} y p_t^{out} que no están correlacionadas por el tagging.
- Se estudian dos muestras:
  - Muestra de trazas: Información sobre el background
  - Muestra de muones: Información sobre la señal

Segundo Ajuste: de las fracciones de canales semileptónicos.

- Sustracción del background: explotamos información de la *desconvolución*

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{m} \frac{\left(n_b^{g\mu}(z_i) - n_b^{g\mu,th}(z_i)\right)^2}{\sigma^2\left(n_b^{g\mu}(z_i)\right)}$$

$$\begin{aligned} n_b^{g\mu,th}(z) =& N_{hem} R_b \left(1 + BR(g \to b\bar{b})\right) \\ & \left[\epsilon^{glob}_{b\to\mu}(z) P_{b\to\mu}(z) BR(b \to \mu) + \right. \\ & \left. \epsilon^{glob}_{b\to c(\bar{c})\to\mu}(z) P_{b\to c(\bar{c})\to\mu}(z) BR(b \to c(\bar{c}) \to \mu)\right] + \\ & n^{\mu}_{b\to\tau\to\mu}(z) + n^{\mu}_{b\to J/\psi\to\mu}(z) + n^{\mu}_{g\to c\bar{c}\to\mu}(z) \end{aligned}$$

donde

$$\epsilon_k^{glob}(z) = \epsilon_k^{cut}(z)\epsilon_k^{acc}(z)\epsilon^{id}(z)$$

siendo

- $\epsilon_k^{cut}(z)$ que tiene en cuenta el corte en p ($p > 3\ GeV/c$) en la identificación de leptones
- $\epsilon_k^{acc}(z)$, eficiencia geométrica de las cámaras de muones
- $\epsilon^{id}(z)$ Eficiencia de identificación de muones.

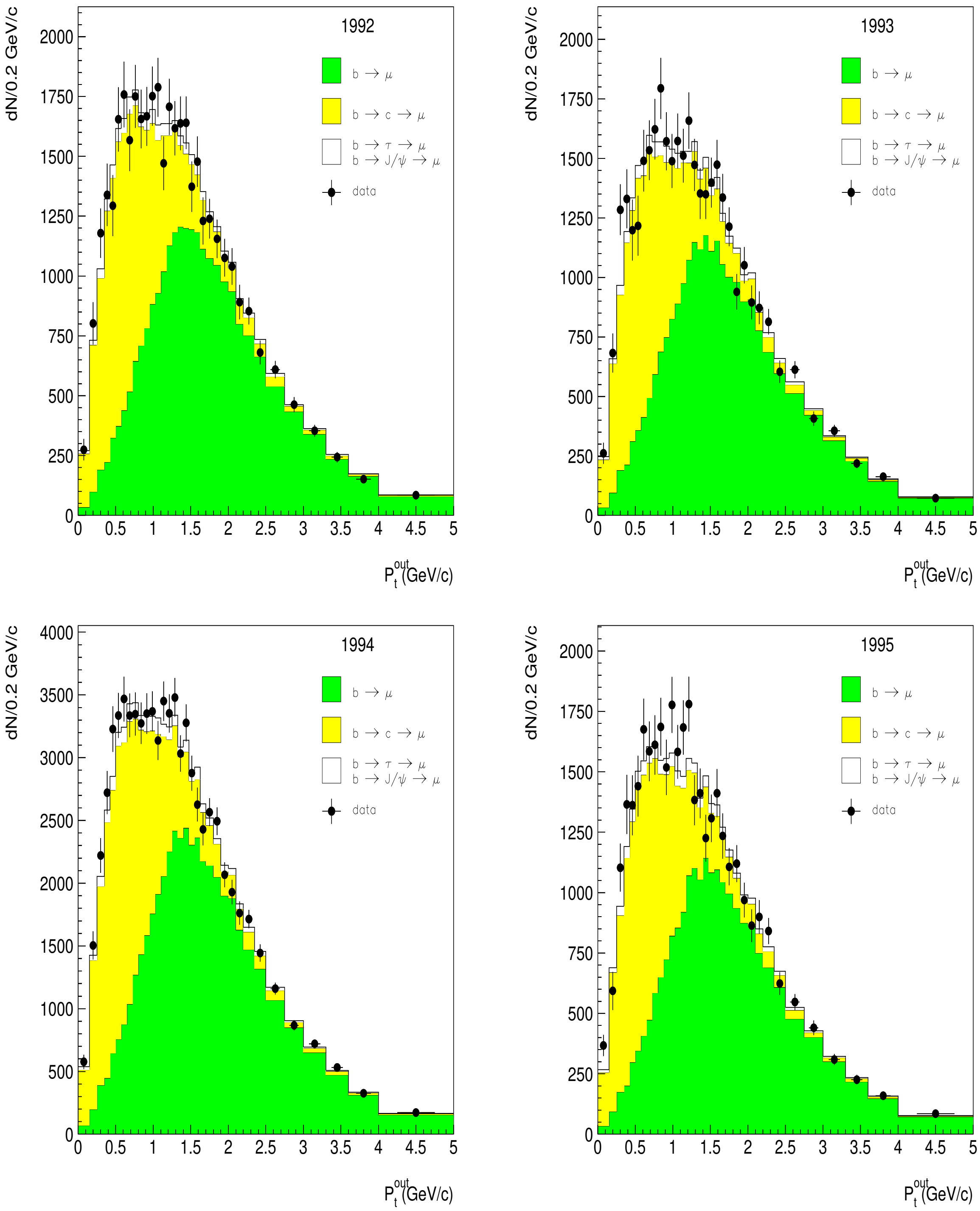


Figure 3: Comparación de las distribuciones de muones genuinos para el sabor b en datos reales (puntos) con las distribuciones obtenidas usando las br semileptónicas (histogramas) para la variable p_t^{out}. Se muestran las contribuciones de los diferentes procesos

Análisis IV

- **Principio**: Medida de las BR utilizando
  - correlación de carga del quark b del leptón procedente de la desintegración,
  - $BR(b \to l^-)$ y $BR(b \to c \to l^+)$ fueron separadas utilizando las regiones de k^*

- Cuatro etapas
  - Selección de sucesos con el quark b
  - Identificación de jets de B ($y > 1.6$)
  - identificación de trazas procedentes del vértice del B $\to$ **NN** = Red Neuronal
  - estimación de la carga del hadrón $\to$ **NN**

- Ajuste y Resultados
  - Estimación del background mediante simulación
  - Se ajustan las fracciones semileptónicas a partir de la razón diferencial en la variable k^* teniendo en cuenta la Correlación de carga

Resultados y Conclusiones

- Resultados de los análisis: Ver tabla adjunta
- Resultado Promediado: Se han utilizado 4 análisis para medir las fracciones semileptónicas de las desintegraciones de b's en el Z. Los resultados son compatibles y se ha obtenido un promediado global

$$\mathbf{BR}(\mathbf{b} \to \mathbf{l}^-) = (\mathbf{10.65} \pm \mathbf{0.07}(\mathbf{stat}) \pm \mathbf{0.25}(\mathbf{syst})^{-\mathbf{0.28}}_{+\mathbf{0.42}}(\mathbf{model}))$$

$$\mathbf{BR}(\mathbf{b} \to \mathbf{c} \to \mathbf{l}^+) = (\mathbf{7.88} \pm \mathbf{0.13}(\mathbf{stat}) \pm \mathbf{0.27}(\mathbf{syst})^{-\mathbf{0.38}}_{+\mathbf{0.32}}(\mathbf{model}))$$

$$\mathbf{BR}(\mathbf{b} \to \bar{\mathbf{c}} \to \mathbf{l}^-) = (\mathbf{1.71} \pm \mathbf{0.13}(\mathbf{stat}) \pm \mathbf{0.36}(\mathbf{syst})^{-\mathbf{0.25}}_{+\mathbf{0.19}}(\mathbf{model}))$$

$$\bar{\chi}_{\mathbf{b}} = \mathbf{0.127} \pm \mathbf{0.013}(\mathbf{stat}) \pm \mathbf{0.007}(\mathbf{syst}) \pm \mathbf{0.005}(\mathbf{model})$$

- CONCLUSIONES:
  - Medidas Precisas de las BR con varios análisis
  - Las medidas están dominadas por la sistemática
  - Se necesita avanzar en conocimientos teóricos
  - Persiste la inconsistencia entre las medidas a diferentes energías
  - Discrepancia con la predicción teórica

	An.I	An. II
BR(b→ℓ^-)%	$\mathbf{10.66 \pm 0.11 \pm 0.24^{-0.25}_{+0.42}}$	$\mathbf{10.68 \pm 0.14 \pm 0.31^{-0.31}_{+0.50}}$
BR(b→c→ℓ^+)%	$\mathbf{8.08 \pm 0.37 \pm 0.38^{-0.31}_{+0.23}}$	$\mathbf{7.22 \pm 0.66 \pm 0.35^{-0.31}_{+0.45}}$
BR(b→$\bar{c}$→ℓ^-)%	$\mathbf{1.68 \pm 0.33 \pm 0.25^{-0.23}_{+0.14}}$	$\mathbf{2.00 \pm 0.45 \pm 0.38^{-0.74}_{+0.50}}$
BR(b→c→ℓ^+)+ BR(b→$\bar{c}$→ℓ^-)%	9.76±0.23±0.43	9.22±0.71±0.48
	An. III	**An. IV**
BR(b→ℓ^-)%	$\mathbf{10.64 \pm 0.11 \pm 0.25^{-0.37}_{+0.44}}$	$\mathbf{10.81 \pm 0.12 \pm 0.26^{-0.35}_{+0.52}}$
BR(b→c→ℓ^+)%		$\mathbf{7.87 \pm 0.22 \pm 0.30^{-0.21}_{+0.11}}$
BR(b→$\bar{c}$→ℓ^-)%		$\mathbf{1.53 \pm 0.20 \pm 0.26^{-0.41}_{+0.30}}$
BR(b→c→ℓ^+)+ BR(b→$\bar{c}$→ℓ^-)%	$\mathbf{9.59 \pm 0.20 \pm 0.35^{-0.49}_{+0.52}}$	9.40±0.26±0.34

Table 1: Comparación de los resultados de los diferentes análisis. Los valores en negrita corresponden a las medidas, los de trazo normal corresponden a sumas y se muestran tan sólo para comparar