



Producción de hadrones: Algunos problemas y posibles soluciones

Eleazar Cuautle Flores

ICN-UNAM

9 de marzo, 2011



Contenido

Un punto de vista fenomenológico

Problemas

- Hadrones con extraña, multiplicidad, pt , razon B/M , efectos colectivos

Resultados

- Flujo radial y más (PG 35,2J008, PRC 74, 2006, PLB 634 2006)
- Topología de eventos (correlaciones). (EPJC62, 2009)
- Polarización en pp e Ion-Ion (PRC 65, 2002)
- Producción de mesones vectoriales (PLB682,408,2010)

Un punto de vista experimental

- Detectores ($V0$, ACORDE)
- Partículas $V0$: propiedades de extraña



Extrañeza indicadora del QGP

- A principios de los 80's, se propone que un *incremento en la producción de extrañeza* (K/π , anti-barión/barión como función de la energía de haz (Rafelski, Mueller, Koch et al.), es buena señal.
- Final de los 80's, la producción de extrañeza en modelos termales , son señal de *equilibrio de fase y flujos colectivos*.
- 1990's: *Incremento en la extrañeza* (bariones multi-extraños como función del tamaño del sistema y energía del haz)
- 2000's: *Pérdida de energía partónica* (partículas extrañas como *leading* en un jet), *escala de tiempos* (resonancias), *fluctuaciones* (Evento por evento de extrañeza), *Flujo* (radial y elíptico de partículas con extrañeza)

$$\lambda_s \equiv \frac{2\langle s\bar{s} \rangle}{\langle u\bar{u} \rangle + \langle d\bar{d} \rangle}$$

2010, Resultados de RHIC ==> LCH (ALICE)



Espectros de extrañeza en STAR

Producción de extrañeza en pp a 200 GeV en STAR PRC75, 064901 (2007). Diferencias en el espectro sugiere que la producción en pp a energías de RHIC Tiene contribución grande de jets de gluones más que de jets de quarks

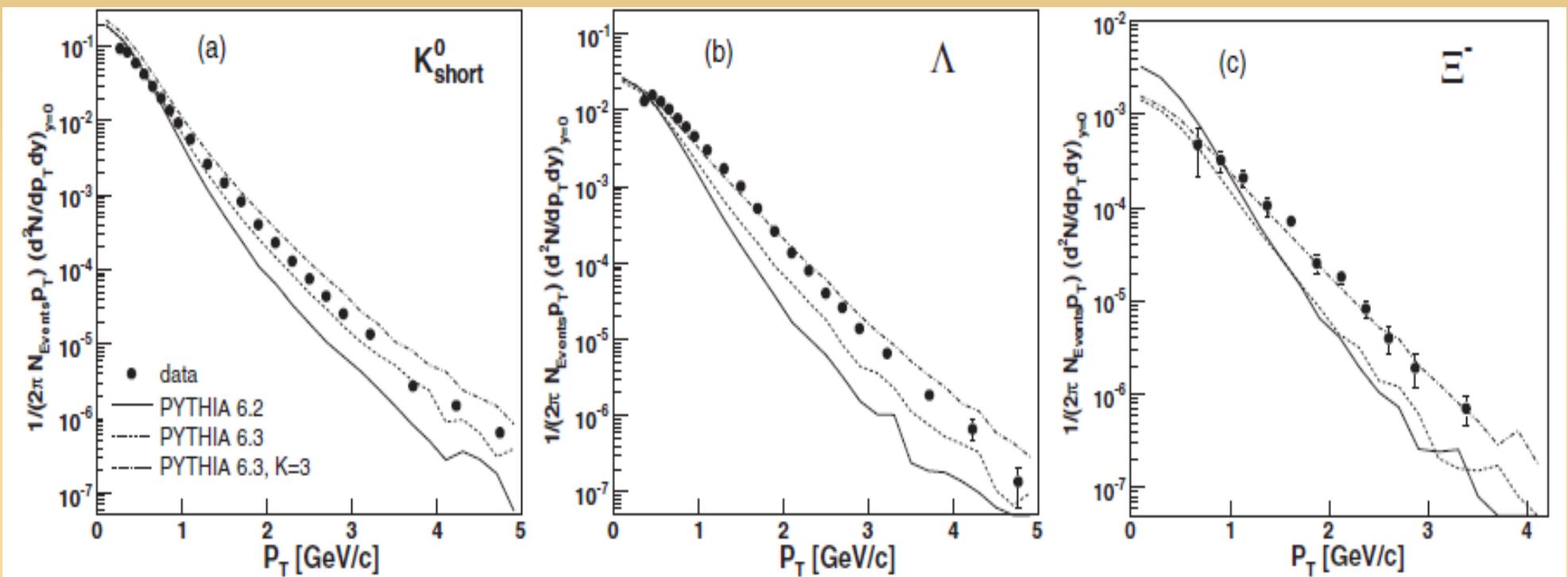


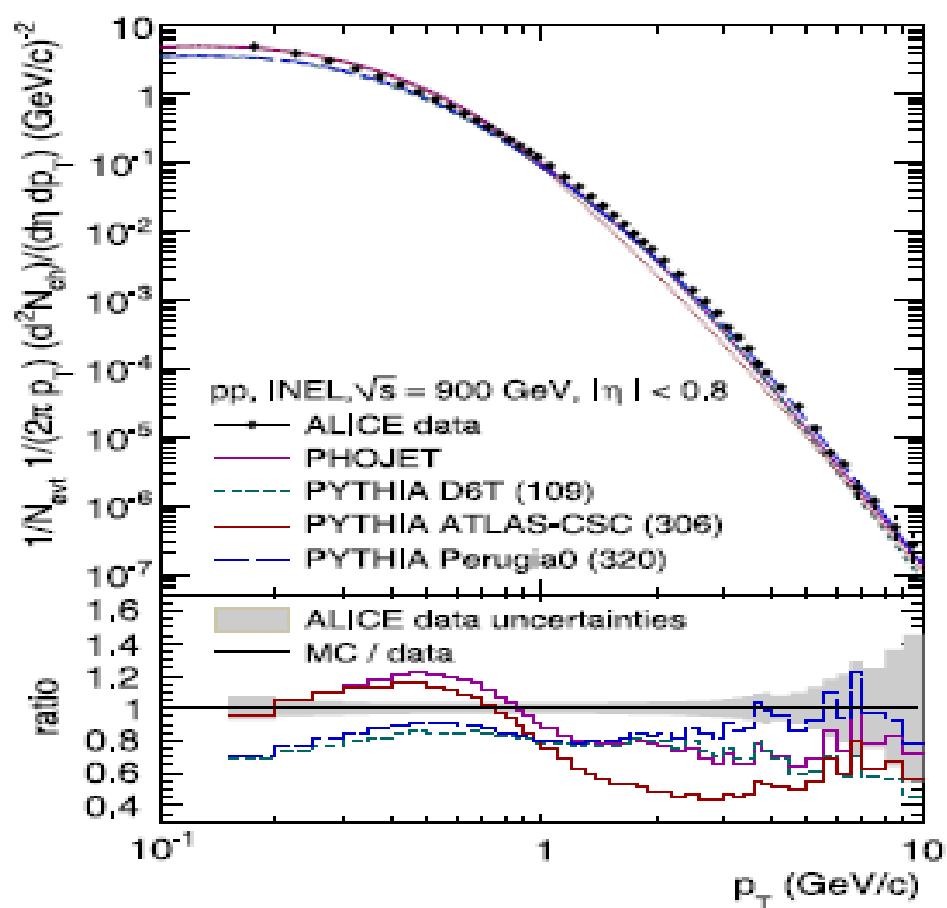
FIG. 14. (a) K_S^0 , (b) Λ , and (c) Ξ^- p_T spectra compared with PYTHIA(v6.2 MSEL = 1, and v6.3) with the default K factor of 1 (solid and dashed curves, respectively), and K factor of 3 (dot-dashed curve).

Colisiones PP

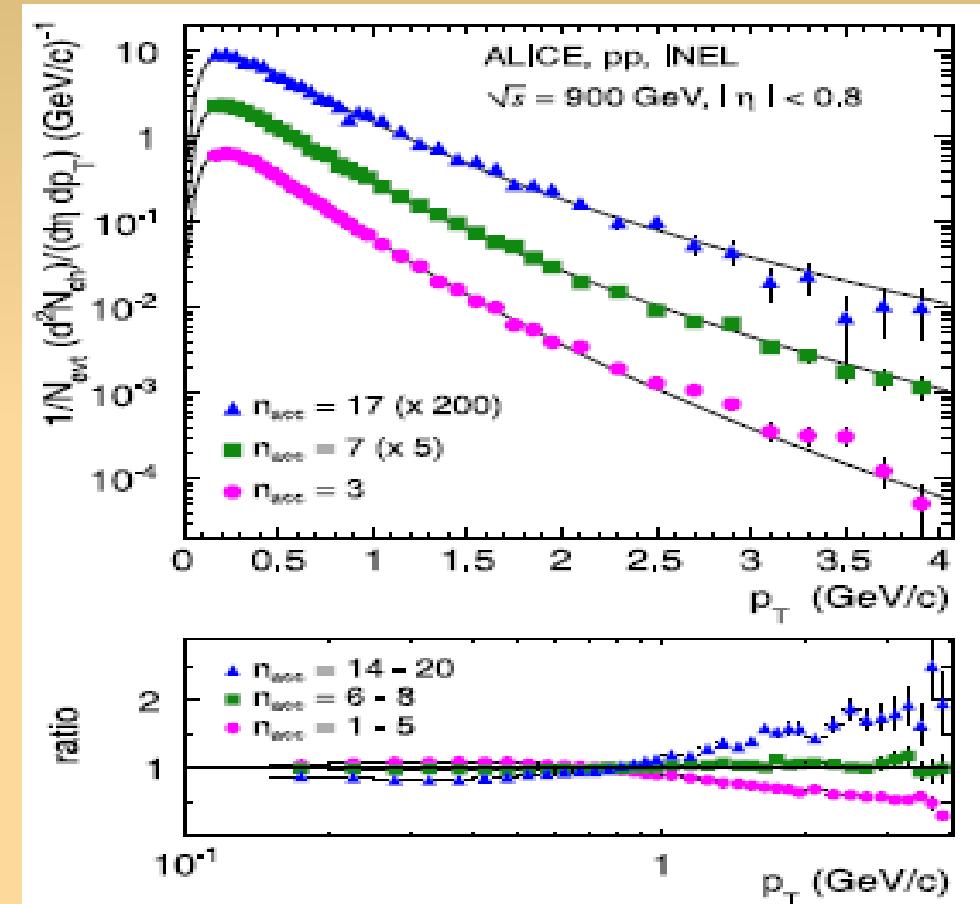


Espectro de p_T de hadrones en ALICE

Momento transverso de hadrones cargados en ALICE a 900 GeVV [PLB693,53 \(2010\)](#)



Espectro de p_T de colisiones inelásticas pp a 900 GeV y su comparación con diferentes modelos.

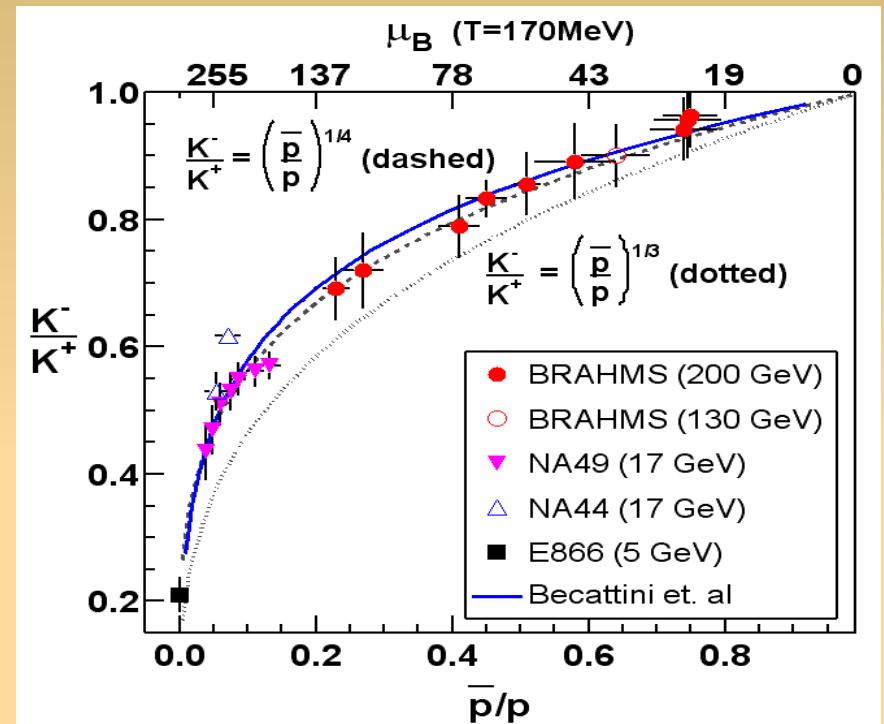
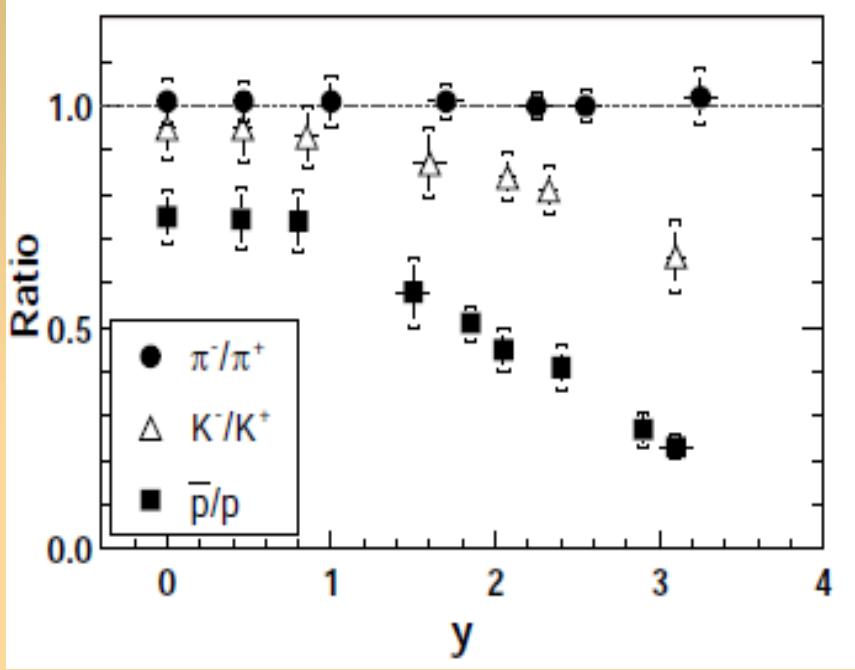


Espectro de hadrones cargados primarios en colisiones pp inelásticas a 900 GeV. Los 3 curvas son 3 rangos de multiplicidad.



El impacto de la densidad bariónica

- Indicación de reducción de la densidad bariónica de 130 MeV a 25 MeV cuando se pasa de rapidez central a 3 unidades



J.Phys.G: Nucl.Part.Phys.30, s187 (2004)
Predicción de modelo estadístico:
PLB518, 41(2000)

$$K^-/K^+ = \exp(2\mu_s/T)(\bar{p}/p)^{1/3}$$

Para un potencial químico desvaneciéndose del quark m_S , se espera un exponente de $1/3$, por lo cual, el resultado sugiere $\mu_s = 1/4 \times \mu_q$. Compatible con modelos estadísticos y asumiendo equilibrio químico local y conservación de extrañeza.



Flujo radial y termalización

$$\frac{1}{m_t} \frac{dN}{dm_t} = A \exp\left(\frac{-m_t}{T}\right)$$

$$T = T_{fo} + m < V_t >^2$$

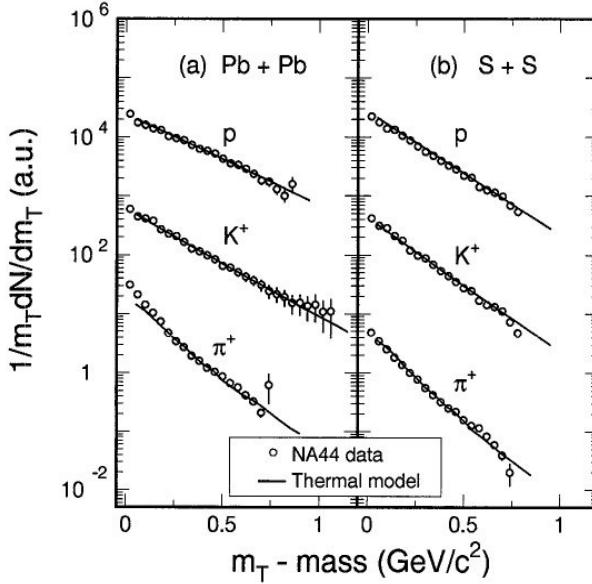


Figure 3: Transverse mass distributions for pions, kaons, and protons (open circles) compared with results of a thermal model calculation (lines). Resonance decays are included in the pion spectra and resonance effects on kaon and proton spectra are neglected.

NA44: Phys. Rev.Lett. 78,2080 (1997)

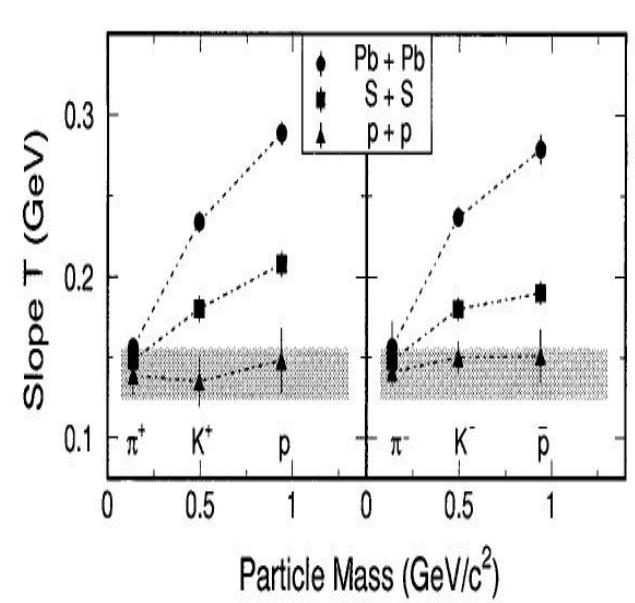
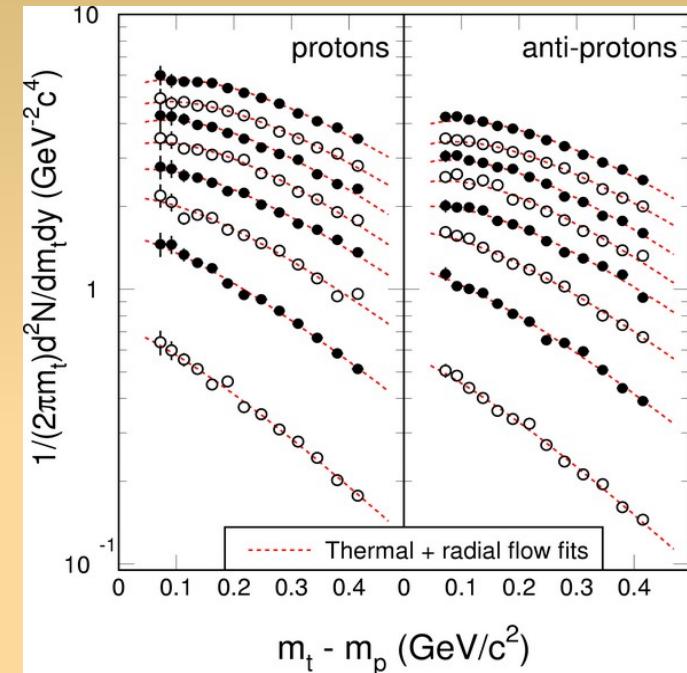


Figure 2: Slope parameter T as a function of particle mass. The $p+p$ results are taken from Refs. [16,17]. The shaded band shows the range where the slopes converge at zero mass.



Ambos protones y antiprotones incrementan su convexidad cuando se incrementa la centralidad, indicando un incremento en el flujo radial (medición a midrapidity).

STAR: PRC 70,041901(r) (2004)



Razón barión/mesón en STAR

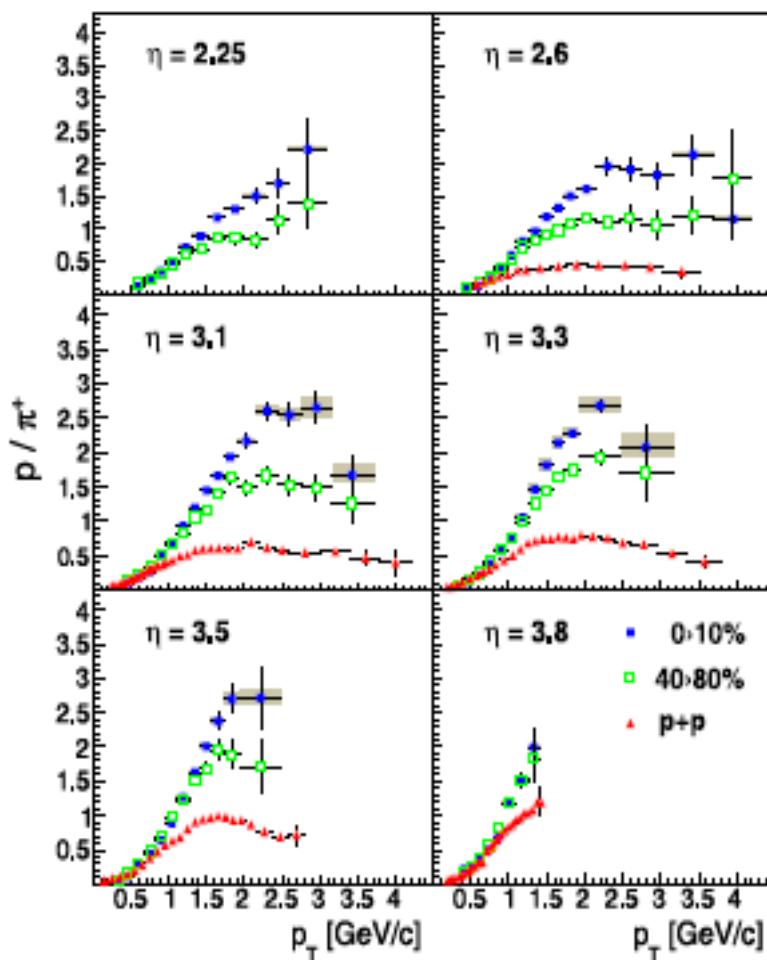


Fig. 1. Centrality dependent p/π^+ ratios for Au + Au system colliding at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV for central (0-10%) and semi-peripheral (40-80%) reactions in comparison with p + p collision data at the same energy. The vertical bars represent the statistical errors and the shaded boxes (plotted only for central Au + Au) show the systematic uncertainties.

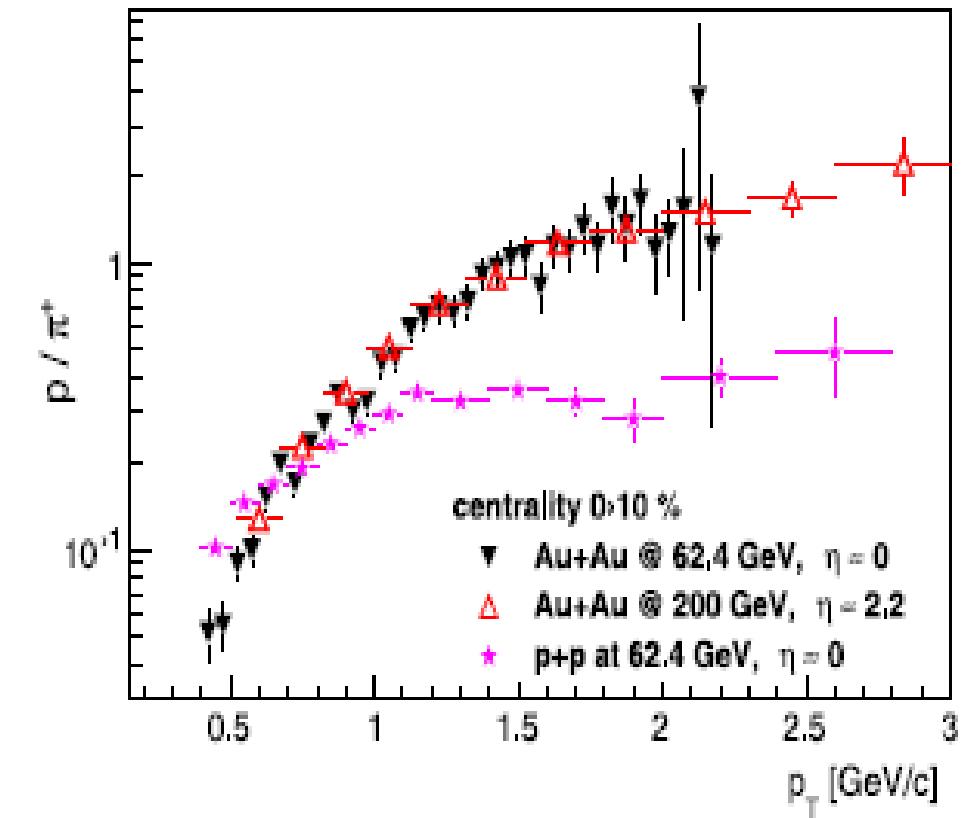
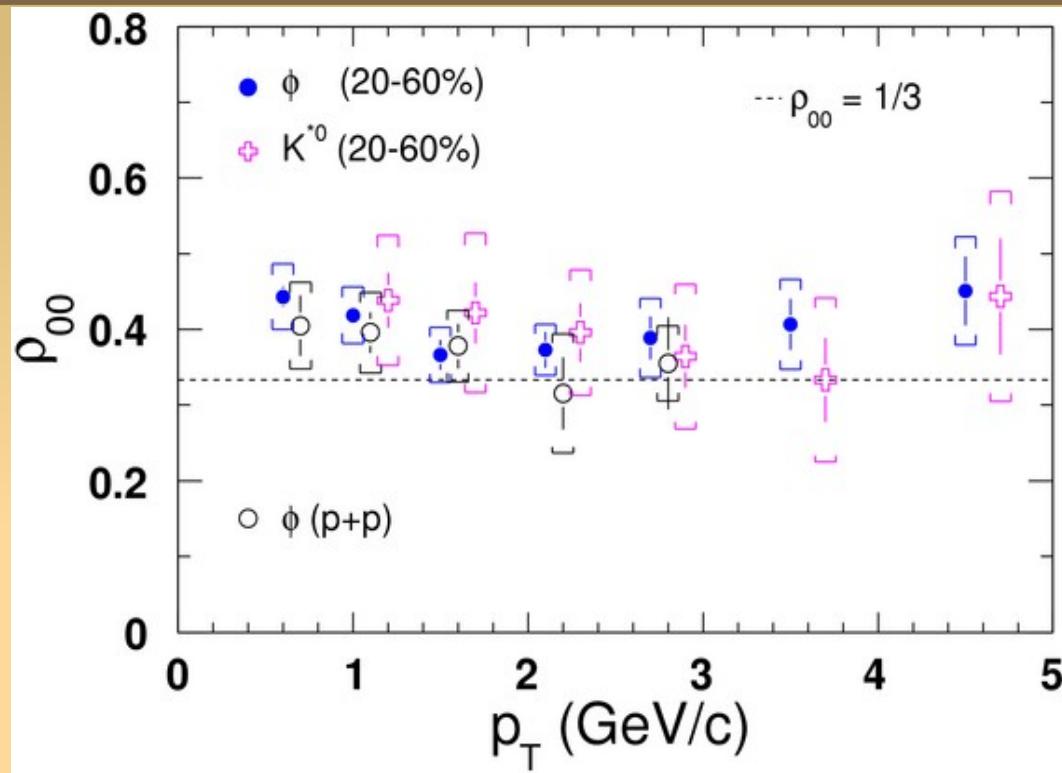


Fig. 3. p/π^+ ratio in Au + Au collisions for $\eta = 0.0$ at $\sqrt{s_{NN}} = 62.4$ GeV marked with open triangles and the Au + Au reactions for $\eta = 2.2$ at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV marked with the black triangles. Stars shown reference mid-rapidity data for p + p at $\sqrt{s_{NN}} = 62.4$ GeV.

Colisiones Au+Au: PLB684,22 (2010)



Alineamiento de espín



$$\frac{dN}{d \cos \theta} = Norm \times \frac{3}{4} \times [(1 - \rho_{00}) + (3\rho_{00} - 1) \cos^2 \theta]$$

Espín de K^* y Φ pueden estar alineados a bajo p_T respecto al plano de producción

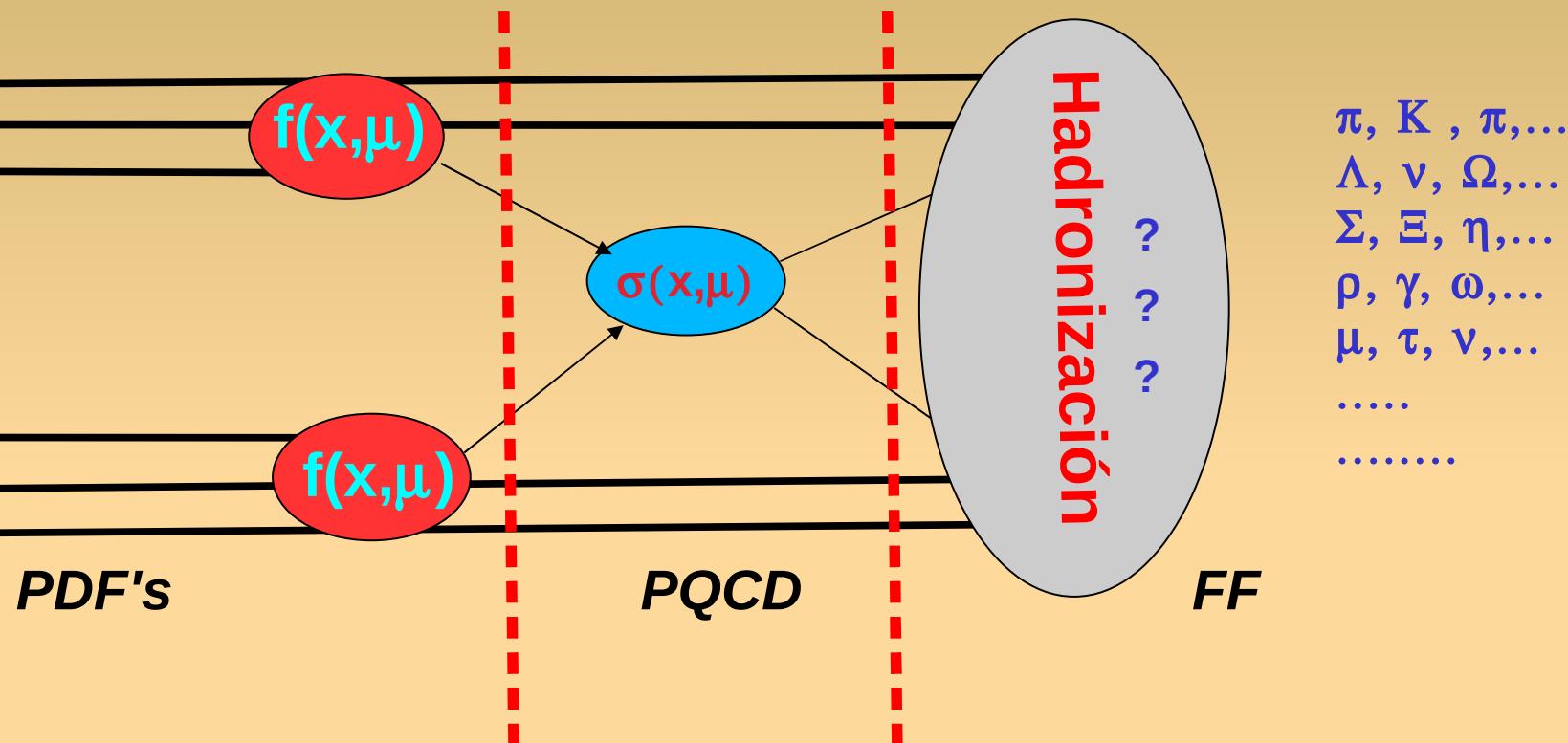
J. Phys.G34:s331-s336,(2007); J.Phys.G35:044068,(2008),PRC77,061902 (2008)



Resultados fenomenológicos



Producción y hadronización



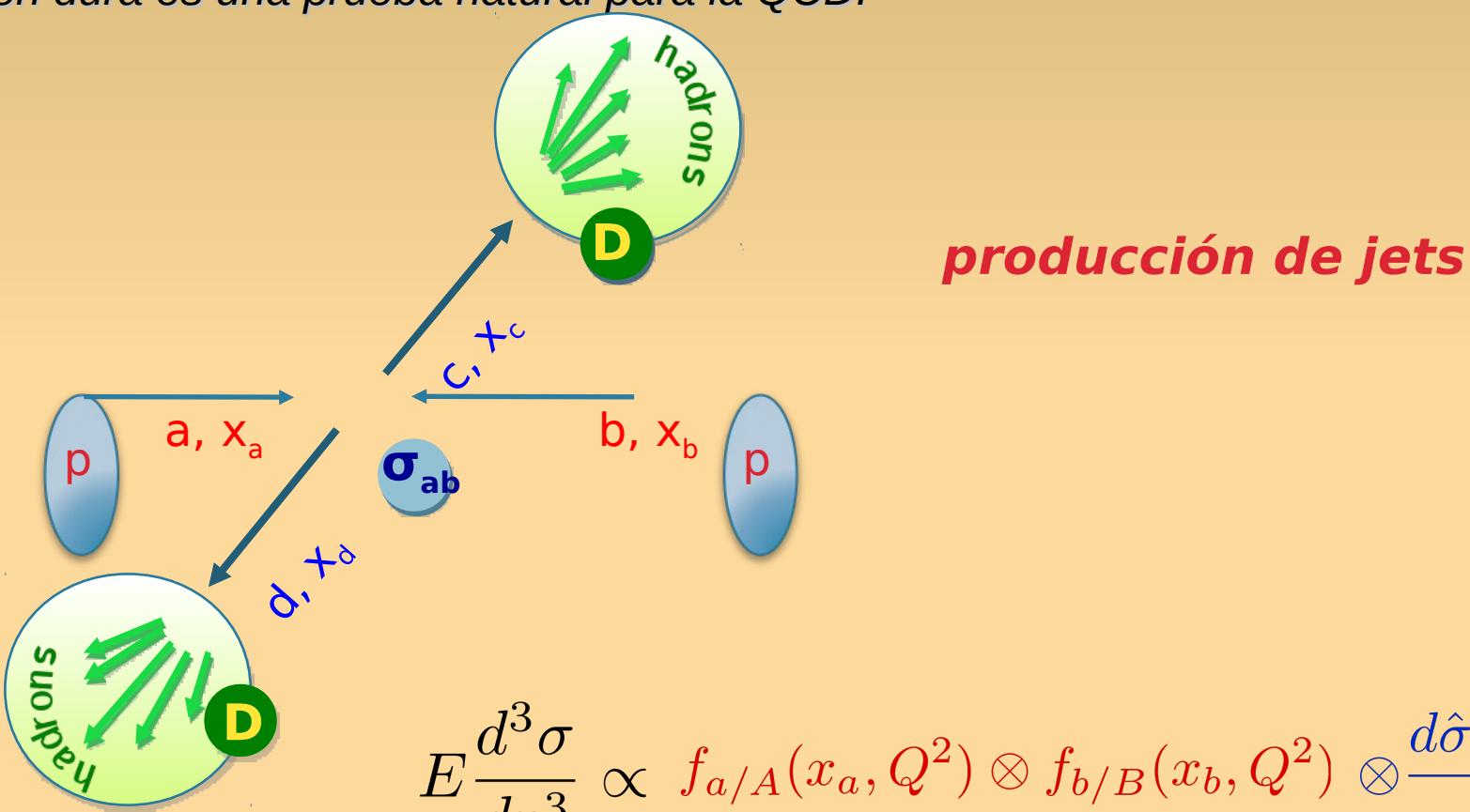
Mecanismos de producción en Pythia 6.3

- Diquarks
- Popcorn (*simple* y *avanzado*)
- Baryon junction
-
-
-
-



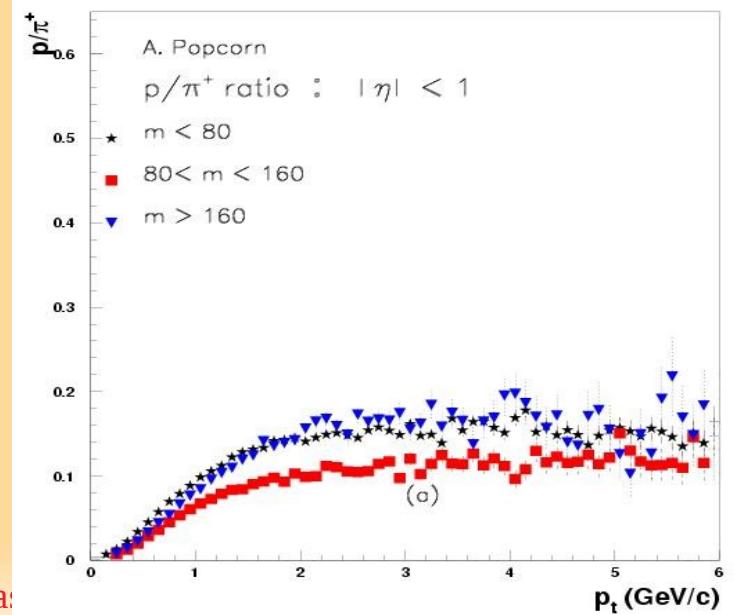
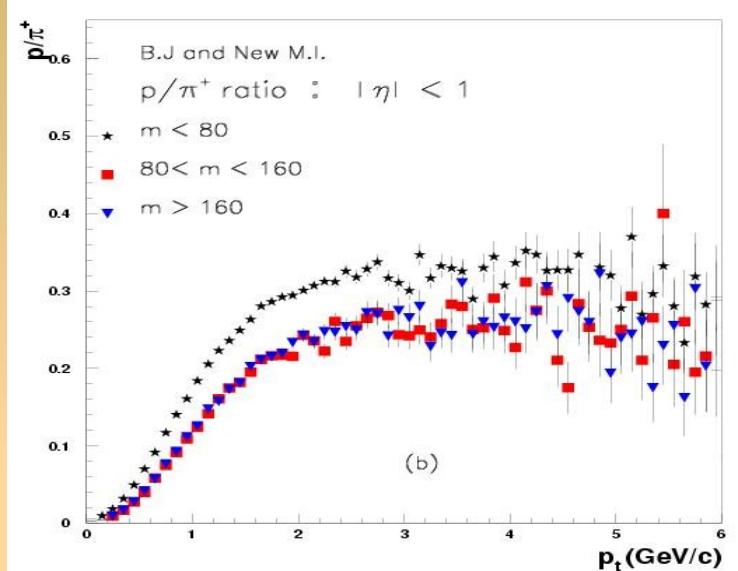
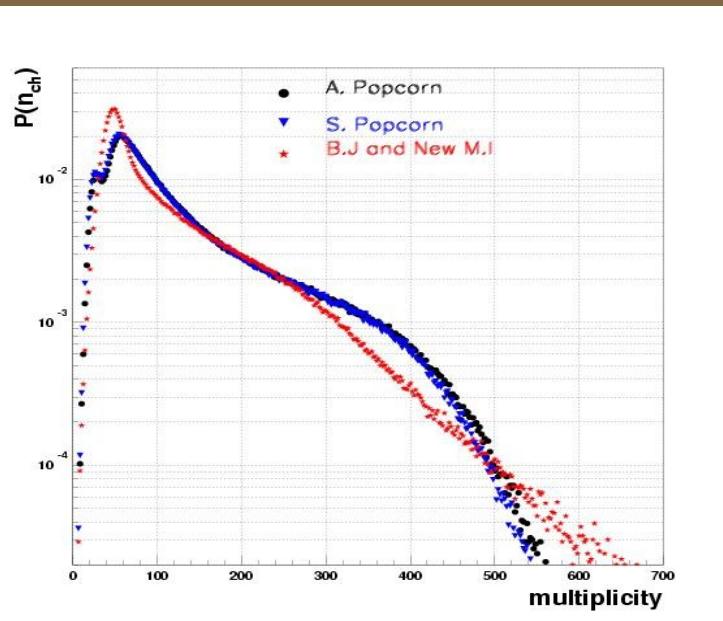
Producción de jets

En colisiones protón-protón, la dispersión dura de quarks y gluones, conduce a la producción de jets. Un jet es un cono angosto de partículas producidas por la hadronización. La dispersión dura es una prueba natural para la QCD.





Multiplicidad y razón p/π



➤ Multiplicidad incrementa con la energía, esto permite estudiar las razones barión/mesón en esta variable.

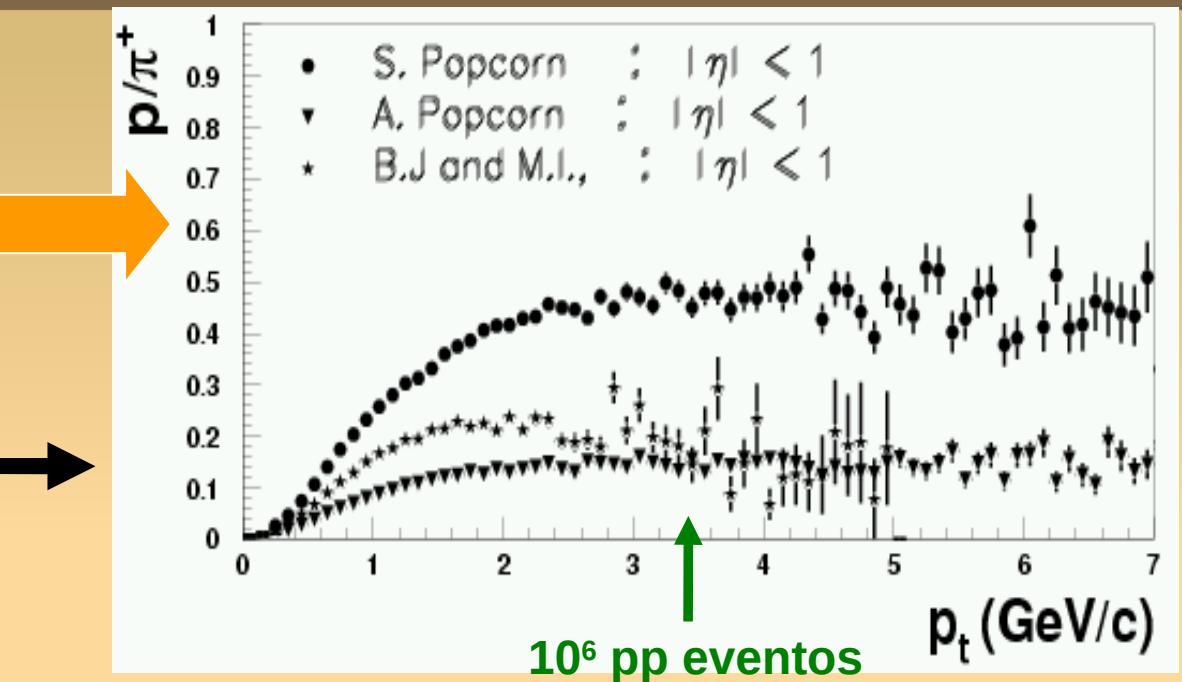
➤ Primeros resultados muestran una banda en la razón p/π como función de la multiplicidad.



Mecanismos de producción y razón p/π^+

Se requiere entender los mecanismos de producción De hadrones en colisiones pp

PYTHIA 6.3



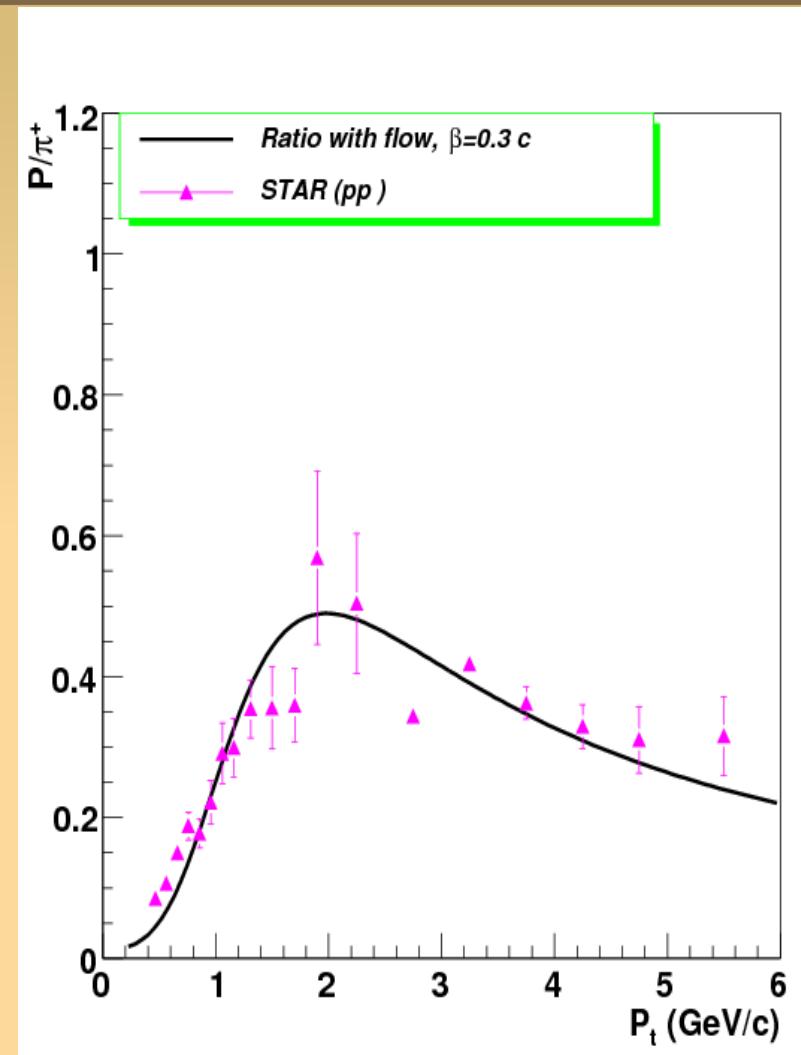
Los mecanismos de producción de bariones implementados en los generadores de eventos, producen diferentes resultados. Una muestra del orden de 1 millón de eventos Sería suficiente para poder estos efectos, siempre que se tenga buena PID.



Flujo radial

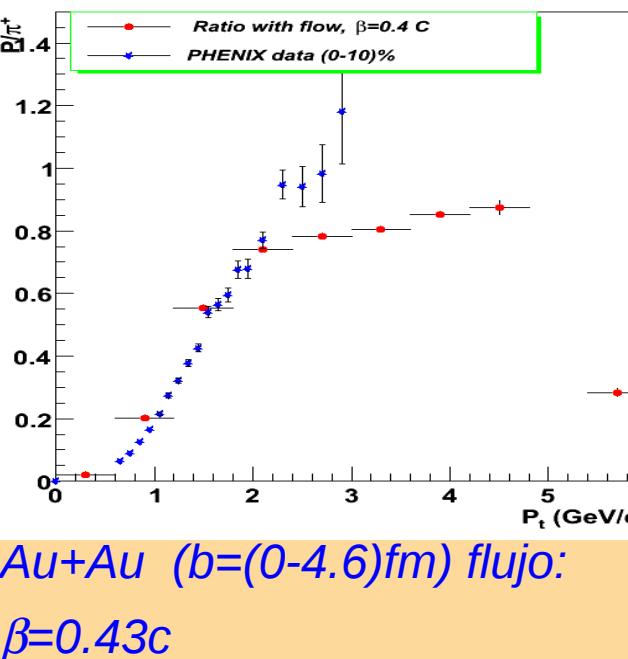
En colisiones entre nucleos esféricos, el estado inicial es simétrico en el ángulo acimutal implicando una distribución acimutal de partículas en el estado final isotrópica, entonces cualquier gradiente de presión causará un flujo colectivo de las partículas salientes, que llamaremos flujo radial.

La cantidad relevante a estudiar es el momento transverso de las partículas. Para cada partícula el movimiento térmico es superimpuesto a la velocidad de flujo radial colectivo, consecuentemente la distribución de p_t invariante depende de la temperatura de “freeze out”, masa de las partículas y perfil de velocidad.

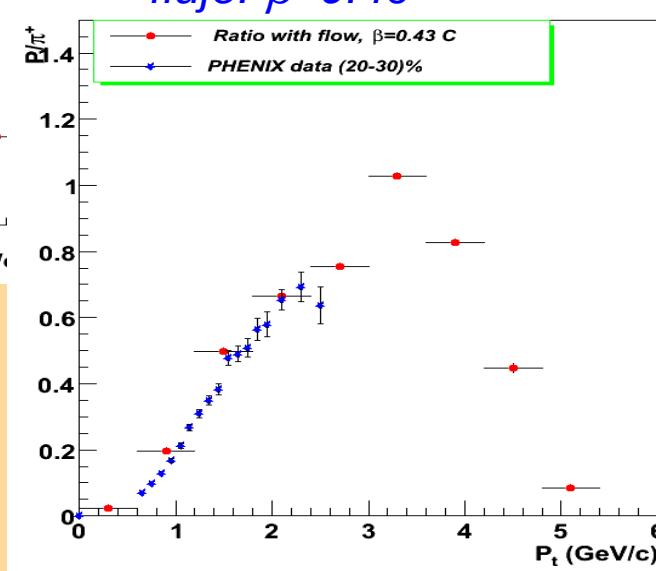




PHENIX Au+Au datos vs HIJING+ flujo radial

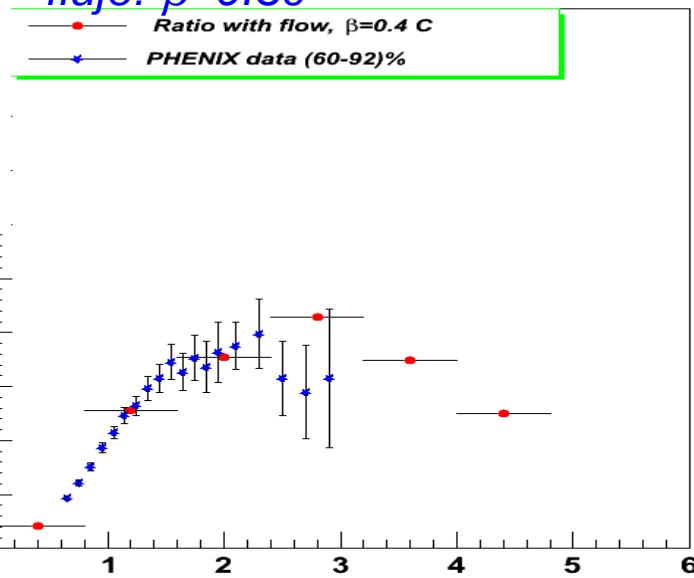


Au+Au ($b=(0-4.6)fm$) flujo:
 $\beta=0.43c$



Au+Au ($b=(6.6-8)fm$)
flujo: $\beta=0.4c$

Au+Au ($b=(11.4-14.4)fm$)
flujo: $\beta=0.3c$



Colisiones Au+Au con flujo radial pueden reproducir resultados experimentales a diferentes centralidades



Flujo radial y efectos de frontera

★Modelo térmico con flujo radial y temperatura común, para el tamaño finito de la región de interacción al momento del desacople.

★Fermiones y bosones están en equilibrio térmico y confinados a una esfera de radio= R .

★Piones y protones tienen la condición de frontera de ser finito en el origen y $f(|r|=R,t)=0$

★Raices de $J_{l+3/2}(Kn_l R)=0$, permiten hallar los niveles de energía E_{nl}

★Piones, descritos por K-G

★Protones descritos por Dirac

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \nabla^2 + m^2 \right) \phi(\mathbf{r}, t) = 0 \quad (1)$$

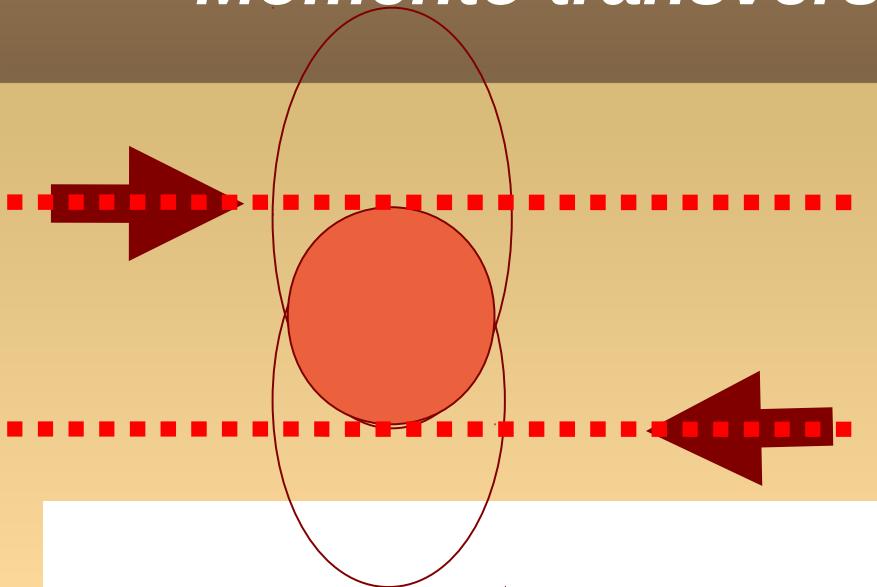
$$\begin{aligned} \phi_{nlm'}(\mathbf{r}, t) &= \frac{e^{-iE_{nl}t}}{R J_{l+3/2}(k_{nl}R)} \\ &\times \frac{Y_{lm'}(\hat{\mathbf{r}}) J_{l+1/2}(k_{nl}r)}{\sqrt{r E_{nl}}}. \end{aligned} \quad (2)$$

$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m) \psi(\mathbf{r}, t) = 0 \quad (3)$$

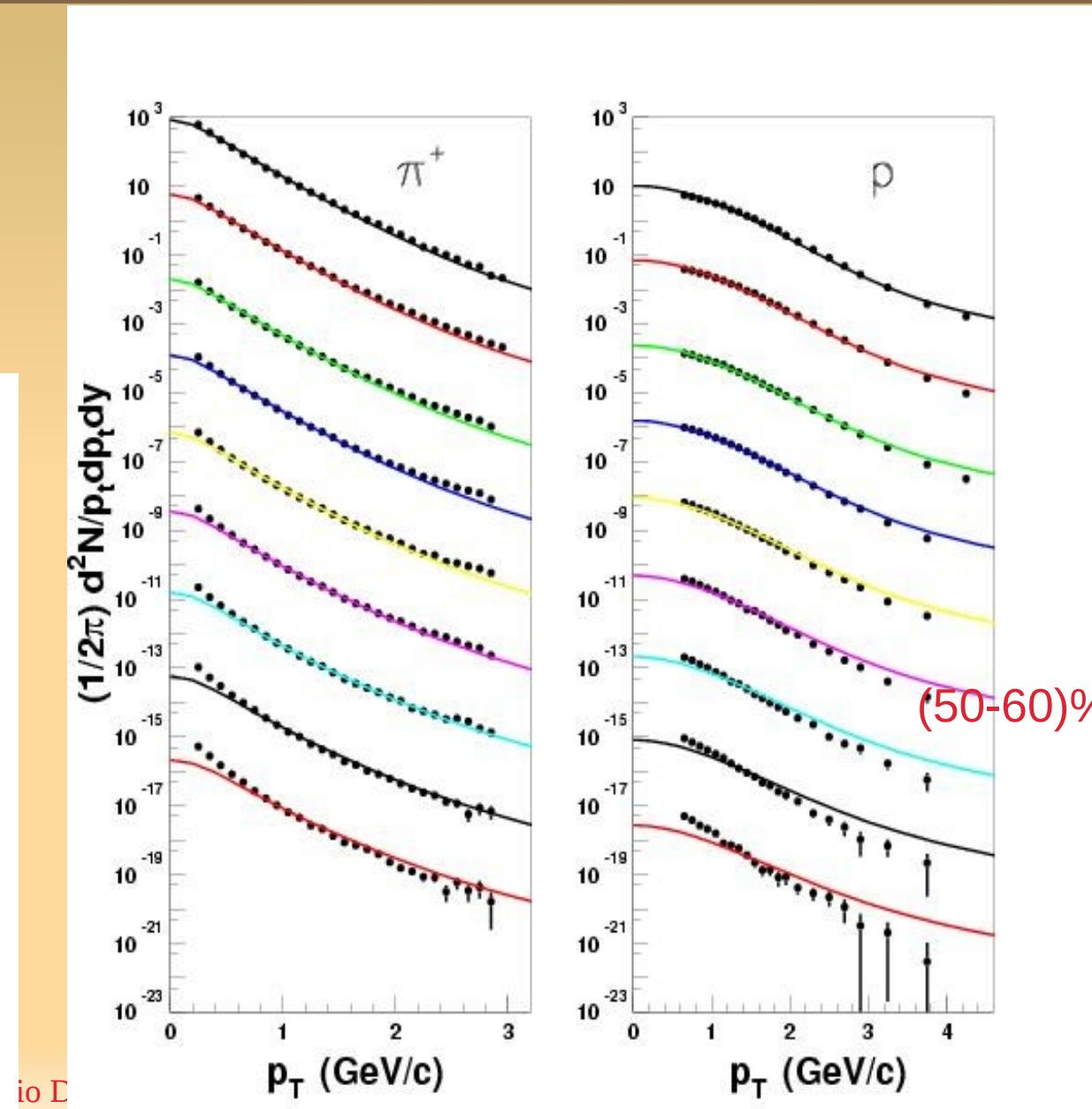
$$\begin{aligned} \psi_{nlm'}(\mathbf{r}, t) &= \frac{e^{-iE_{nl}t}}{2mR J_{l+3/2}(k_{nl}R)} \\ &\times \begin{Bmatrix} E_{nl} + m + i\boldsymbol{\sigma} \cdot \boldsymbol{\nabla} \\ -E_{nl} + m - i\boldsymbol{\sigma} \cdot \boldsymbol{\nabla} \end{Bmatrix} \\ &\times \frac{Y_{lm'}(\hat{\mathbf{r}}) J_{l+1/2}(k_{nl}r)}{\sqrt{r}}. \end{aligned} \quad (4)$$



Momento transverso vs centralidad para π y p



centralidad	N_{part}	R (fm)
0 – 10%	325.2	8.0
10 – 20%	234.6	7.1
20 – 30%	166.6	6.4
30 – 40%	114.2	5.6
40 – 50%	74.4	4.9
50 – 60%	45.5	4.1
60 – 70%	25.7	3.4
70 – 80%	13.4	2.7
80 – 92%	6.3	2.1

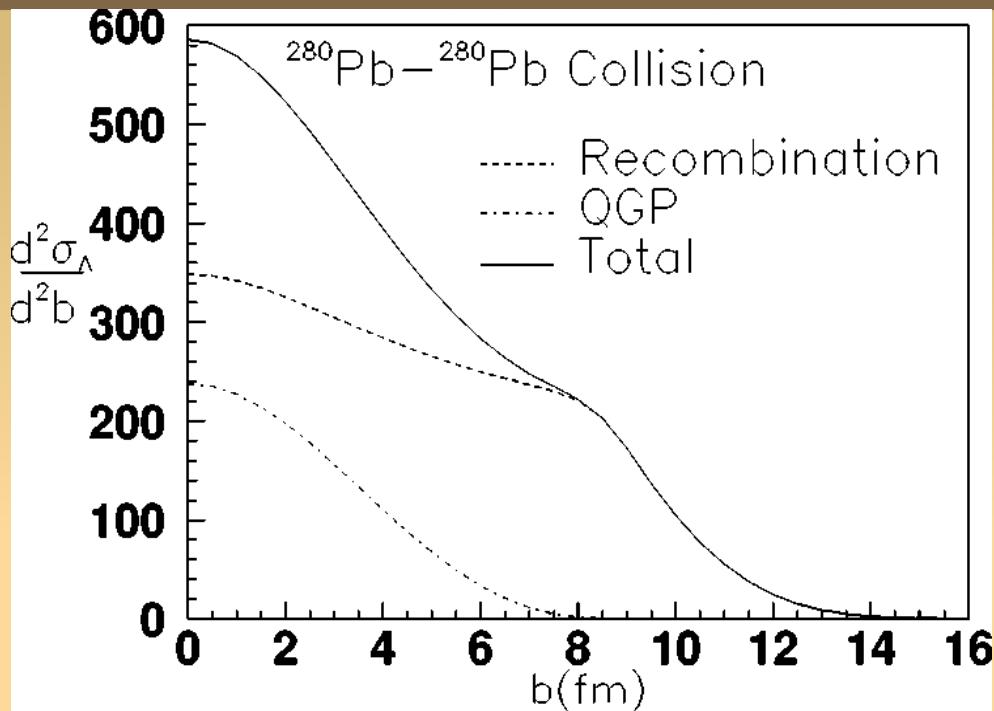


io D

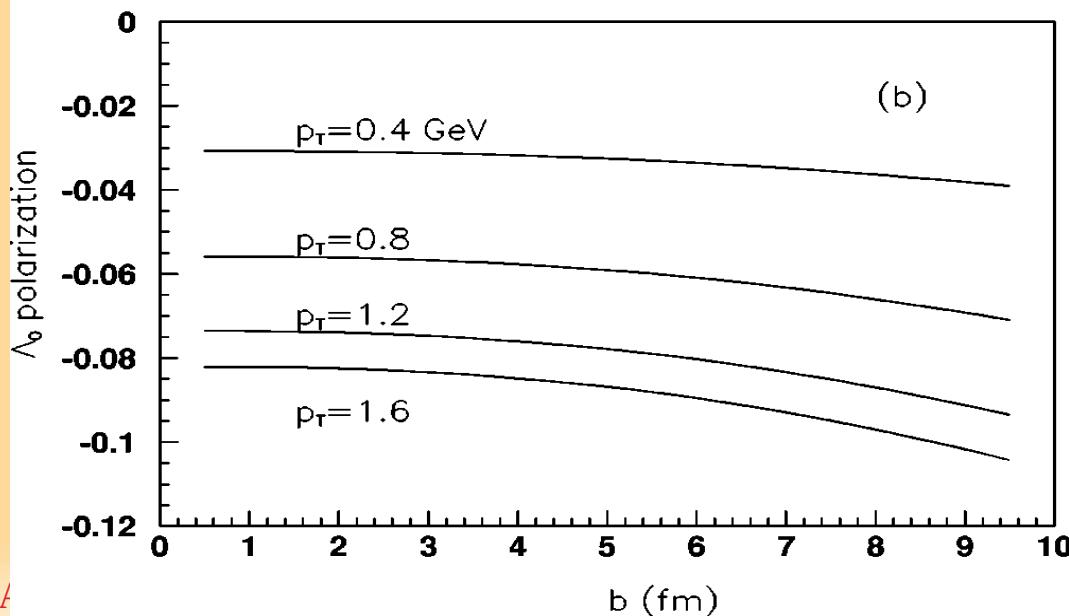
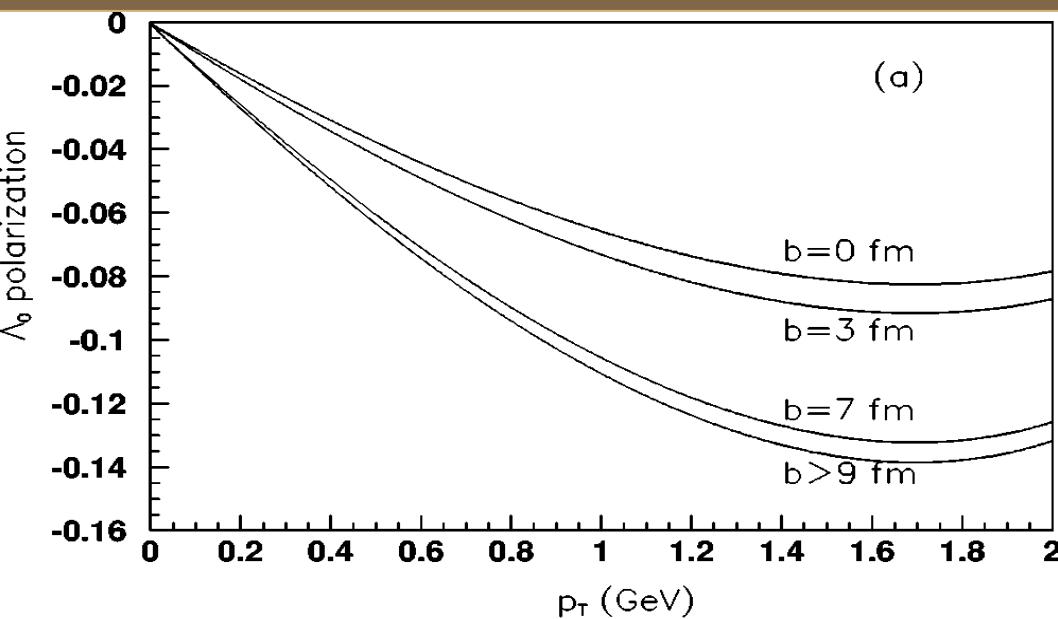
Ley de escalamiento con el número de participantes en la colisión !



Polarización de la Λ^0



Polarización de la lambda, posible indicadora del desconfinamiento.
Polarización por Degrand y Miettinen



$$P = \left[\frac{d^2\sigma_{\Lambda^0 \uparrow}}{d^2b} - \frac{d^2\sigma_{\Lambda^0 \downarrow}}{d^2b} \right] / \left[\frac{d^2\sigma_{\Lambda^0 \uparrow}}{d^2b} + \frac{d^2\sigma_{\Lambda^0 \downarrow}}{d^2b} \right]$$

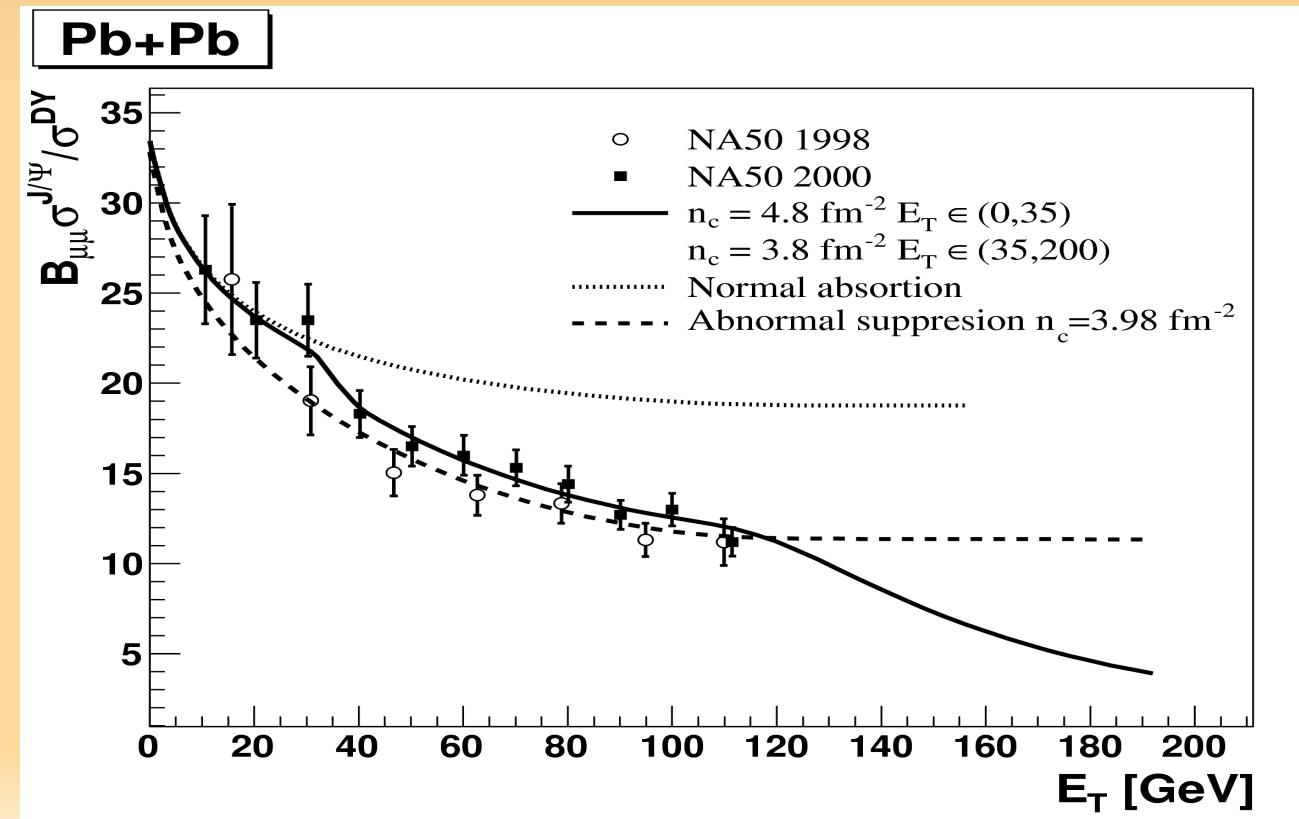
arío Depto. A



RAZÓN DE PRODUCCIÓN DE J/Ψ A DRELL-YAN

J/Ψ presenta una *supresión normal*, es decir, después de formarse el par cc en el estado de J/Ψ, las colisiones con hadrones provoca que se disocie. En colisiones de iones se ha observado una absorción extra del mesón, denominado *supresión anómala*, que puede ser explicada por la creación del plasma de quarks y gluones. [Blaizot et al. PRL. 85, 4012 \(2000\)](#).

$$B_{\mu\mu} \frac{d\sigma^{J/\Psi} / dE_T}{d\sigma_{AB}^{DY} / dE_T} = B_{\mu\mu} \frac{\sigma_{NN}^{J/\Psi}}{\sigma_{NN}^{DY}} \frac{\int d^2 b d^2 s T_A^{eff}(b) T_B^{eff}(b-s) S_{sm}(b,s) P(E_T | b)}{\int d^2 b T_{AB} P(E_T | b)}$$



$$B_{\mu\mu} \frac{\sigma_{NN}^{J/\Psi}}{\sigma_{NN}^{DY}} = 38$$



Espín de mesones vectoriales

El alineamiento de espín es la matriz de densidad para un sistema de 2 partículas de espín 1/2, en un estado de tripletete, expresado en términos de una base acoplada (**K. Schilling, P. Seyboth, and G. Wolf Nucl.Phys. B15,397(1970), Nucl. Phys. B 18,332 (1990)**)

$$\rho^V = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{10} & \rho_{1-1} \\ \rho_{01} & \rho_{00} & \rho_{0-1} \\ \rho_{-11} & \rho_{-10} & \rho_{-1-1} \end{pmatrix}$$

→ Deviación of ρ_{00} de 1/3 manifiesta el alineamiento de mesones vectoriales

Experimentalmente, ρ_{00} es medido a través de la distribución angular de los productos de su decaimiento en el sistema de reposo del mesón:

$$\frac{dN}{d \cos \theta} = \text{Norm} (1 + \alpha P_H \cos \theta) \quad \text{Polarización de hiperones}$$

$$\frac{dN}{d \cos \theta} = \text{Norm} \times \frac{3}{4} \times [(1 - \rho_{00}) + (3\rho_{00} - 1) \cos^2 \theta] \quad \text{Alineamiento de espín de mesones vectoriales.}$$

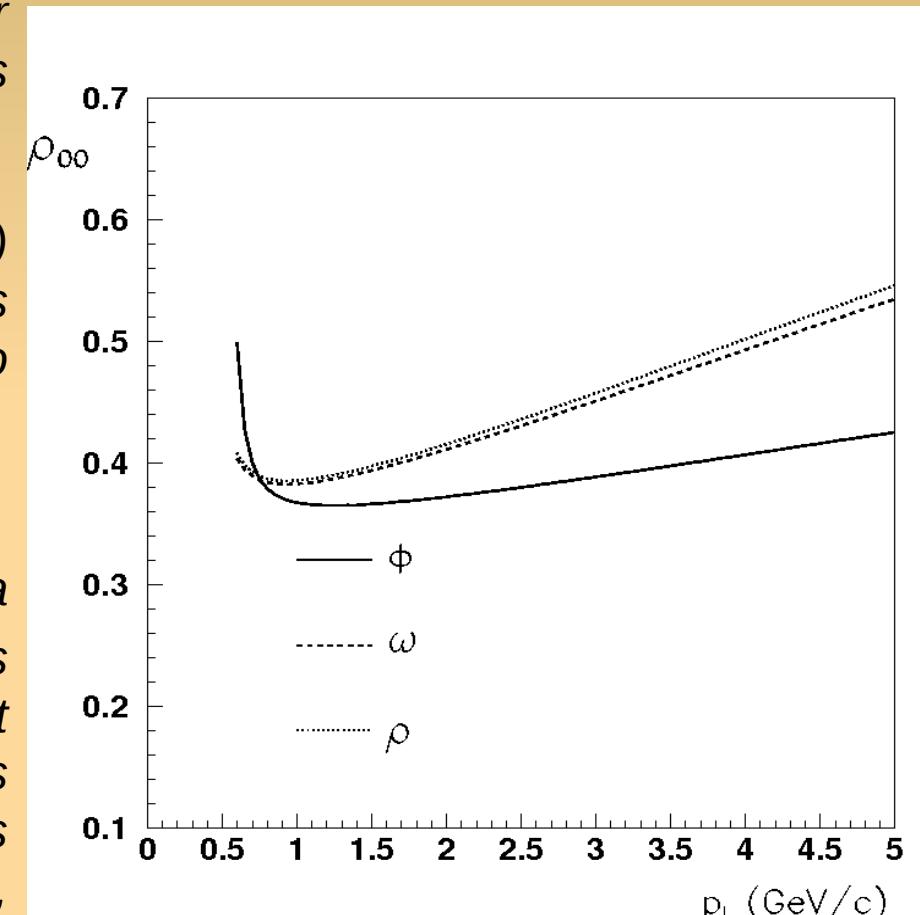


Alineamiento de espín para mesones vectoriales

La dinámica de formación de hadrones parece jugar un papel en la orientación del espín de los quarks que forman el mesón.

El modelo de producción de mesones (K^{*0} , ϕ) donde el espín de sus quarks constituyentes es orientado durante la hadronización como resultado de la precesión de Thomas.

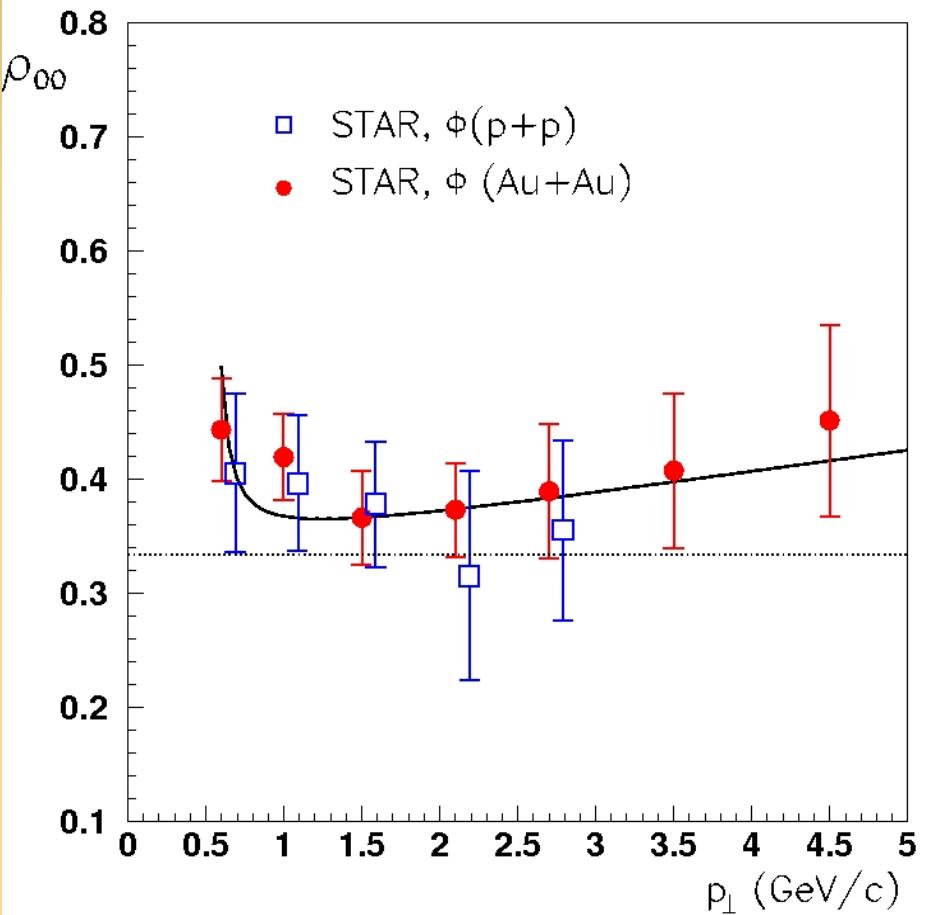
Resultados: El elemento de matriz de espín ρ_{00} para el mesón vector : K^{*0} , ϕ , producido en interacciones $p+p$ y $Au+Au$, presentan un dependencia en p_T medido en el *plano de producción*. Los resultados están en acuerdo con los datos de STAR. Los resultados medidos respecto al *plano de reacción*, no deben de presentar tal dependencia.





Alineamiento de espín para $\Phi(1020)$

ρ_{00} función de p_T para $\phi(1020)$



$$\rho_{00} = \frac{1 - P^f P^s}{3 + P^s P^f}$$

Por claridad, p_T para datos $p + p$ se han desplazado 0.09 GeV con respecto al valor central. Los errores son sumados en cuadraturas.

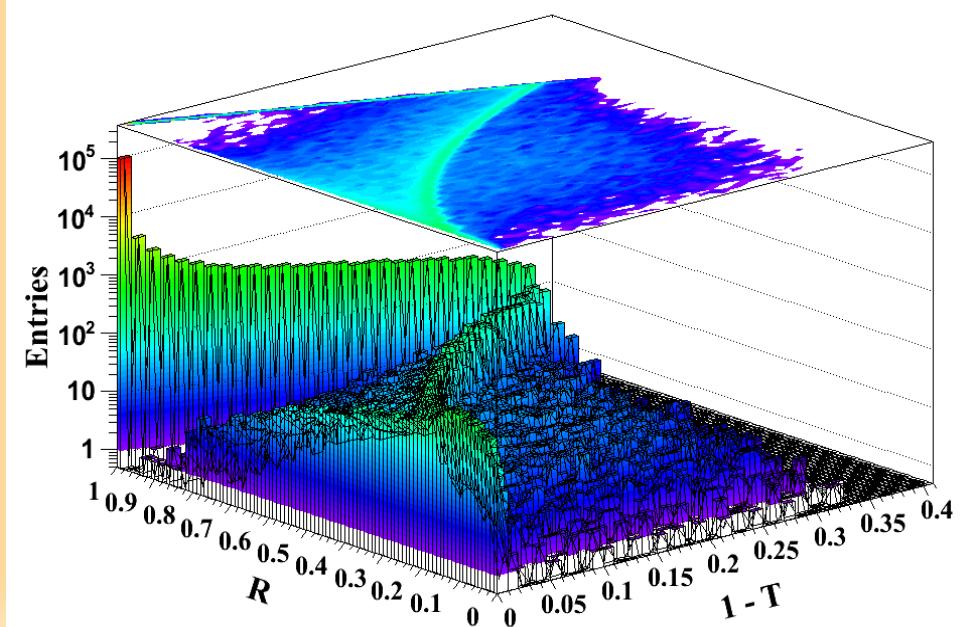
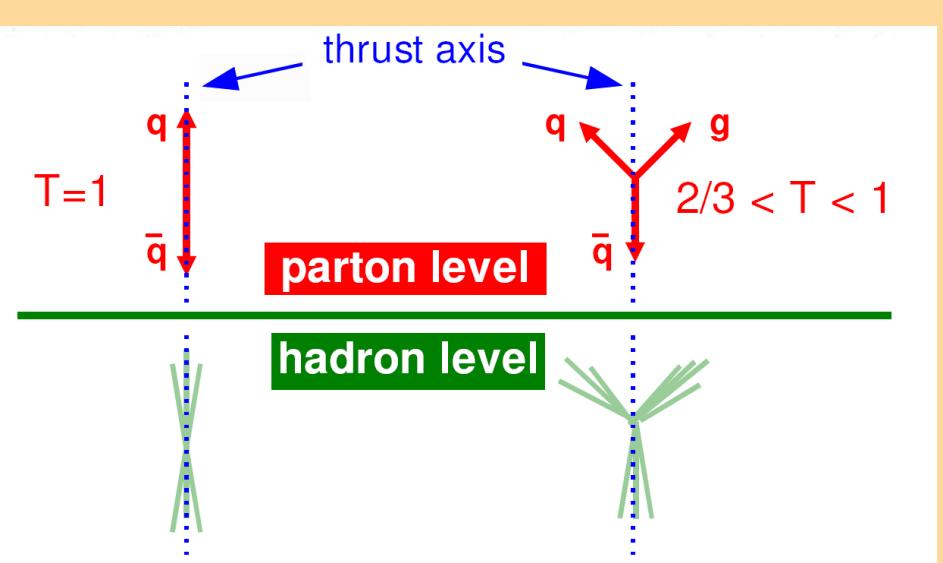


Topología de eventos: Thrust (T) vs Recoil (R)

$$T \equiv \max_{\vec{n}_\perp} \frac{\sum_i |\vec{q}_{\perp,i} \cdot \vec{n}_\perp|}{\sum_i |\vec{q}_{\perp,i}|}$$

$$R \equiv \frac{|\sum_i \vec{q}_{\perp,i}|}{\sum_i |\vec{q}_{\perp,i}|}$$

Jets	$1 - T$	R
1	≤ 0.05	≥ 0.9
2	≤ 0.05	≤ 0.35
3	≥ 0.1	≤ 0.6



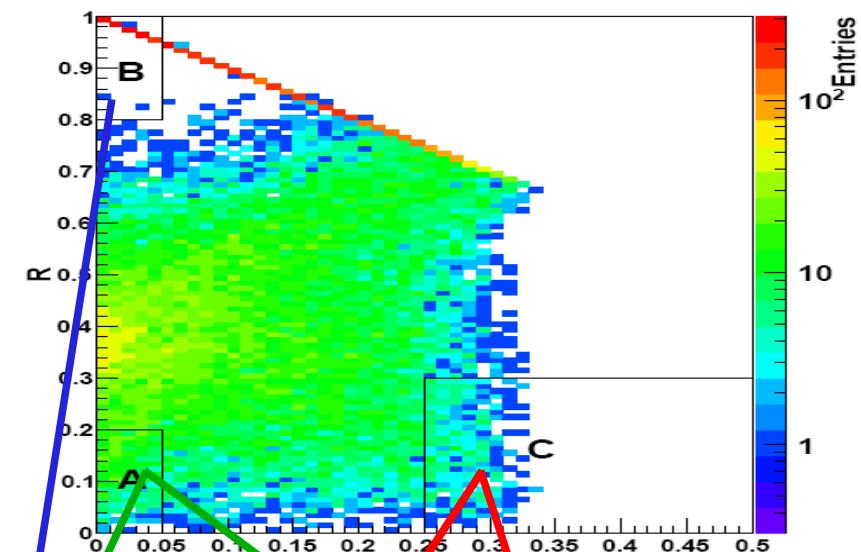


Correlaciones acimutales a $\sqrt{s}=200$ GeV con ESA

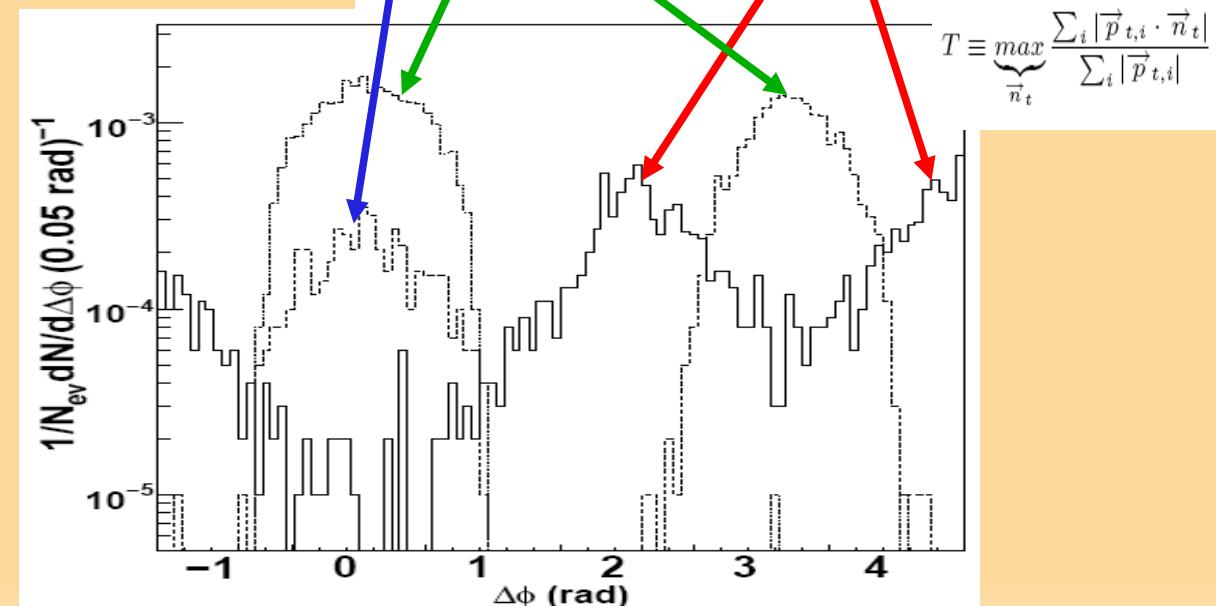
Generador Pythia, pp, 200 GeV,
MB. 1 millón de eventos.

$$R \equiv \frac{1}{\sum_i |\vec{p}_{t,i}|} \left| \sum_i \vec{p}_{t,i} \right|$$

Region	Topología	Variables	$N_{MCevents}$	$N_{ESDevents}$
A	Dijets	$R \leq 0.35, \tau \leq 0.03$	468 (0.12%)	414 (0.1%)
B	Monojets	$R \geq 0.9, \tau \leq 0.03$	2978 (0.74%)	2815 (0.7%)
C	Mercedes	$R \leq 0.4, \tau \geq 0.25$	192 (0.048%)	117 (0.029%)

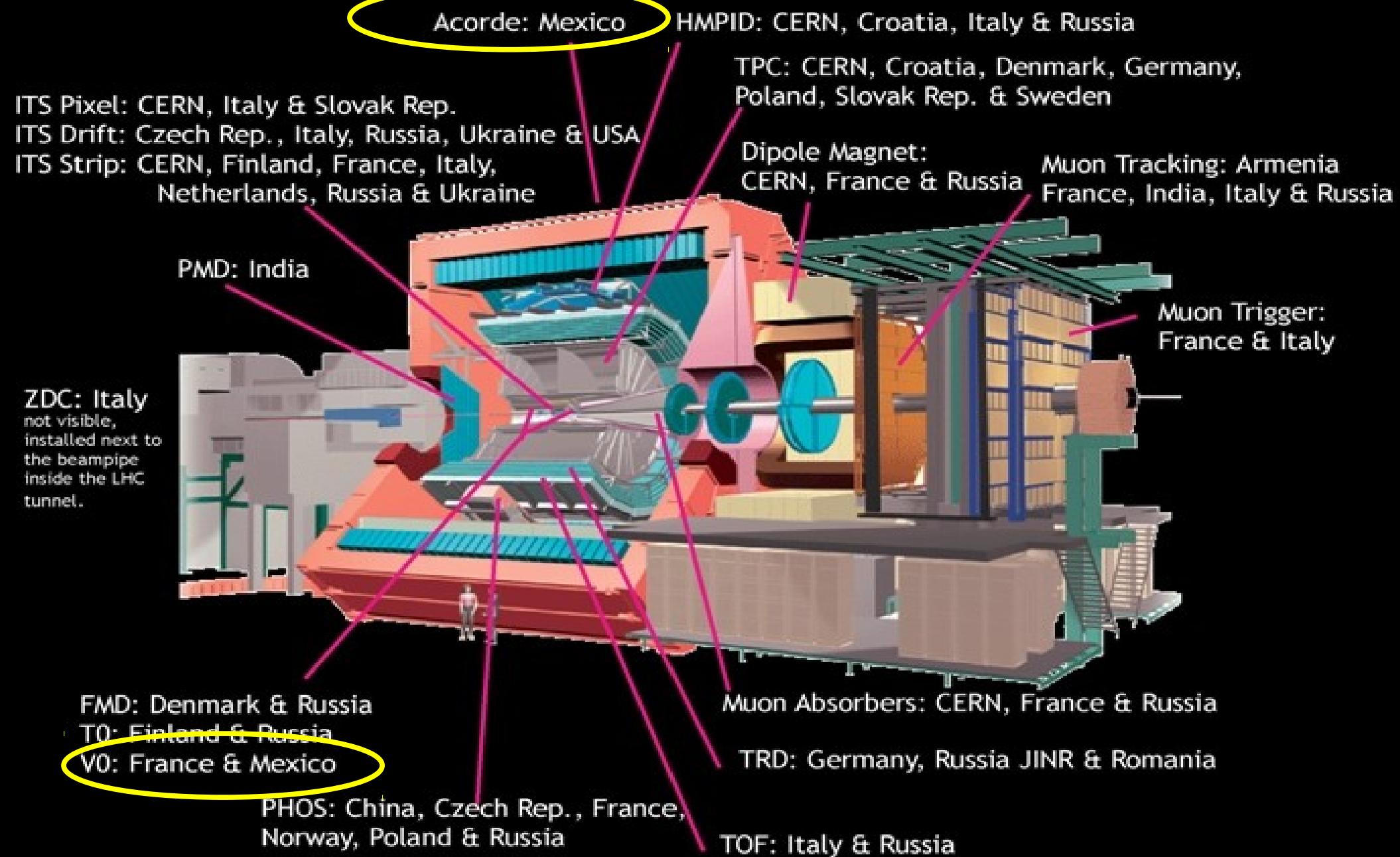


La estructura de doble cresta en el lado “lejano” se preserva en colisiones p+p y se puede asociar a la emisión de 2 jets en el lado lejano.



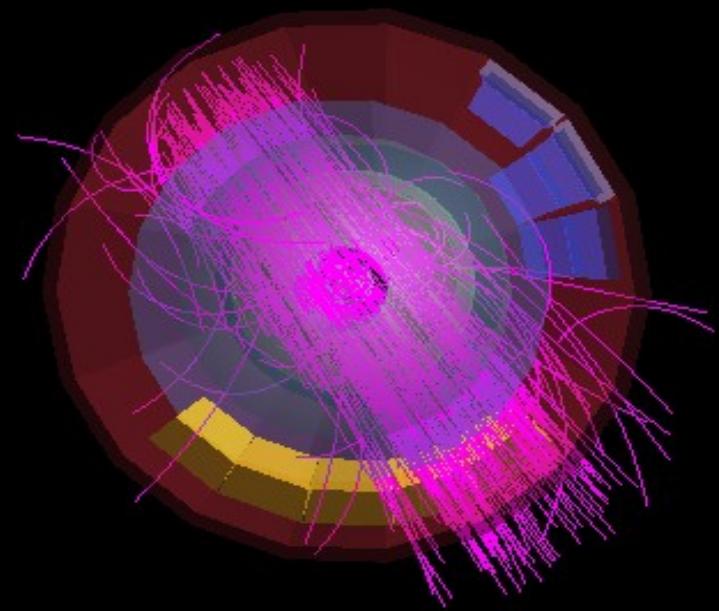
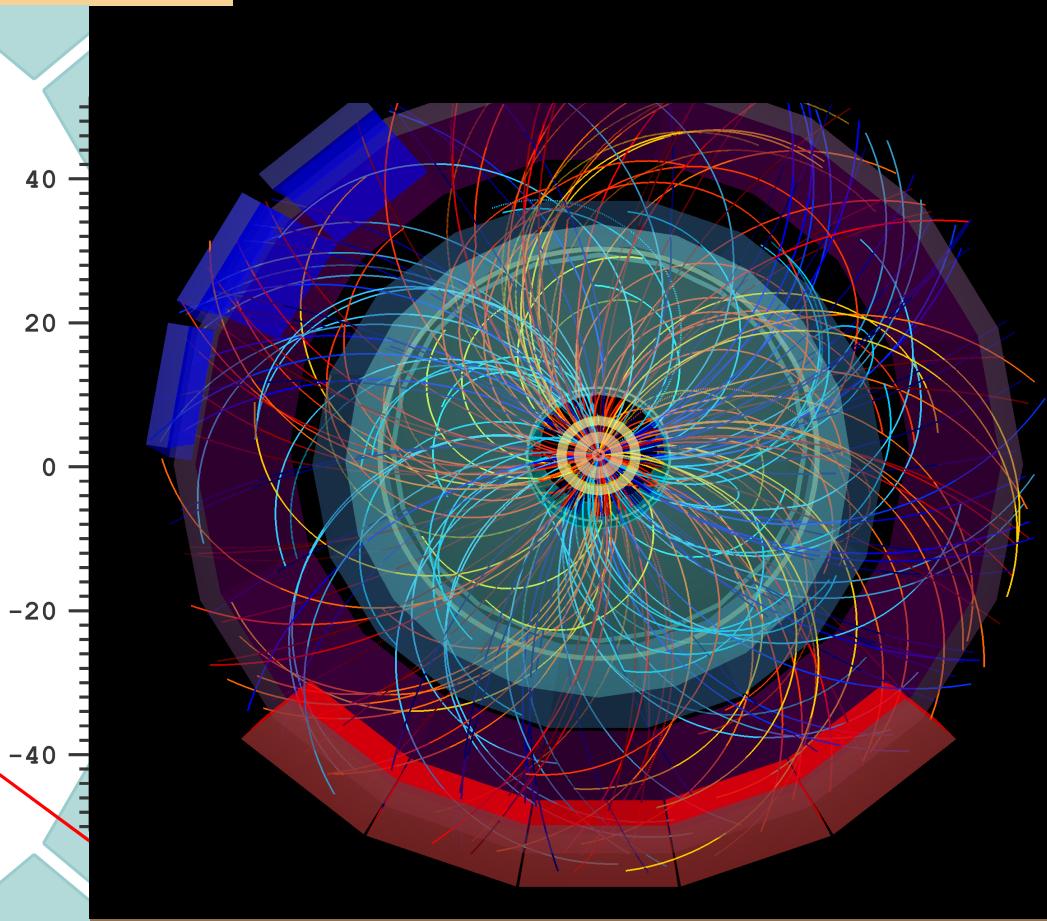
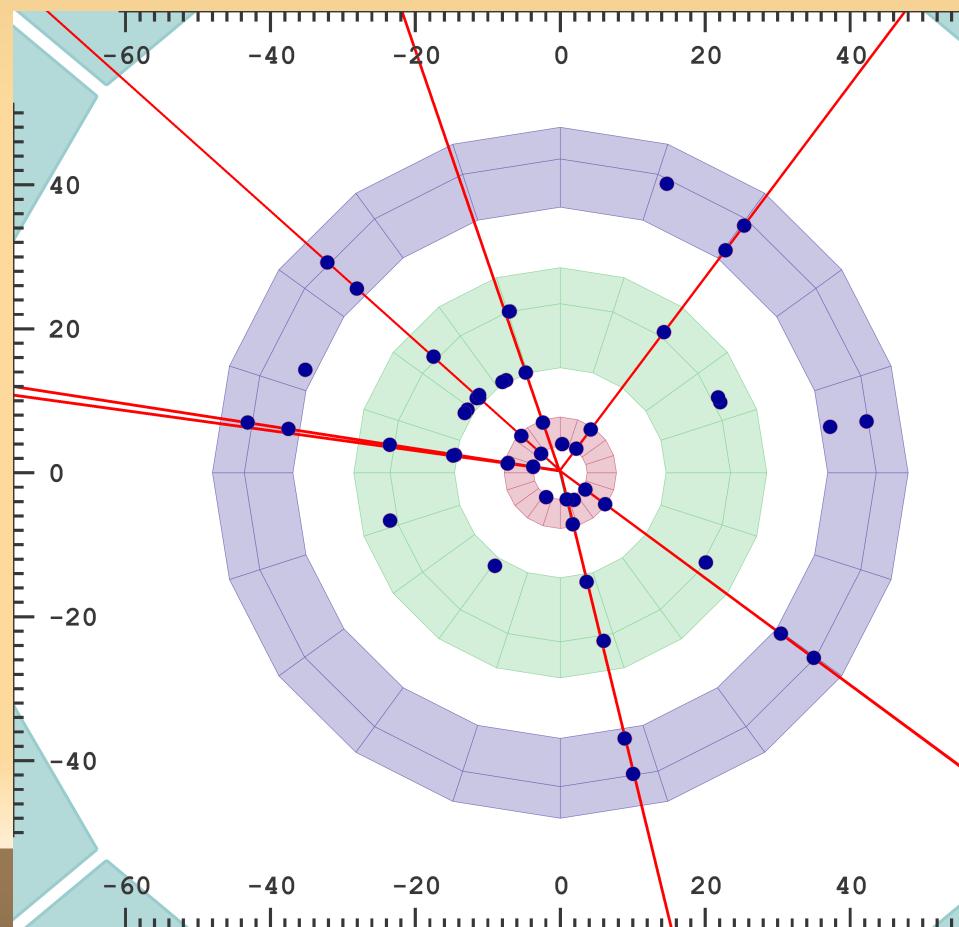


El experimento ALICE





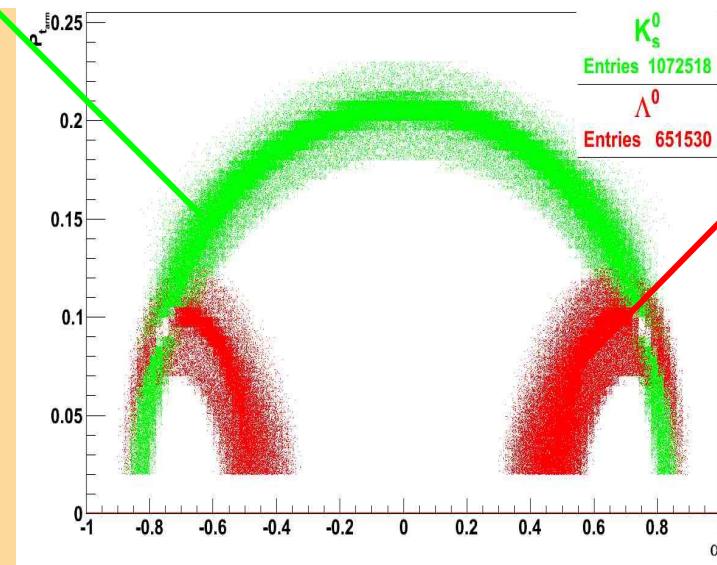
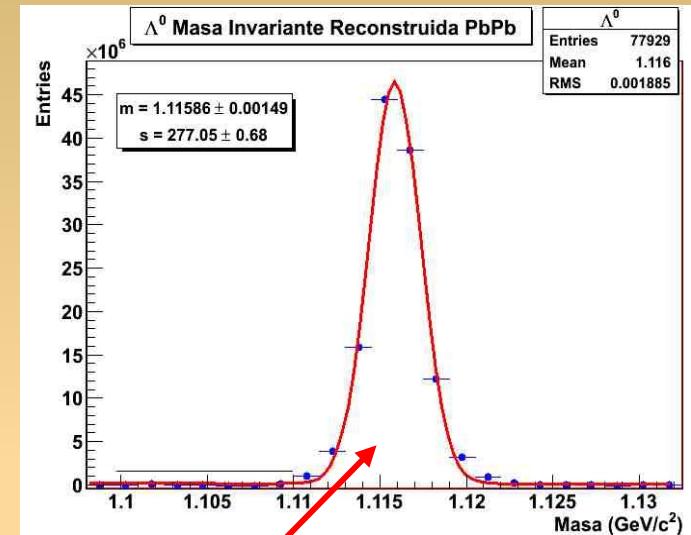
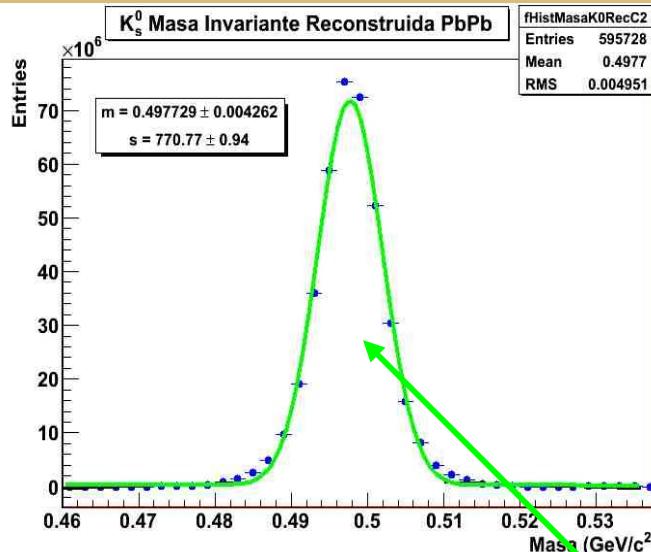
...datos de ALICE





Identificación y selección de V^o s ($Pb+PB$ 2.76 GeV)

Diagrama de Armenteros-Podolanski

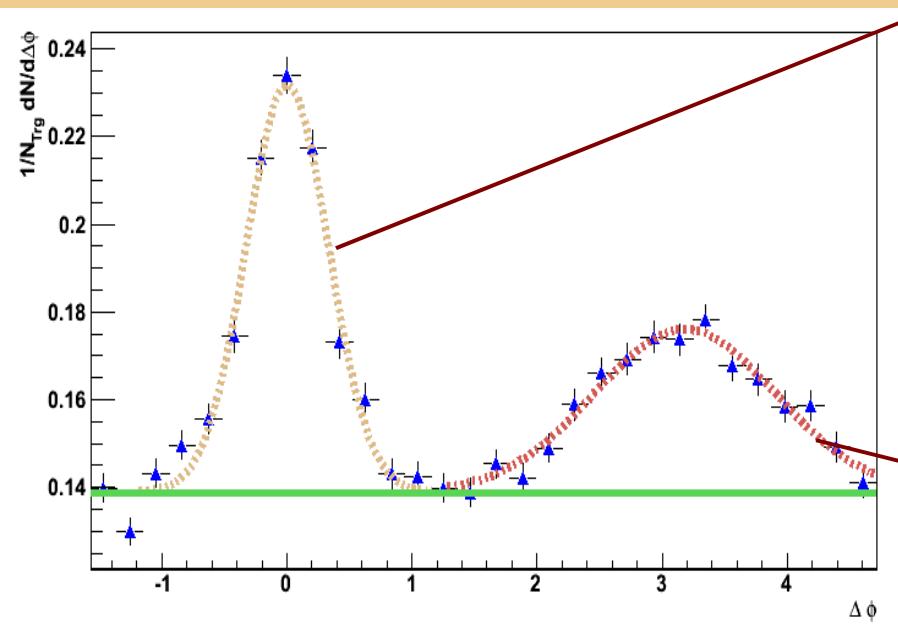


- $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi$ 63%
- $\overline{\Lambda^0} \rightarrow p^- + \pi^+$ 63%
- $K_s^0 \rightarrow \pi^- + \pi^+$ 69.2%

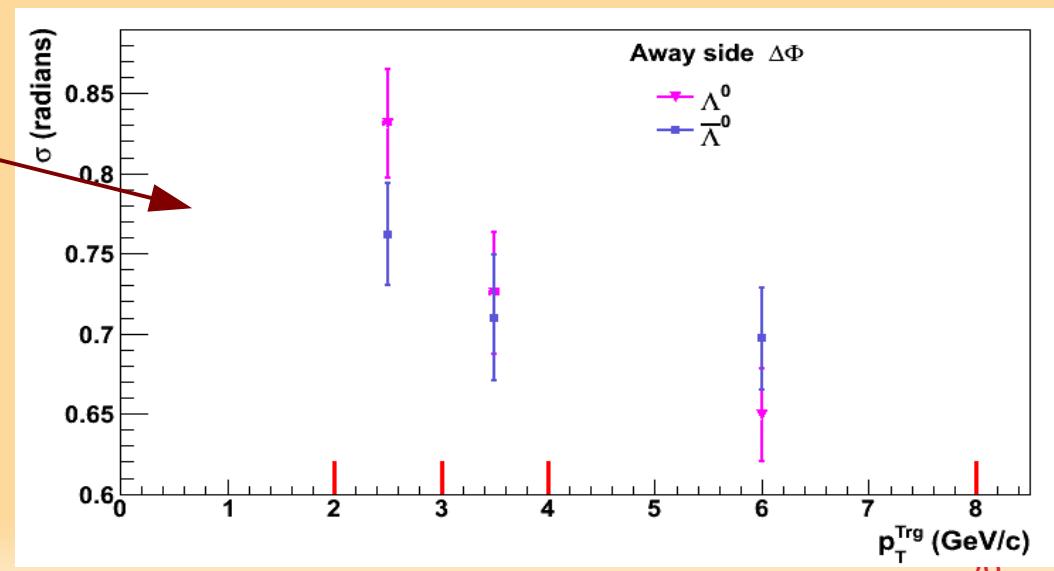
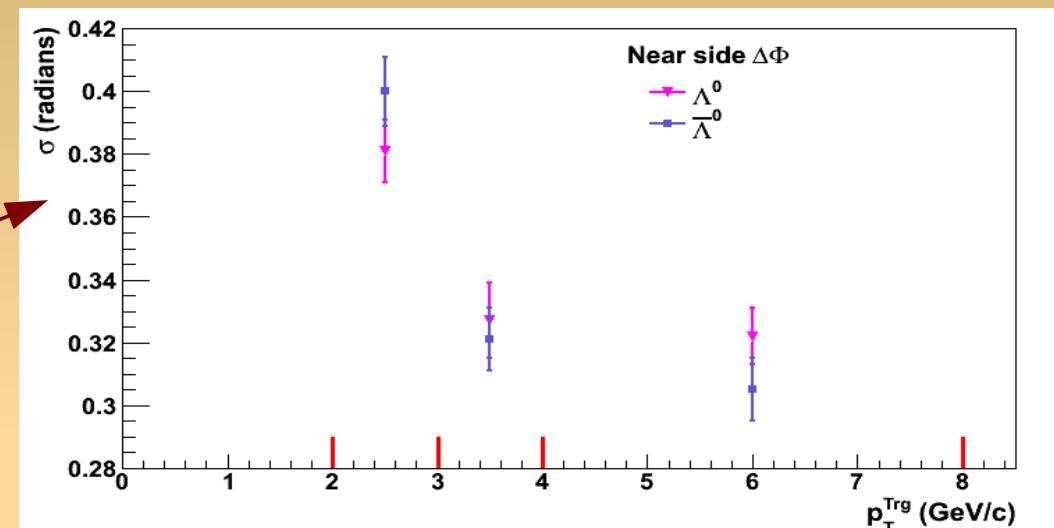


Correlaciones con Λ^0 ($p+p$ @ 7 TeV)

Ajustando una Gaussian, se extrae las anchuras de las correlaciones en los lados cercano y lejano.



$1.5 \text{ GeV}/c < p_T^{\text{Ass}} < p_T^{\text{Trg}}$



Producción de lambdas, no es descrito por Modelos.

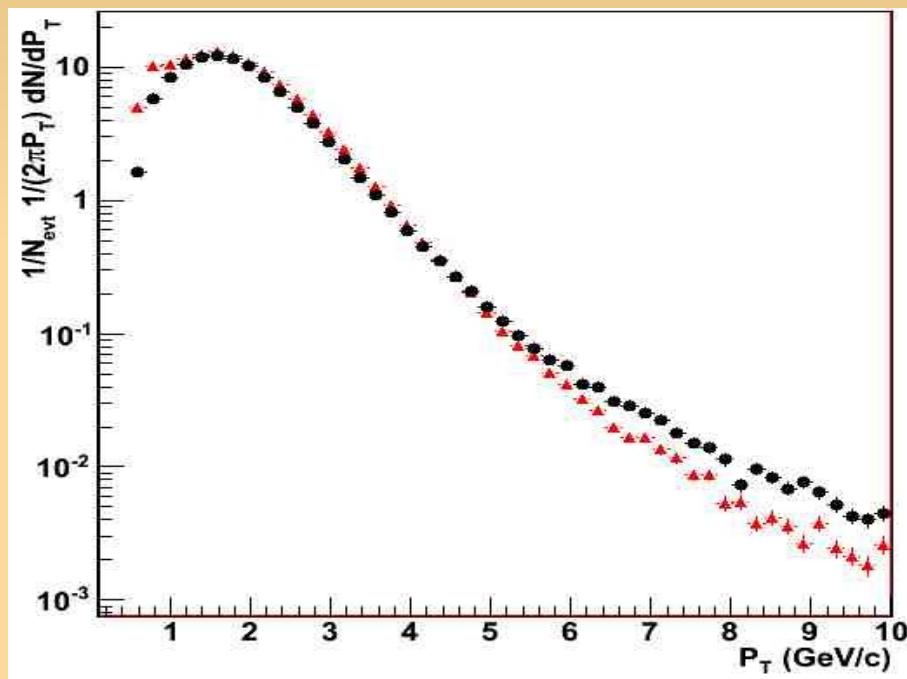
Es una referencia para $Pb+Pb$.

Correlación de Dijets con Λ 's.....

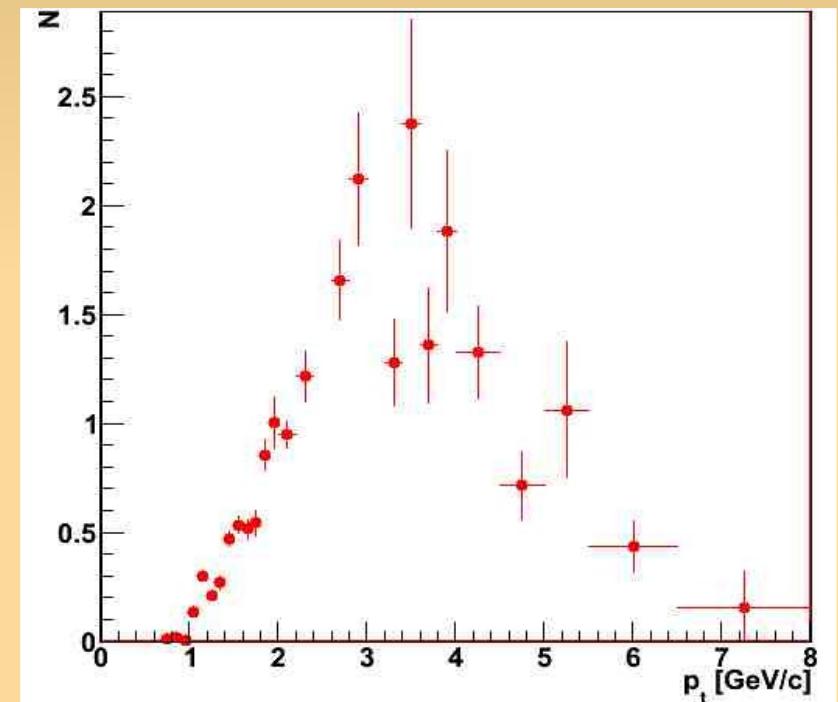


Colisiones Pb+Pb a 2.76 TeV: Razón Λ^0/K^0_s

Distribución de p_T para $\Lambda^0 K^0_s$



Razón Λ^0 / K^0_s function de p_T





Resumen (conclusión)

Los resultados experimentales de producción de hadrones presenta varios problemas por entender. Estos se incrementan conforme se incrementa la energía de colisión, así como también con el incremento en la densidad de materia hadrónica creada en la colisión.

Algunos resultados presentados son relacionados con:

Mecanismos de producción

Flujo radial y frontera del medio donde se crean

Producción de Λ , J/Ψ en medios materia hadrónica densa

Polarización de mesones vectoriales

Experimentalmente:

Se está trabajando en análisis de datos de ALICE, principalmente en hadrones con extrañeza, enfocados a los problemas arriba mencionados.

Gracias

A. Ayala
G. Paic

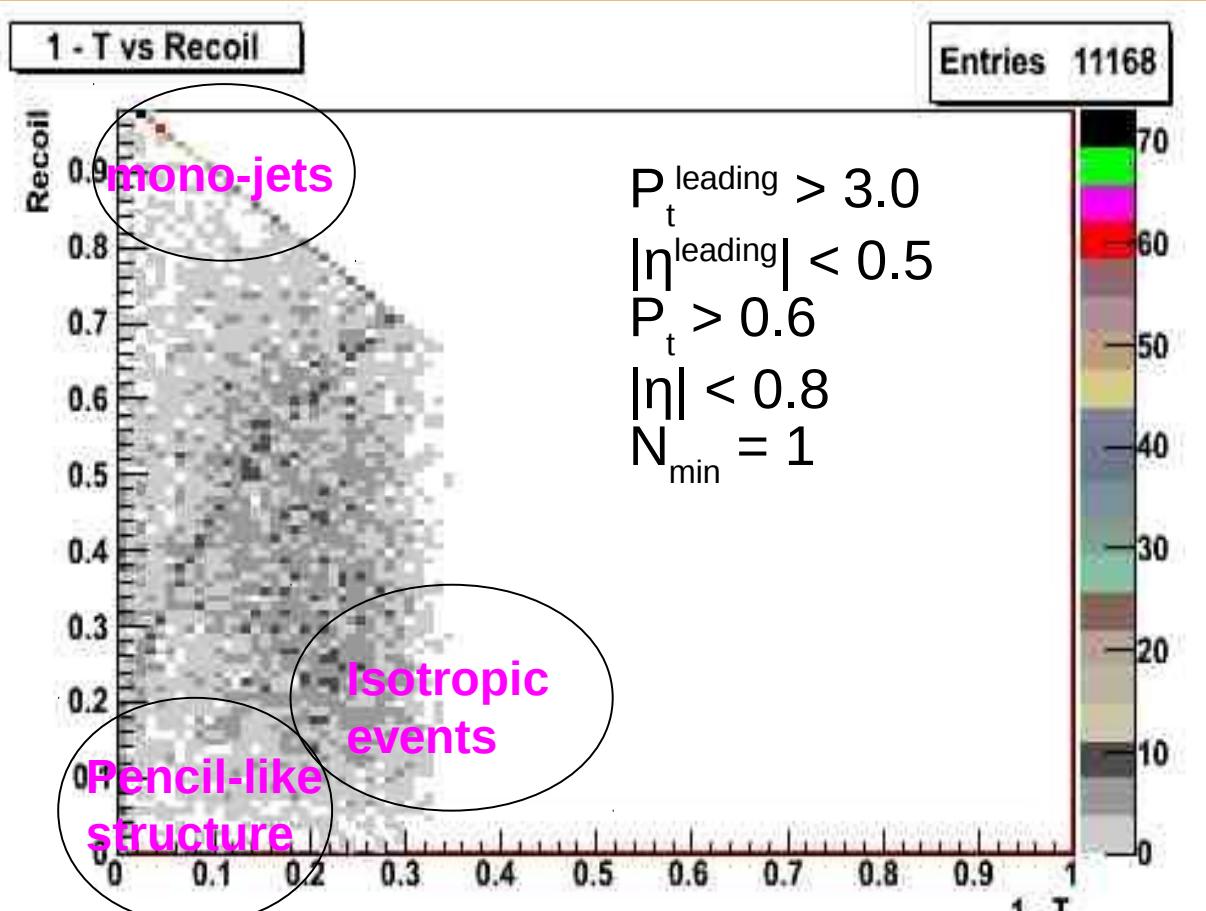
I. Domínguez
A. Ortiz

I. Maldonado-Cervantes
X. Sánchez-Castro

...



Mapa de Thrust



MC Reconstruidos

All	Λ°	$K^\circ s$
Mono-jet	4.9%	6.3%
Pencil-like	1.9%	1.9%
Mercedes	4.7%	4.3%

MC generados

All	Λ°	$K^\circ s$
Mono-jet	3.1%	6.1%
Pencil-like	2.0%	1.8%
Mercedes	5.0%	4.4%

El porcentaje de V° cambia con la topología del evento

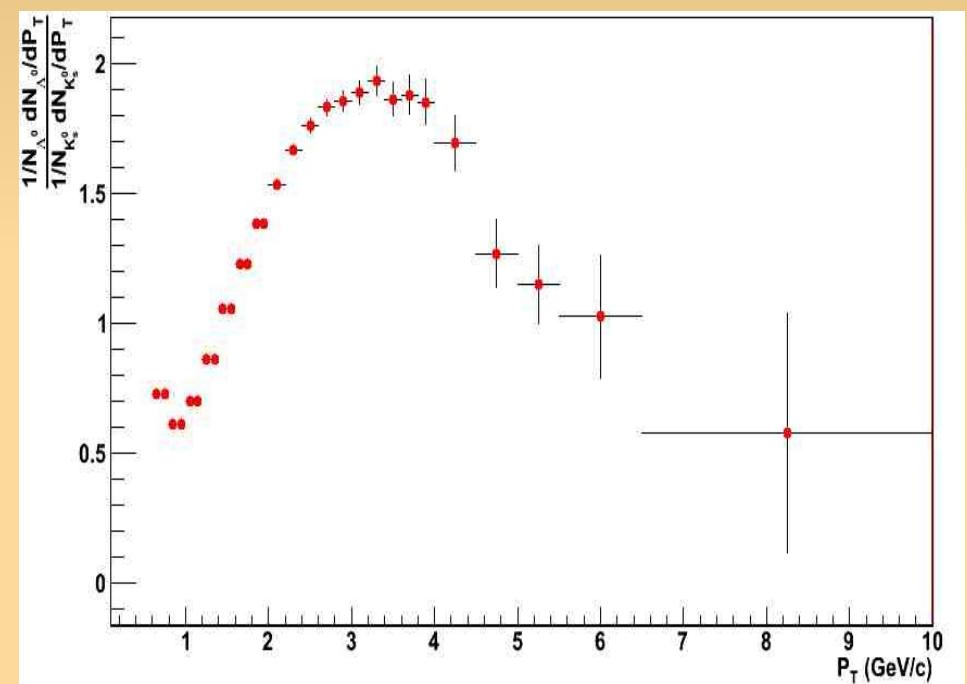
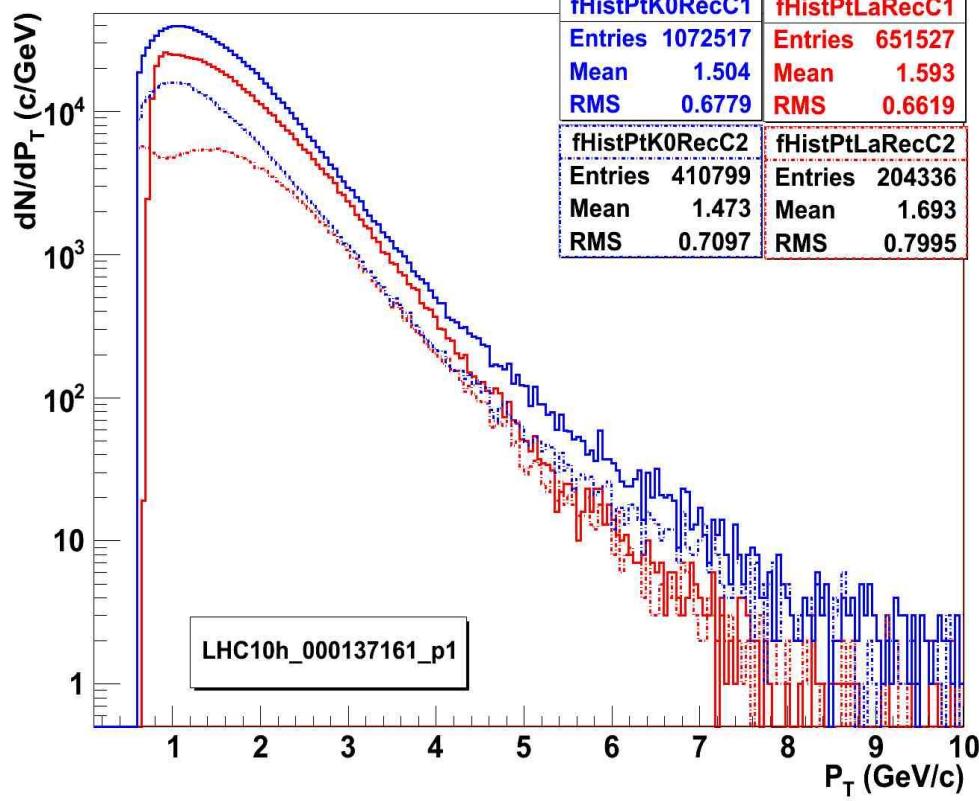
E. Cuautle-Flores

Seminario Depto. Altas Energias, ICN

33



Colisiones $Pb+Pb$ Λ^0/K^0_s



SUPRESIÓN NORMAL Y ANOMALA DEL J/Ψ

J/Ψ presenta una **supresión normal**, es decir, después de formarse el par cc en el estado de J/Ψ, las colisiones con hadrones provoca que se disocie. En colisiones de iones se ha observado una absorción extra del mesón, denominado **supresión anómala**, que puede ser explicada por la creación del *plasma de quarks y gluones*. Blaizot et al. PRL. 85, 4012 (2000).

$$N_{\text{anom}}(b) = \frac{1}{T_{AB}(b)} \int ds^2 \frac{1}{\sigma^2 abs} \left(1 - e^{-\sigma abs T_A(s)}\right) \left(1 - e^{-\sigma abs T_B(s-b)}\right) S_{\text{sm}}(b, s)$$

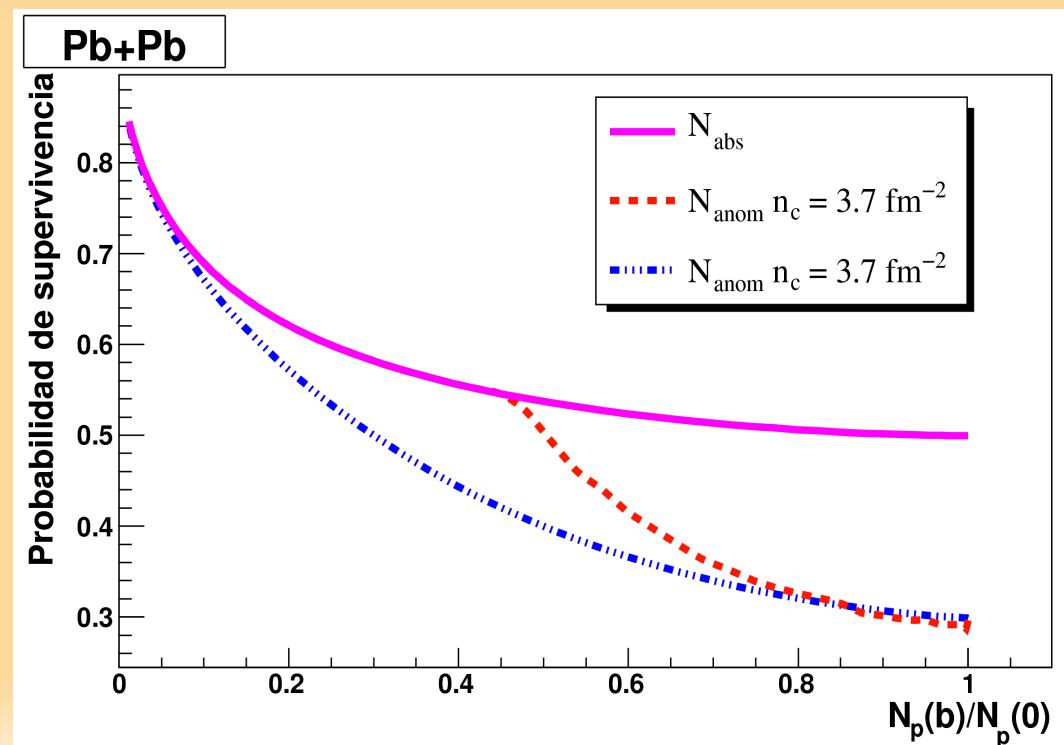
$$\sqrt{s_{NN}} = 158 \text{ GeV}$$

$$\sigma_{\text{abs}} = 4.4 \text{ mb}$$

Raello et al, NPA 715, 243 (2003).

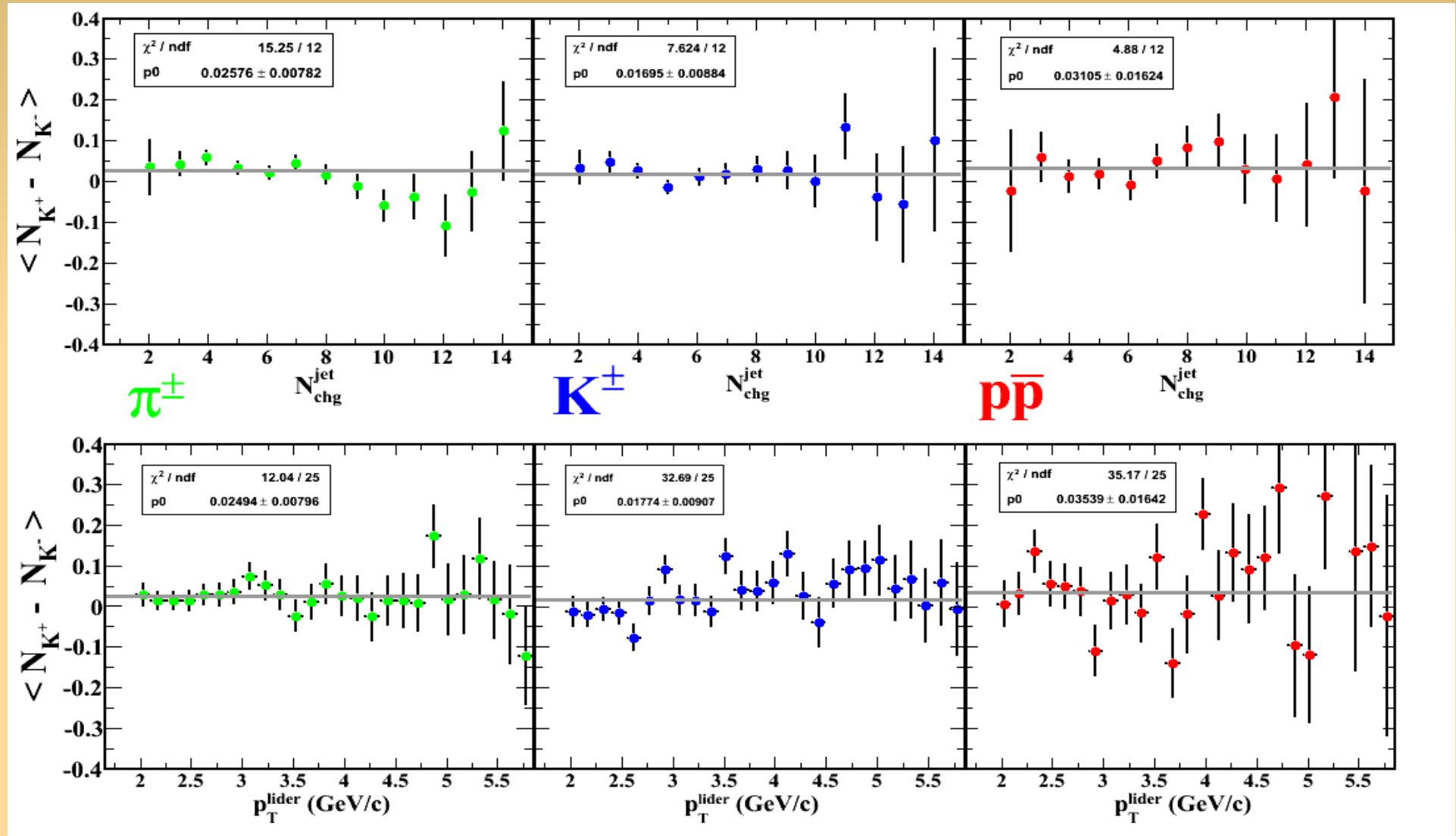
$$\lambda = 0.82 \text{ fm}^2$$

Chaudhuri, JPG 32, 229 (2006).



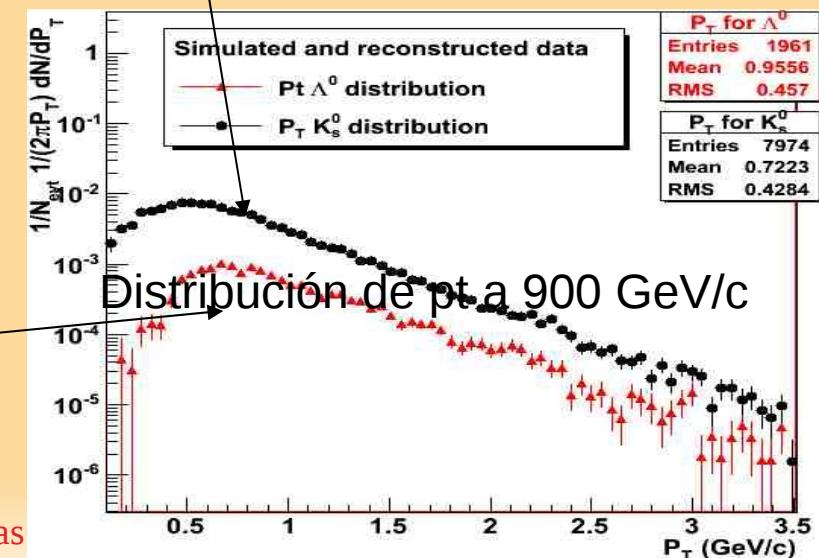
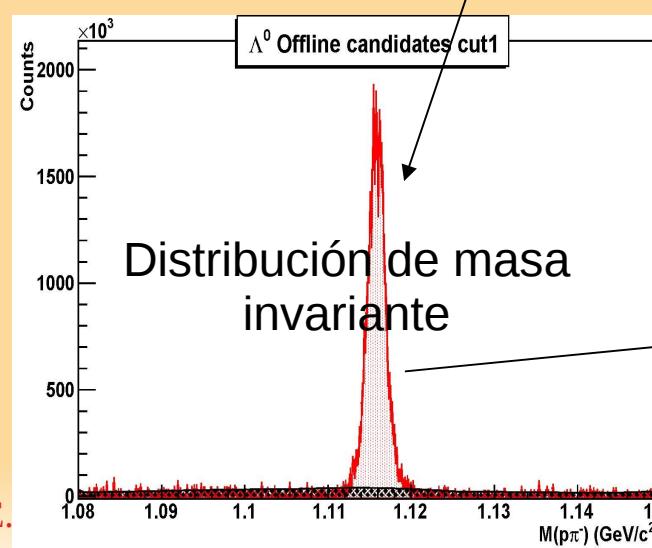
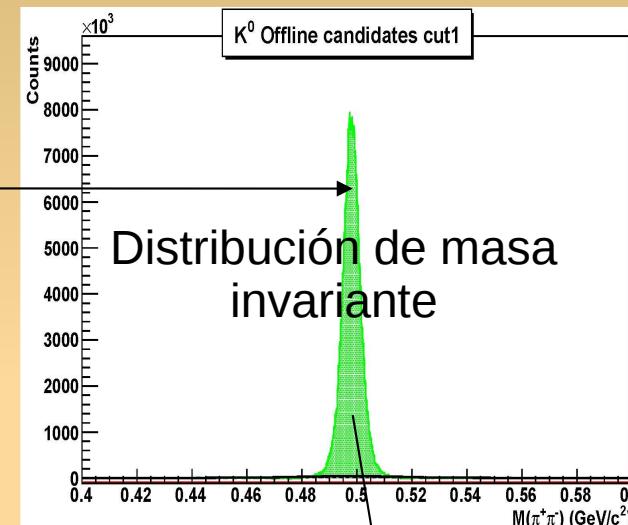
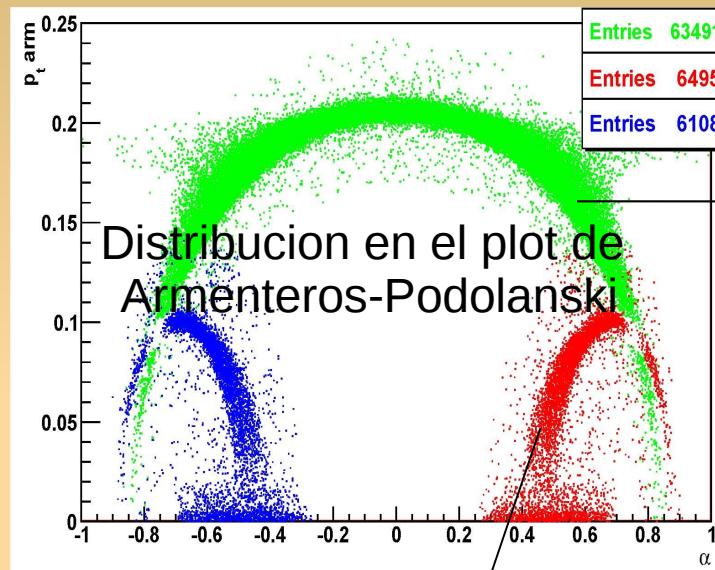


Conservación local de números cuánticos en jets



Identificación y Selección de V^0 s en pp

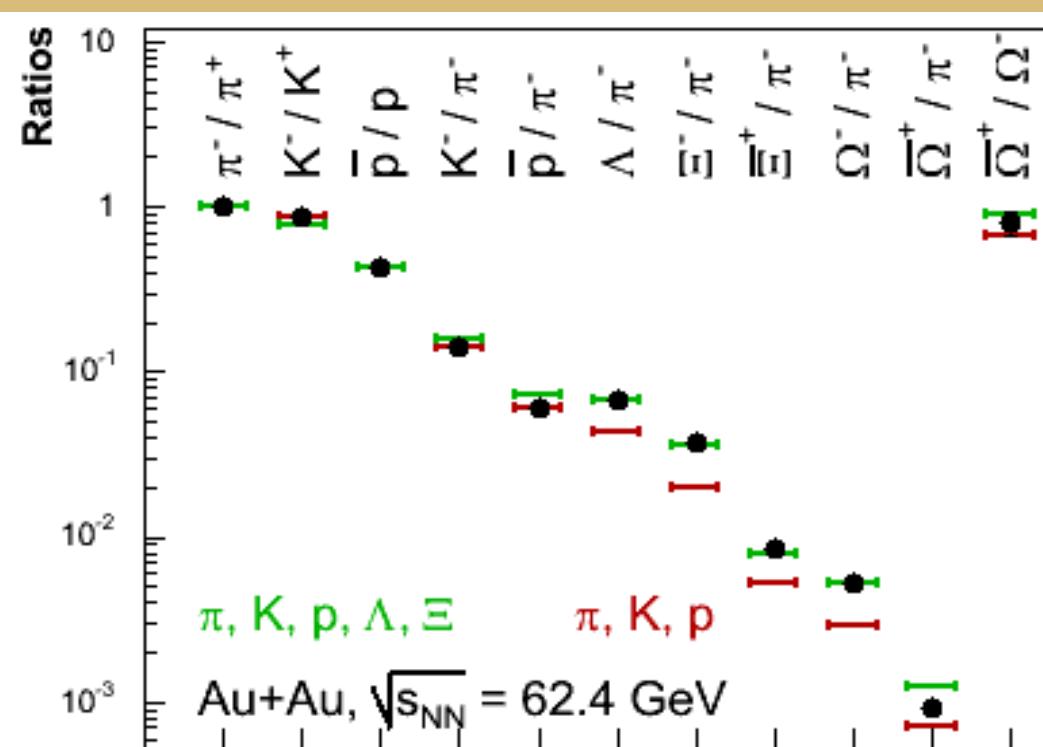
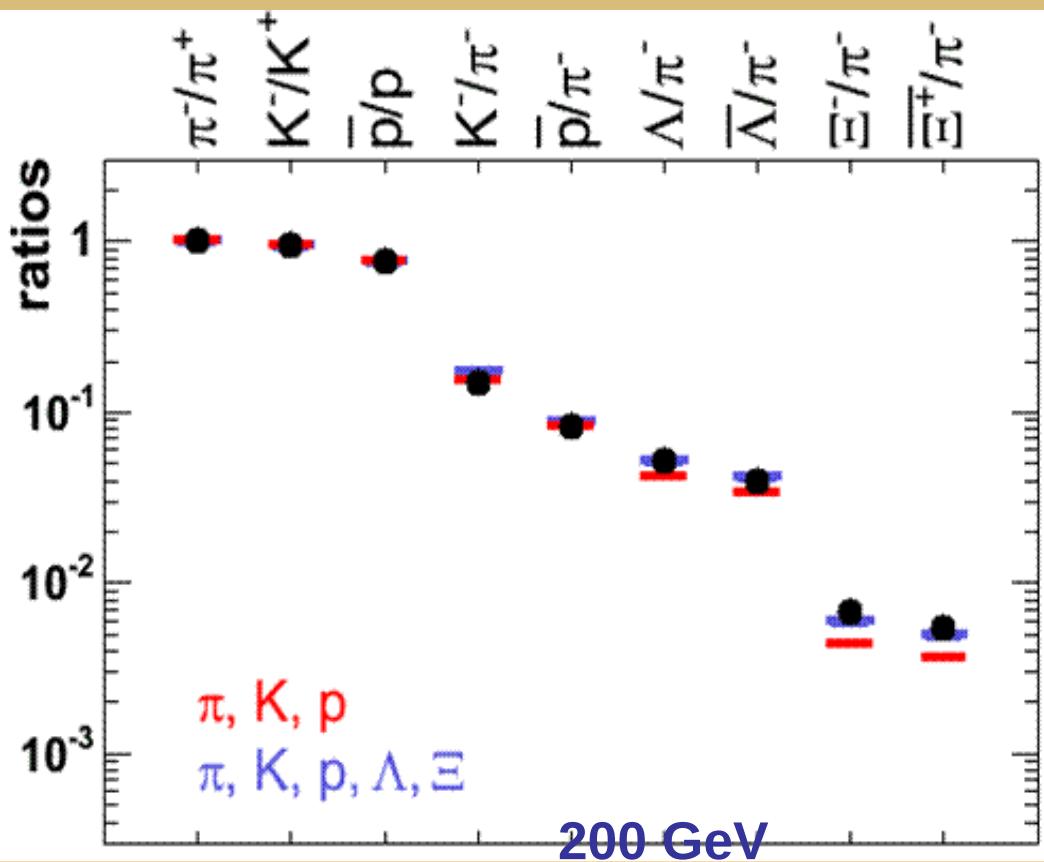
A través de variables cinemáticas y topológicas:



Resumen

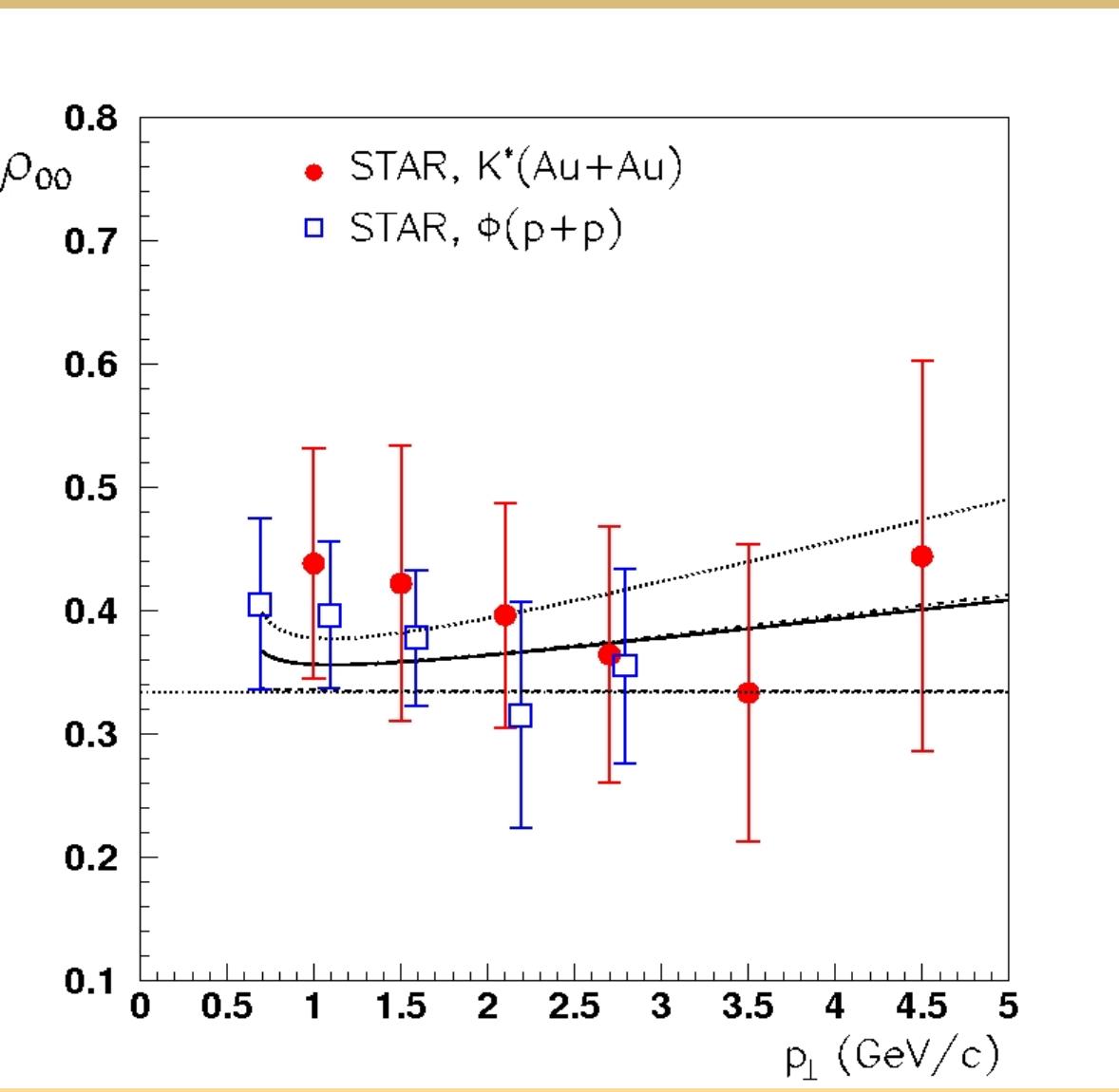
En buena medida, las propiedades de los hadrones y de sus interacciones pueden ser entendidos en cuanto se tenga un descripción de como éstos se producen. Para tales propositos, colisionadores como el LHC realizan experimentos de colisiones entre protones y más recientemente entre iones, con la finalidad de entender en general, la producción de la materia hadrónica confinada, desconfinada y sus propiedades. En esta plática se hace un bosquejo de algunos de los problemas asociados a la producción, hadronización y de los fenómenos colectivos que apararen en colisiones de iones. Desde el punto de vista fenomenológico se presentan algunos de los resultados relacionados con éstos problemas. Desde el punto de vista experimental, se muestran los inicios de algunos análisis, concentrándose en hadrones con extrañeza.

Modelo térmico estadístico



	62.4 GeV	200 GeV
T_{ch} (MeV)	$\approx 160-170$	$\approx 160-170$
μ_B (MeV)	≈ 70	≈ 20
μ_s (MeV)	≈ 0	≈ 0

Alineamiento para K^* : modelo vs datos STAR



Colisiones Au + Au con centralidad 20-60 %, medido con respecto al plano de producción.

$$\rho_{00}^{K^*} = \frac{1}{2} \left(\rho_{00}^{f=s, s=d} + \rho_{00}^{f=d, s=s} \right)$$

Superior **Inferior**

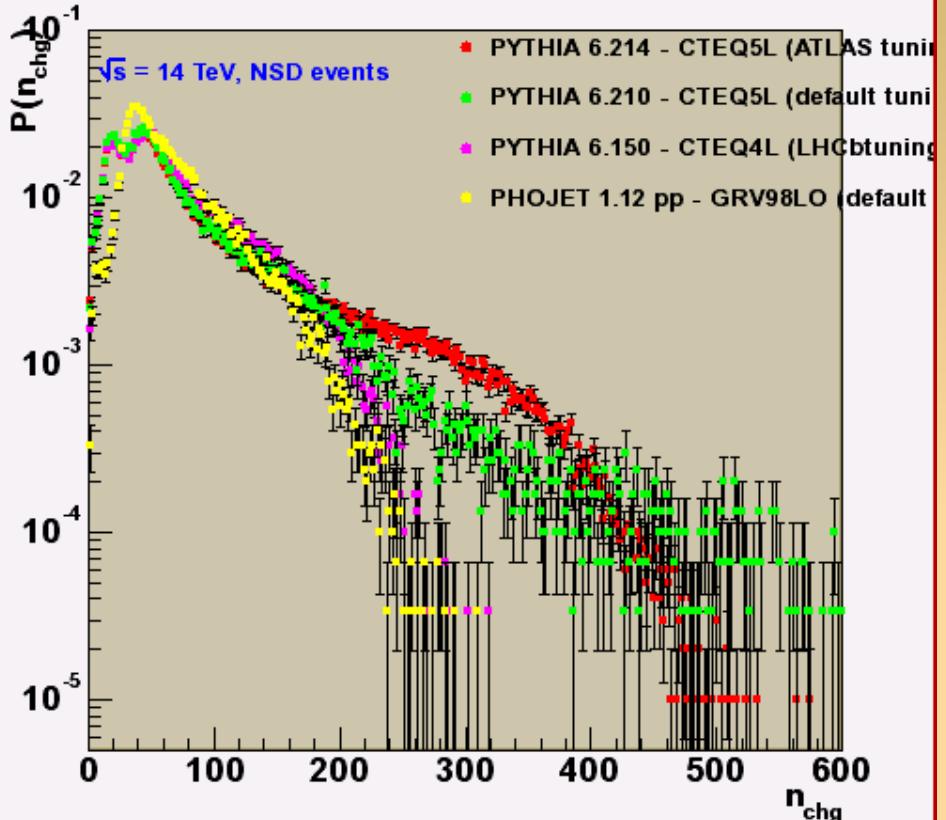
La curva intermedia a puntos, representa el caso donde ρ_{00} es calculado usando el promedio de la polarización.



Simulaciones: Modelos para la multiplicidad



Multiplicity Distribution

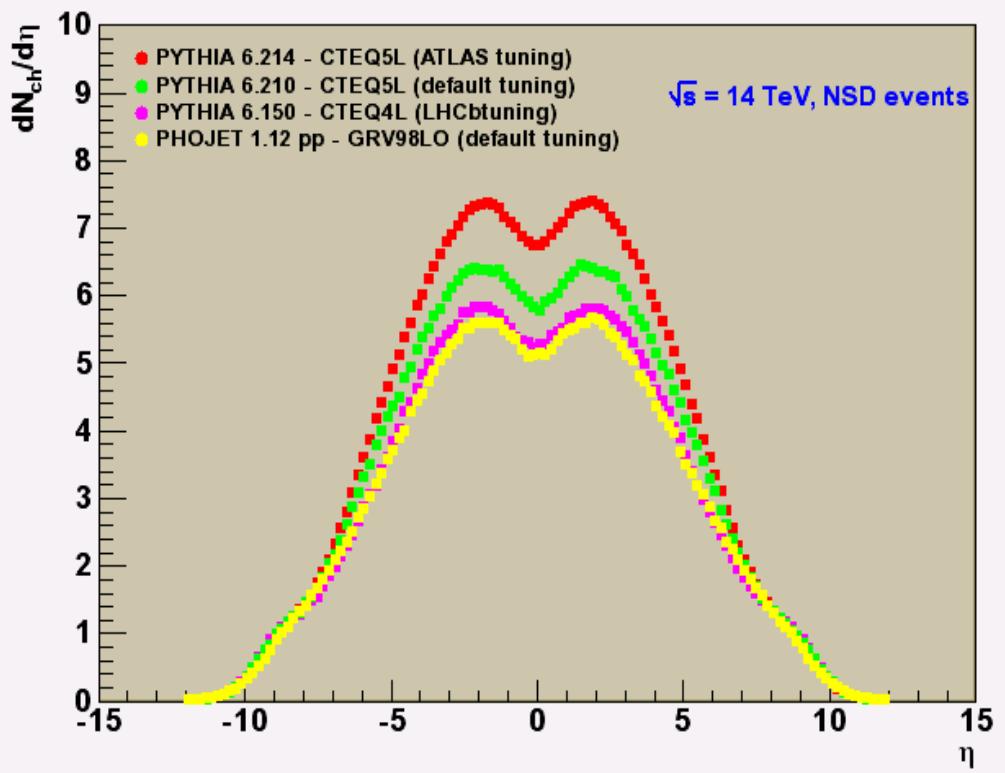


0 Partículas cargadas con $|\eta| < 0.9$

Diferentes modelos predicen
diferente multiplicidad

especialmente en la cola de la
distribución de multiplicidad

Particle density vs η





Topología geométrica: Variables de forma



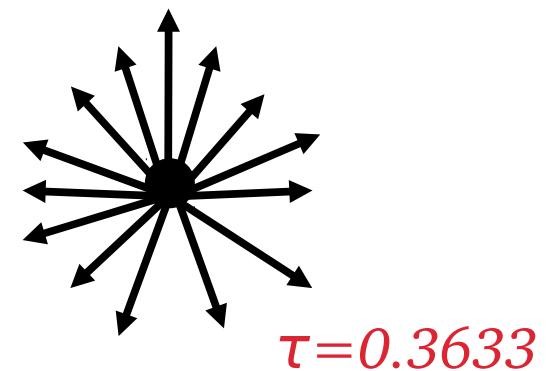
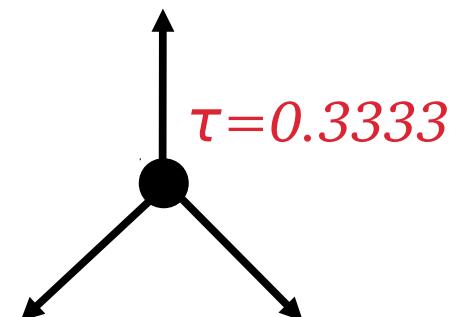
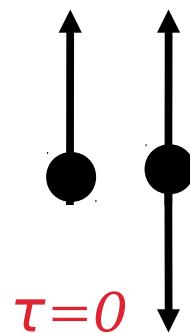
Son variables que han sido estudiadas en colisiones e+e-, la llamada Esfericidad, Thrust, thrust menor, Thrust mayor, Recoild

En colisiones hadrónicas pocas medidas se han reportado.

$$T \equiv \max_{\vec{n}_t} \frac{\sum_i |\vec{p}_{t,i} \cdot \vec{n}_t|}{\sum_i |\vec{p}_{t,i}|}$$

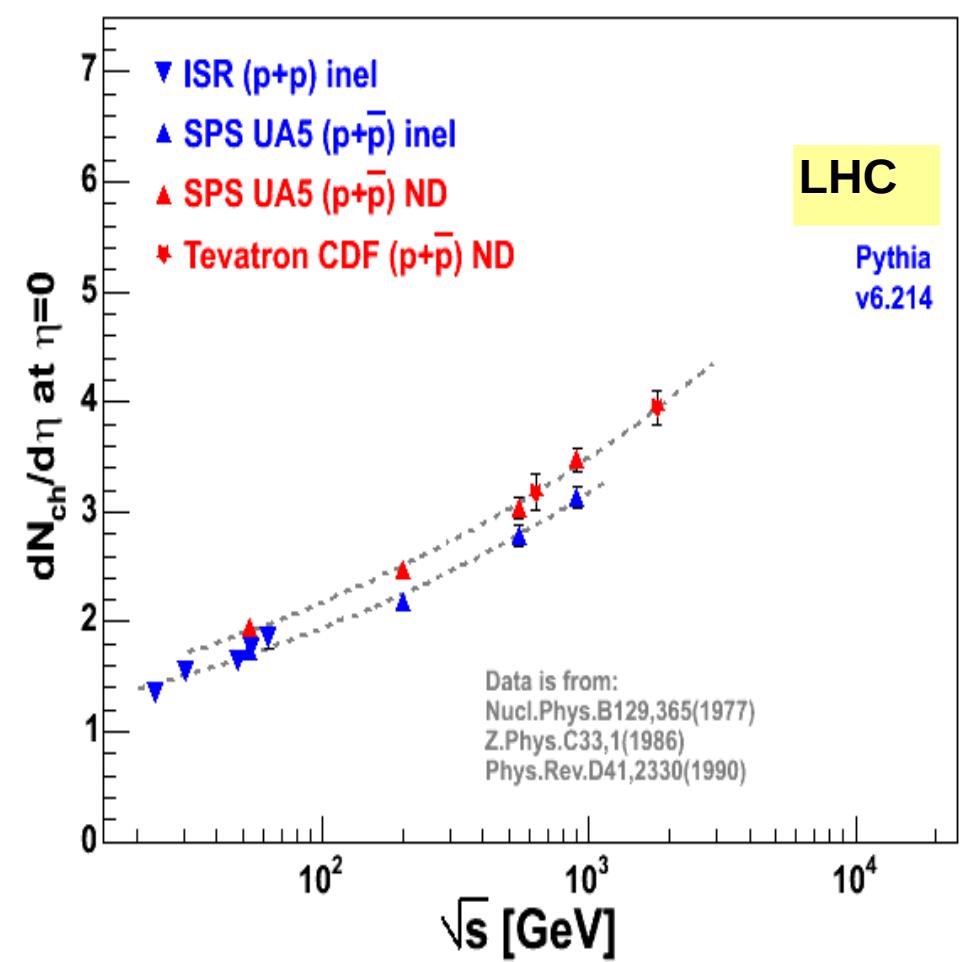
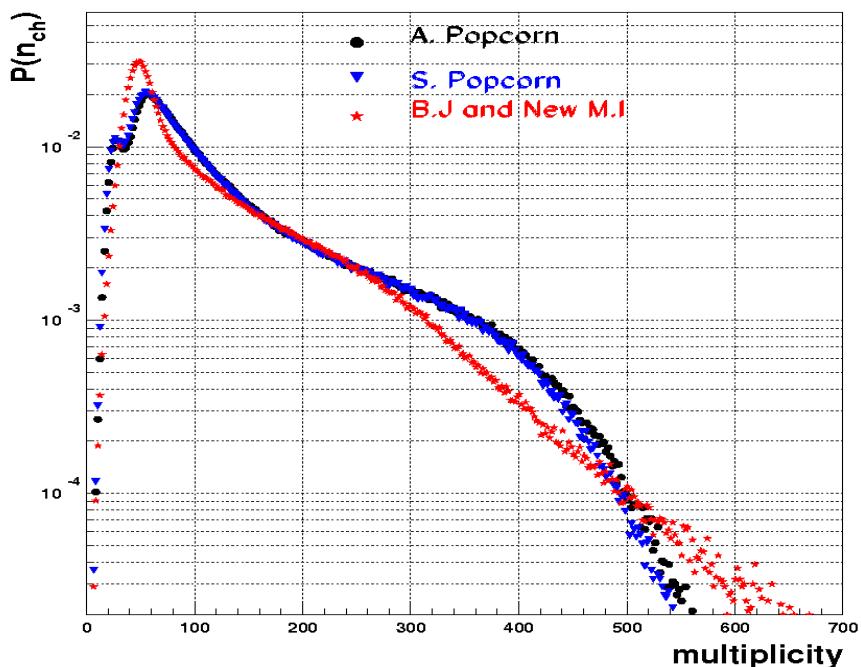
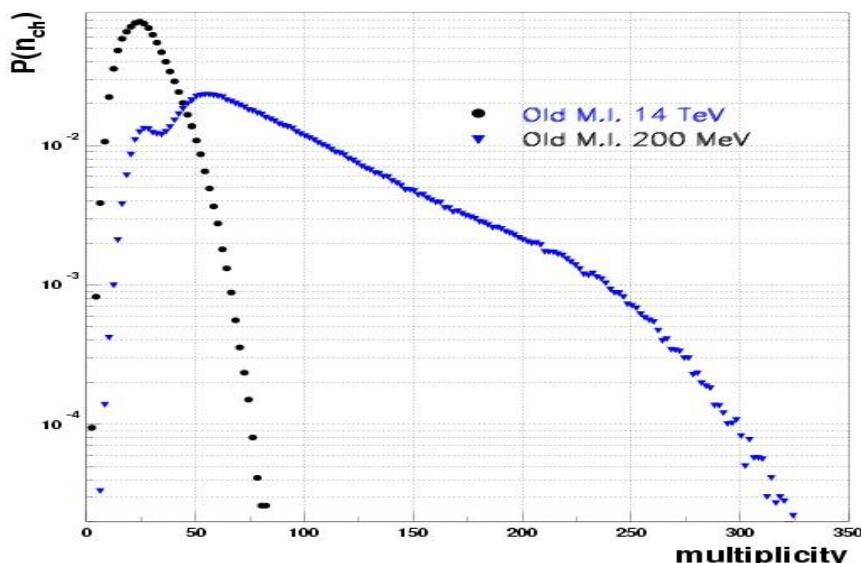
$$\tau \equiv 1 - T$$

→ Relacionando con la esfericidad del evento

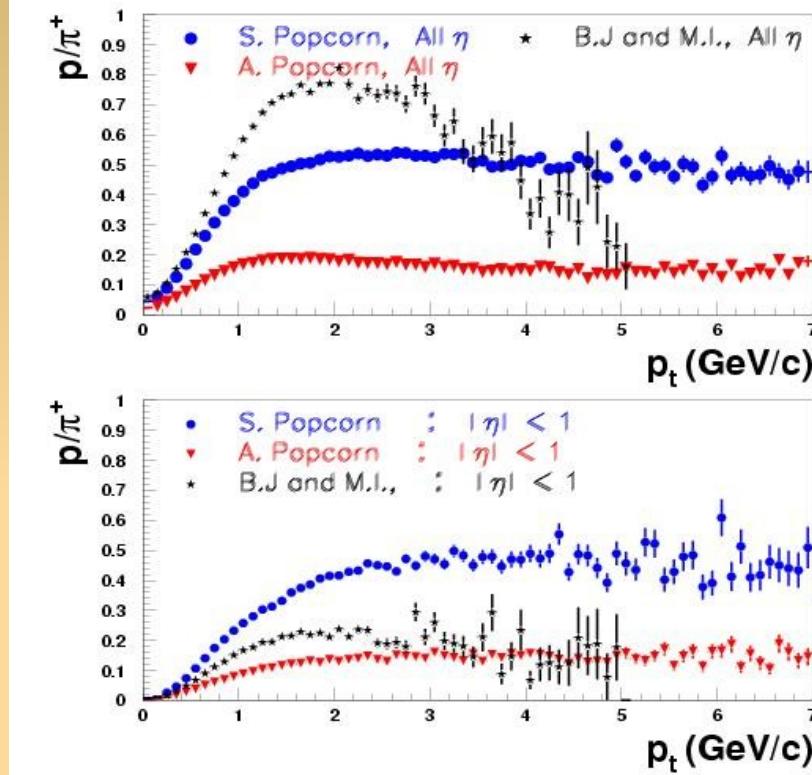
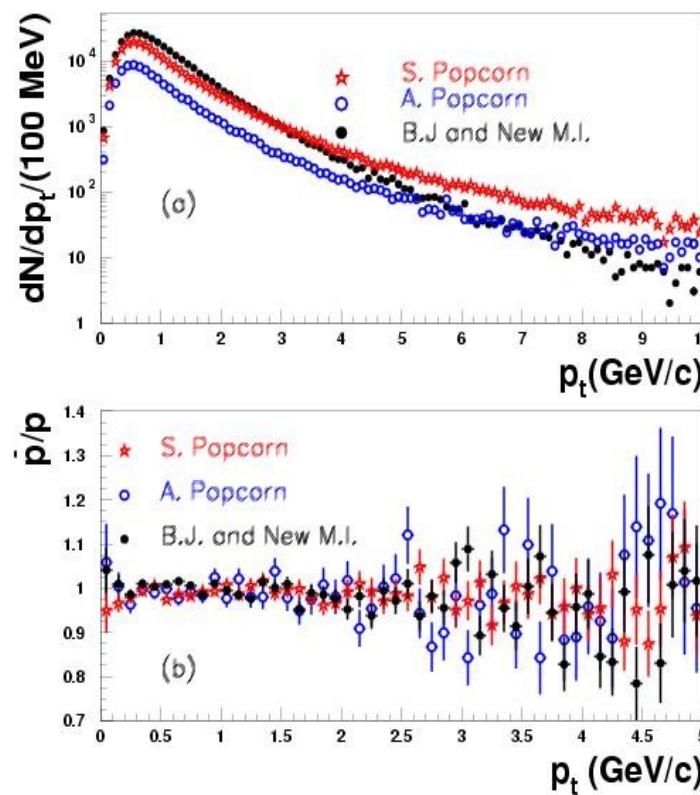




Multiplicidad



Resultados a 14 TeV (ALICE)



- ✓ La energía parece incrementar la distribución de p_t en \mathcal{B} - J respecto a Popcorn.
- ✓ La \bar{p}/p es constante comparado con el caso de 200 GeV
- ✓ La p/π da una banda ancha para los modelos de producción.

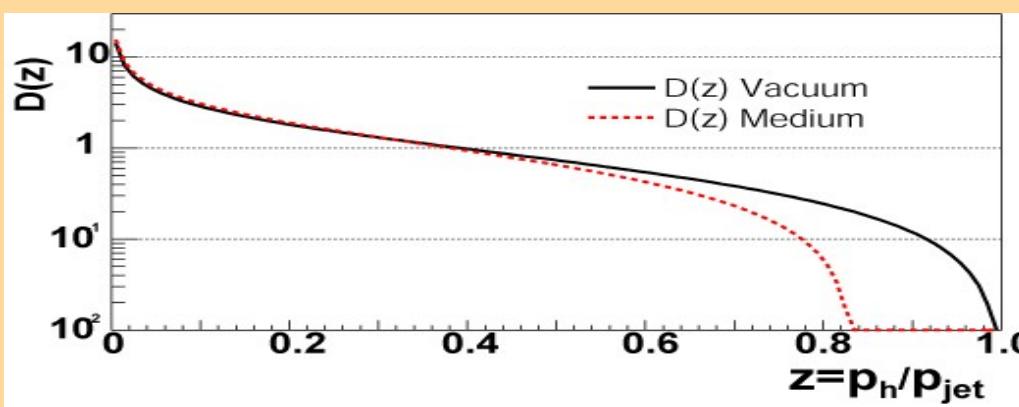
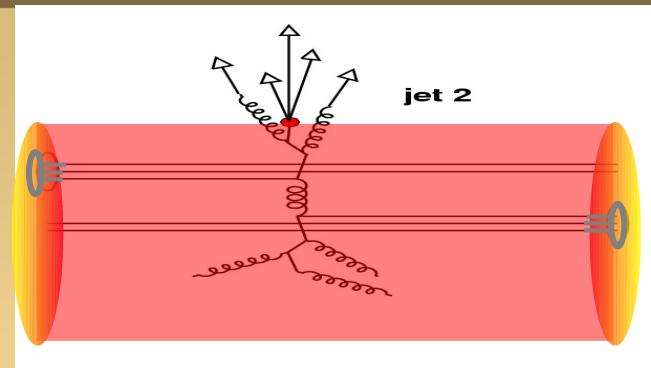


Física de Jets

- La dispersión de partones, perdiendo energía cuando éstos se propagan a través de la materia, proporciona información de la densidad de materia. La pérdida de energía partónica está directamente relacionada a la densidad de partones del medio.



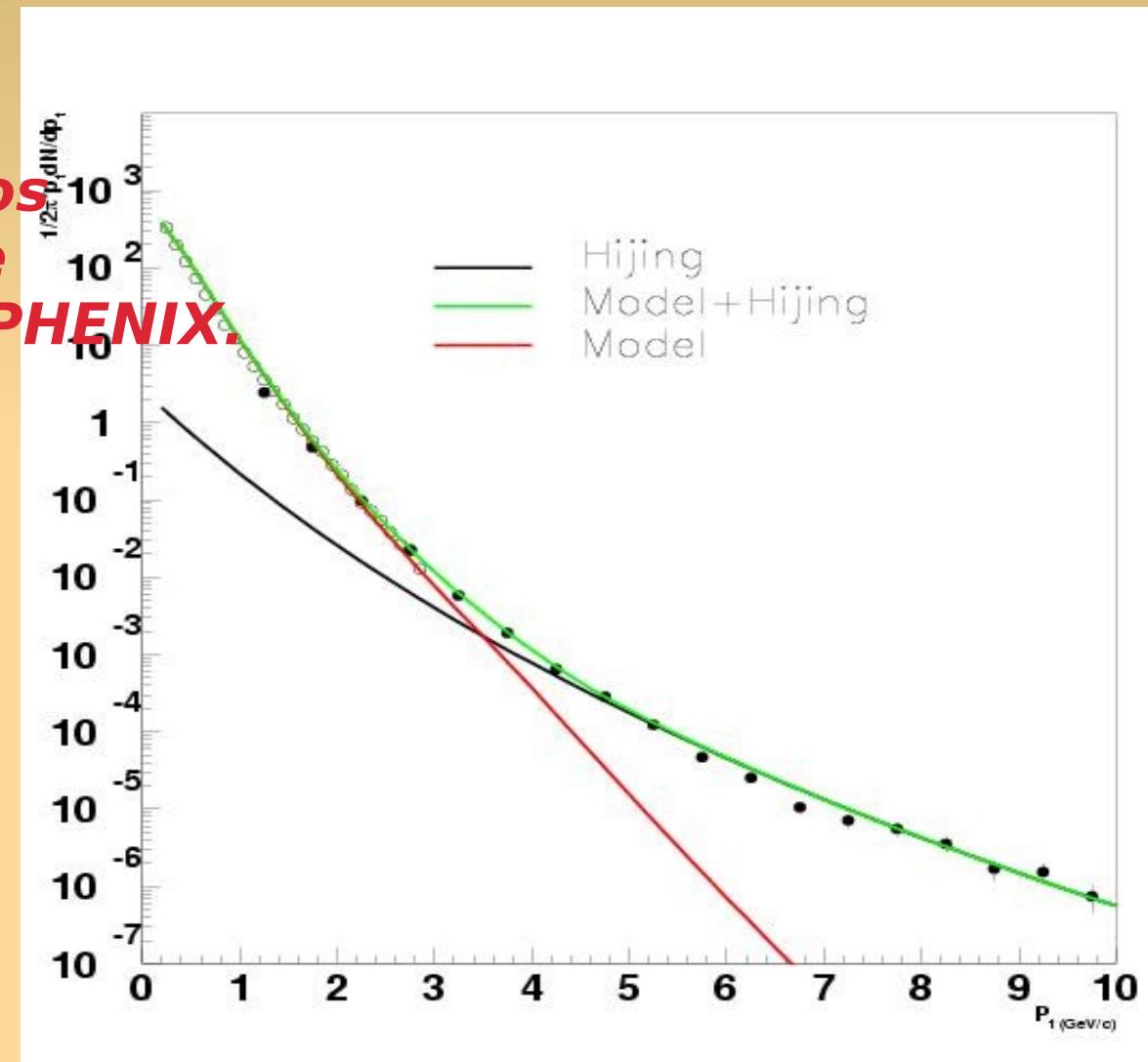
El estudio de jets es una herramienta para probar la densidad de materia, independientemente si el QGP se forma o no.



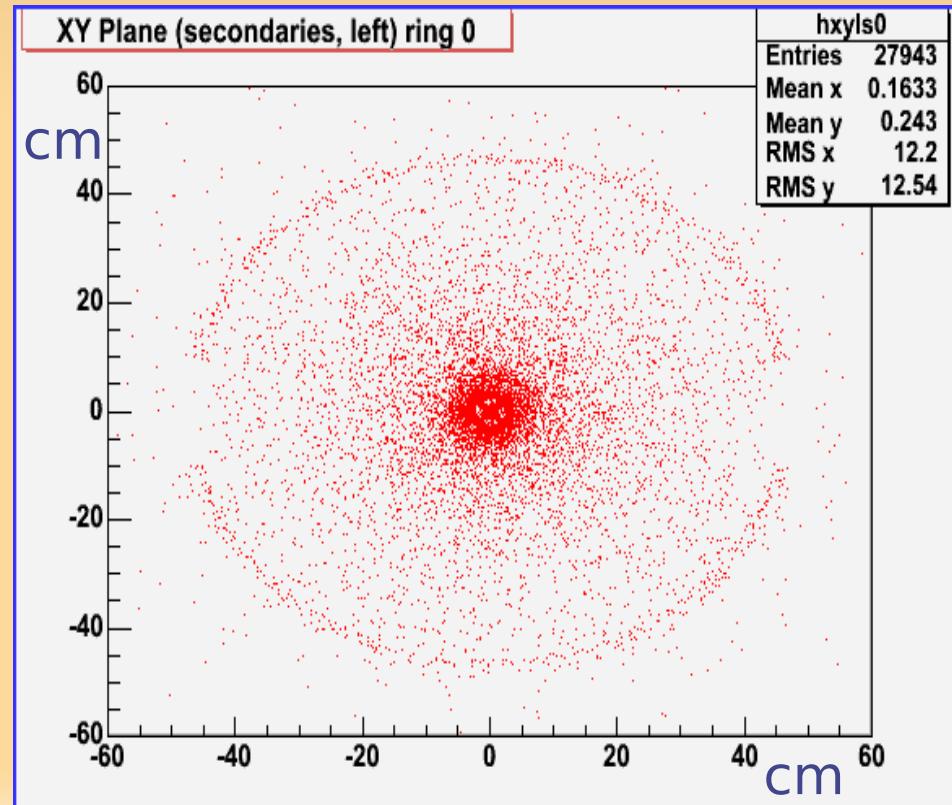
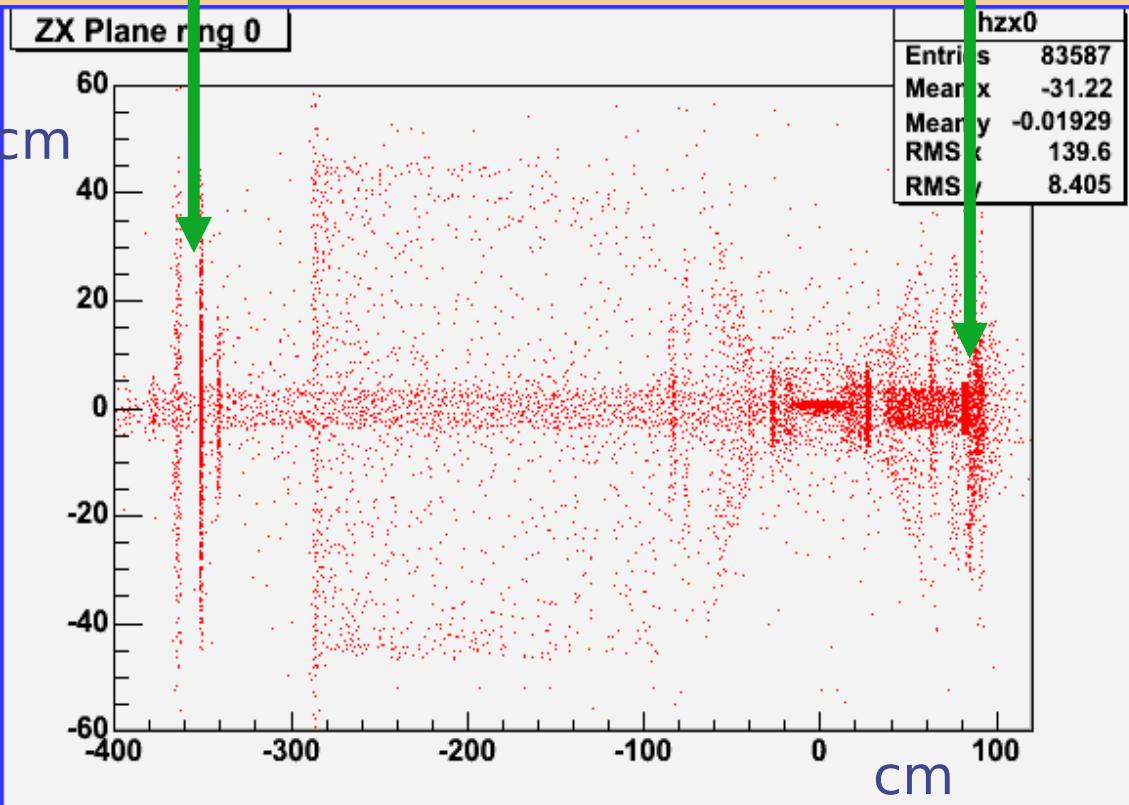
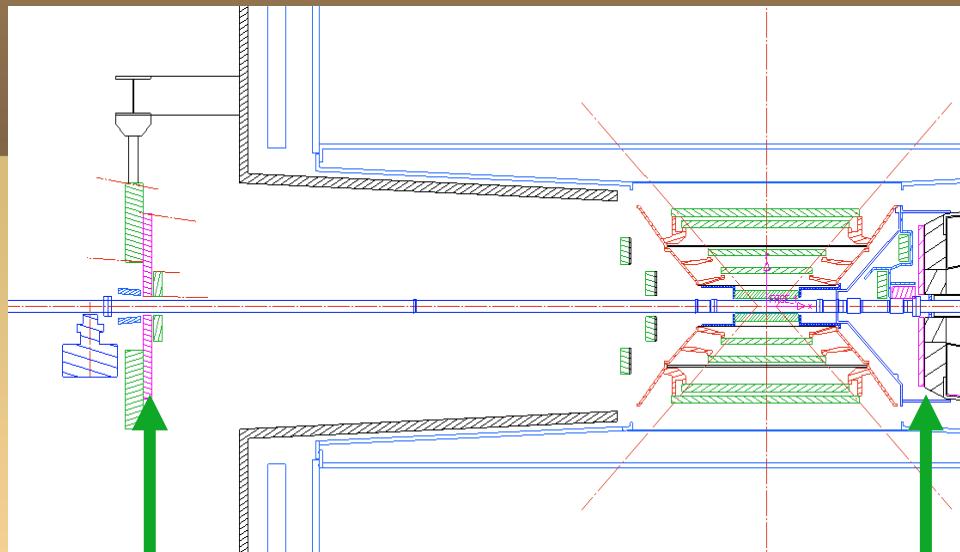
Si creemos en la naturaleza de pQCD de “jet quenching” etc. – Debemos entender modificaciones del medio inducida de propiedades de jets
e.g. *modificación de funciones de fragmentación.*



**Combinación de modelos
y MC (Hijing) es posible
explicar resultados de PHENIX.**



Checking location of the detector



Detector resolution...

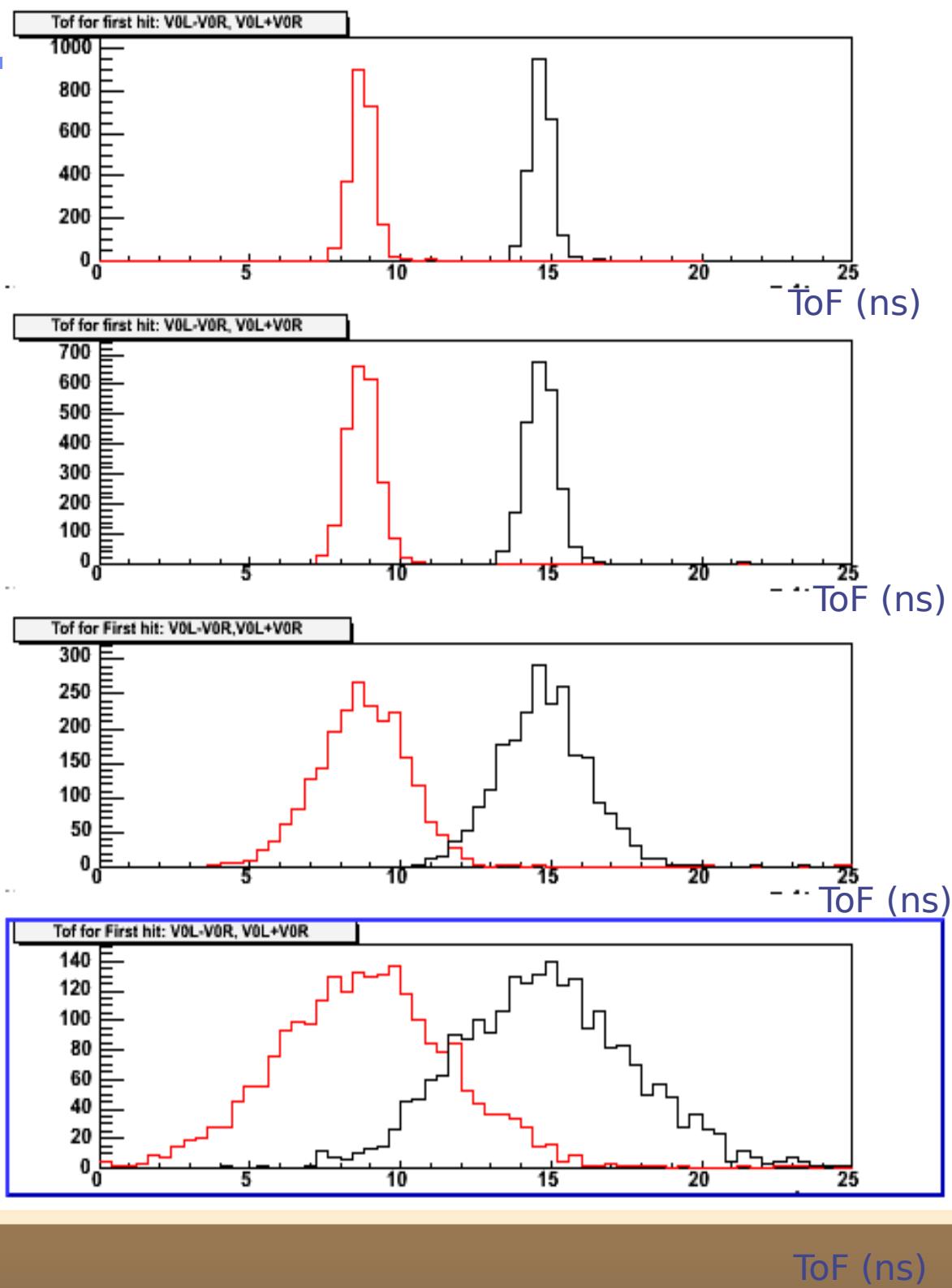
Physical resolution

Smearing with Gaussian:

0.25 ns resolution

1 ns resolution

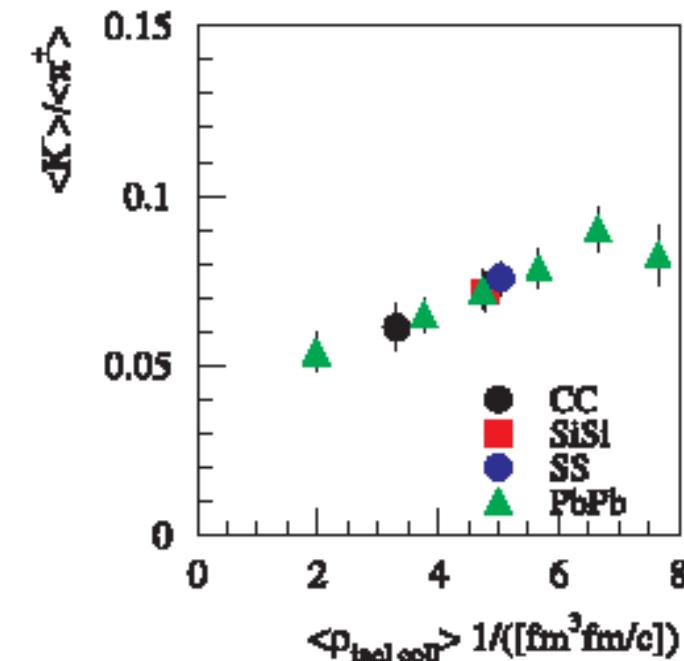
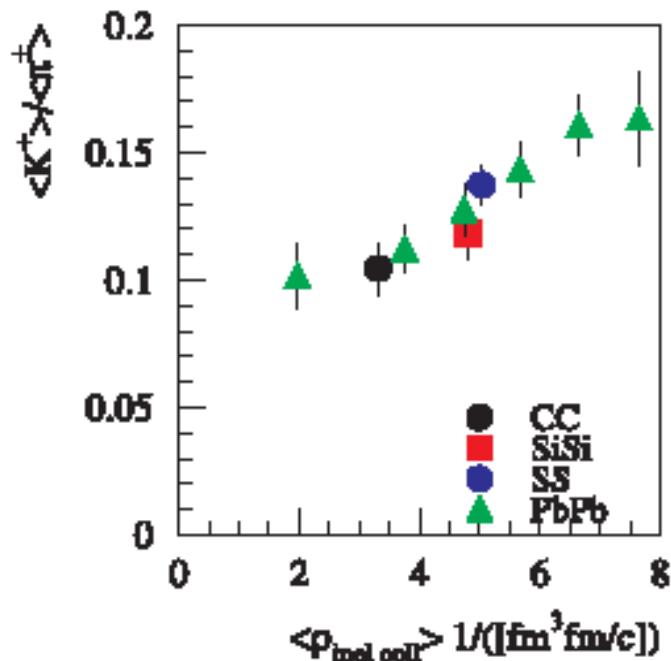
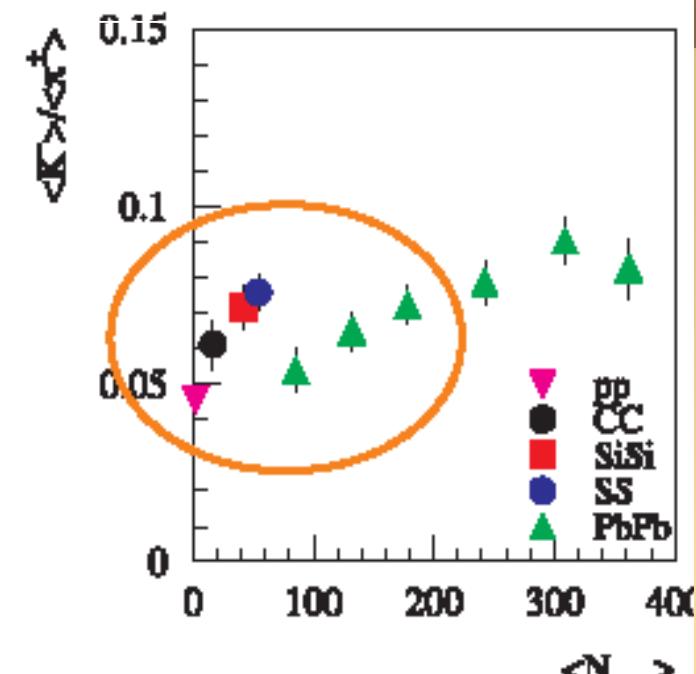
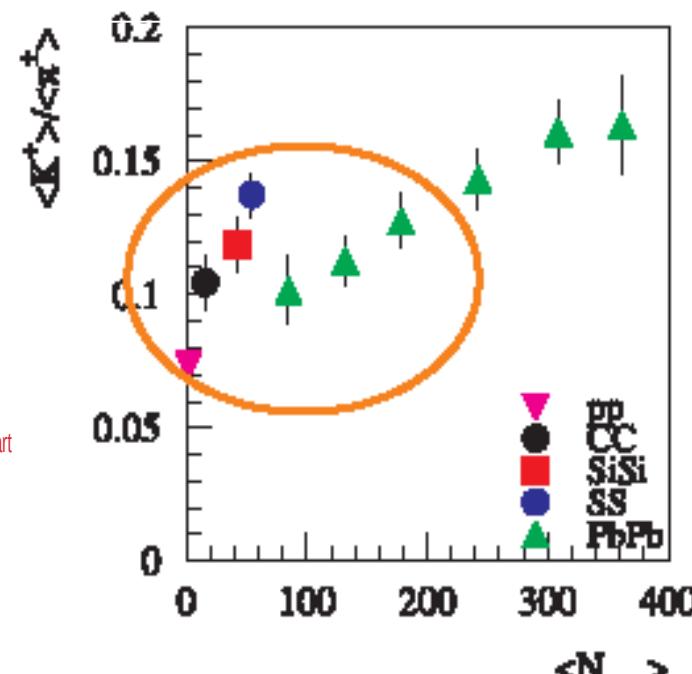
2 ns resolution



NA49: efectos de volumen (saturación ?)

- Comparación: diferentes tamaños de sistema a una energía común de haz incidente
- Busqueda de variables de escalamiento mejor que N_{part}

$$\mu_S = \frac{1}{3} \mu_B - \mu_g$$



J.Phys. G31 (2005) S147-S154

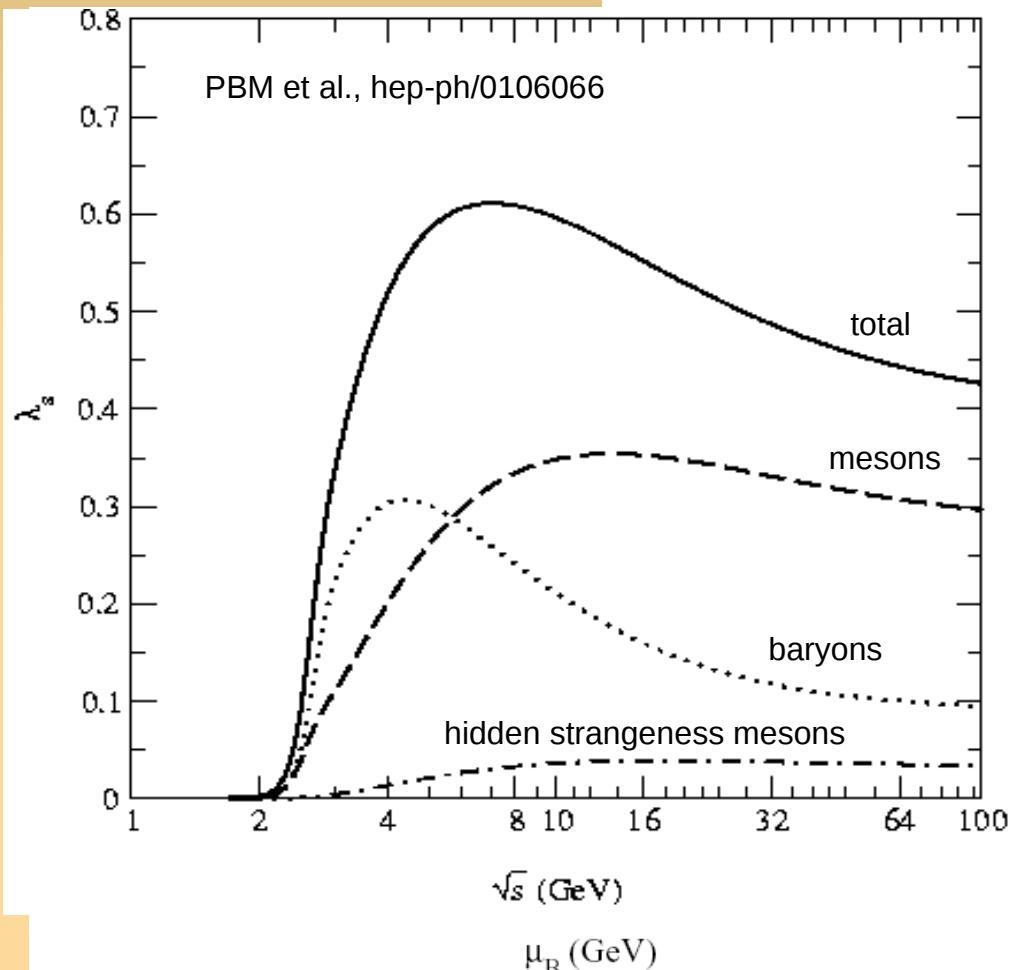
E. Cuautle-Flores

Factor de evolucion de Wroblewski

Factor de Wroblewski

$$\lambda_s \equiv \frac{2\langle s\bar{s} \rangle}{\langle u\bar{u} \rangle + \langle d\bar{d} \rangle}$$

dependiente de T y μ_B
dominado por Kaons



Peaks at 30 A GeV in AA collisions due to strong μ_B dependence

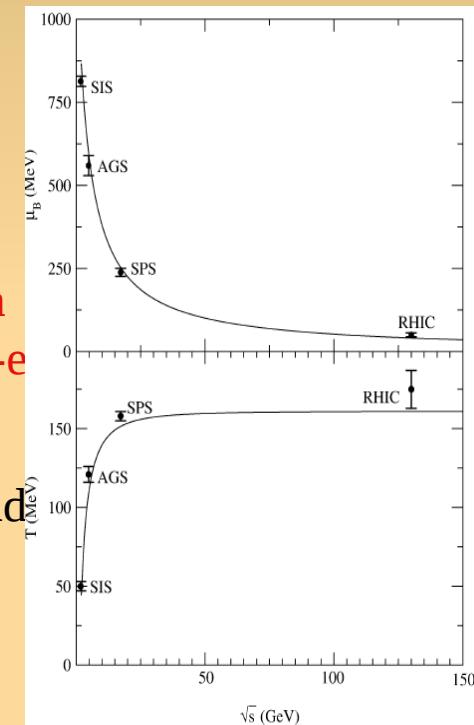
E. Cuautle-Flores

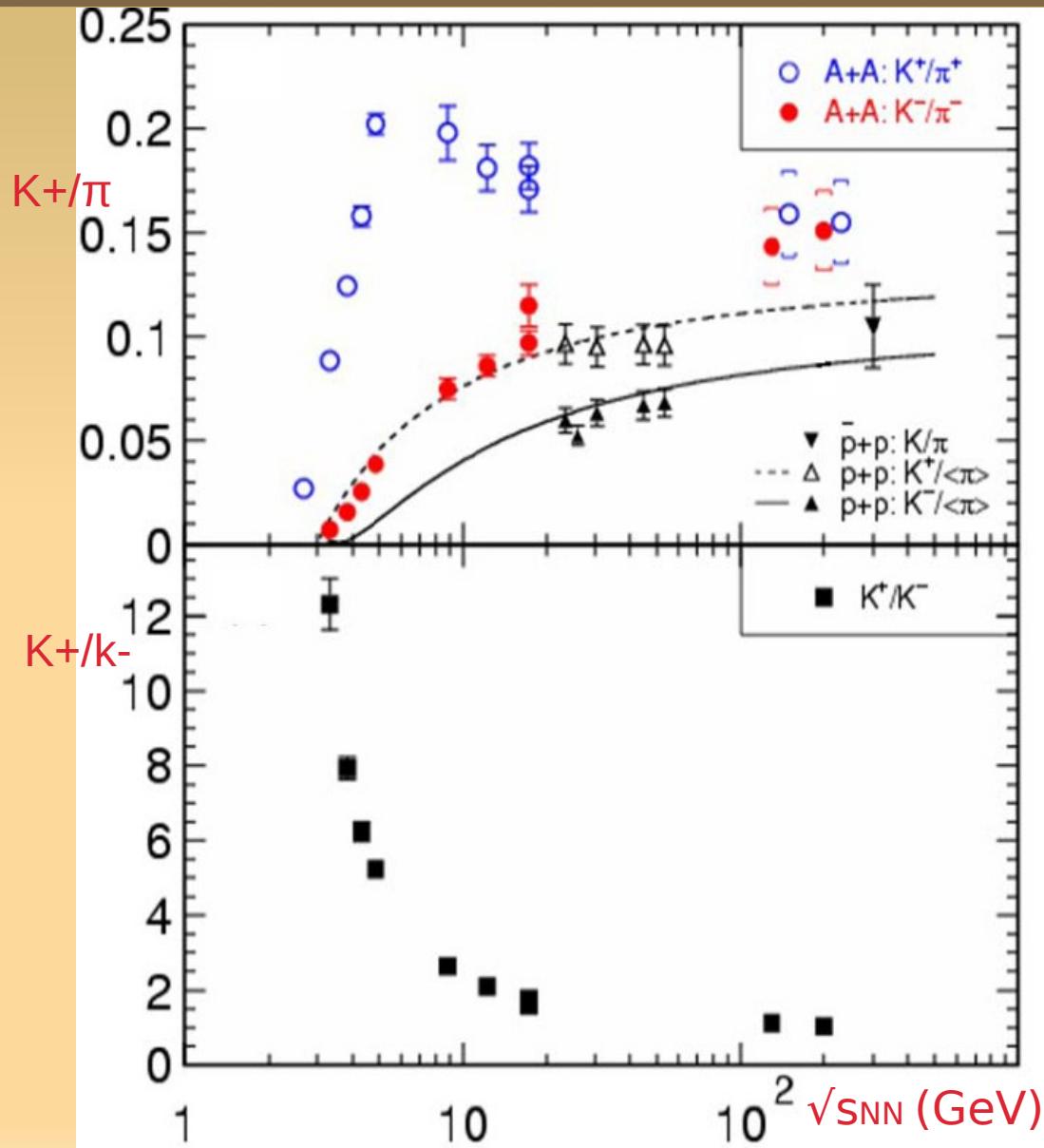
Seminario Depto. Altas Energias, ICN

Modelos estadisticos
I. Incremento en la razón
de hadrones extraños/no-e

II. El máximo es alcanzado

III. La razón de decrece
(Bariones con extrañeza son mas
afectados que los mesones con
extrañeza)

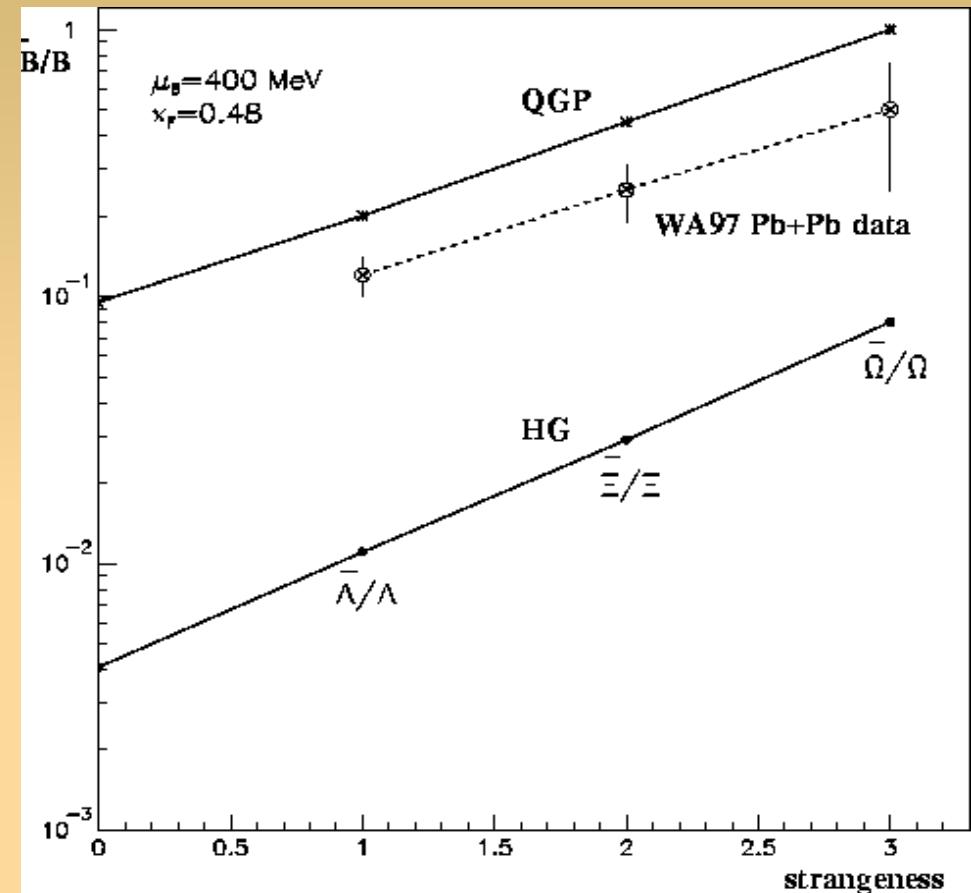




- 1) K^-/π - monotonic increase (**s/d**)
 - ✓ strangeness enhancement with entropy;
 - ✓ same trend for $A+A$ and $p+p$
 - ✓ $p+p$ K/π ratios lower than $A+A$
- 2) K^+/\bar{K}^- strongly decreases (**u/u**)
 - ✓ reduced net-baryon density at **RHIC**
 - ✓ similar K^-/K^+ ratios for $A+A$ and $p+p$ (same net-baryon density)
- 3) K^+/π^+ cumulated effect (**s/d**)
 - ✓ first increase then decrease;

Incremento de extrañeza en razón B/B

- Producción anti-barión/barión puede ser una señal del QGP cuando el potencial barioquímico se incrementa (Rafelski & Koch, Z.Phys. 1988)

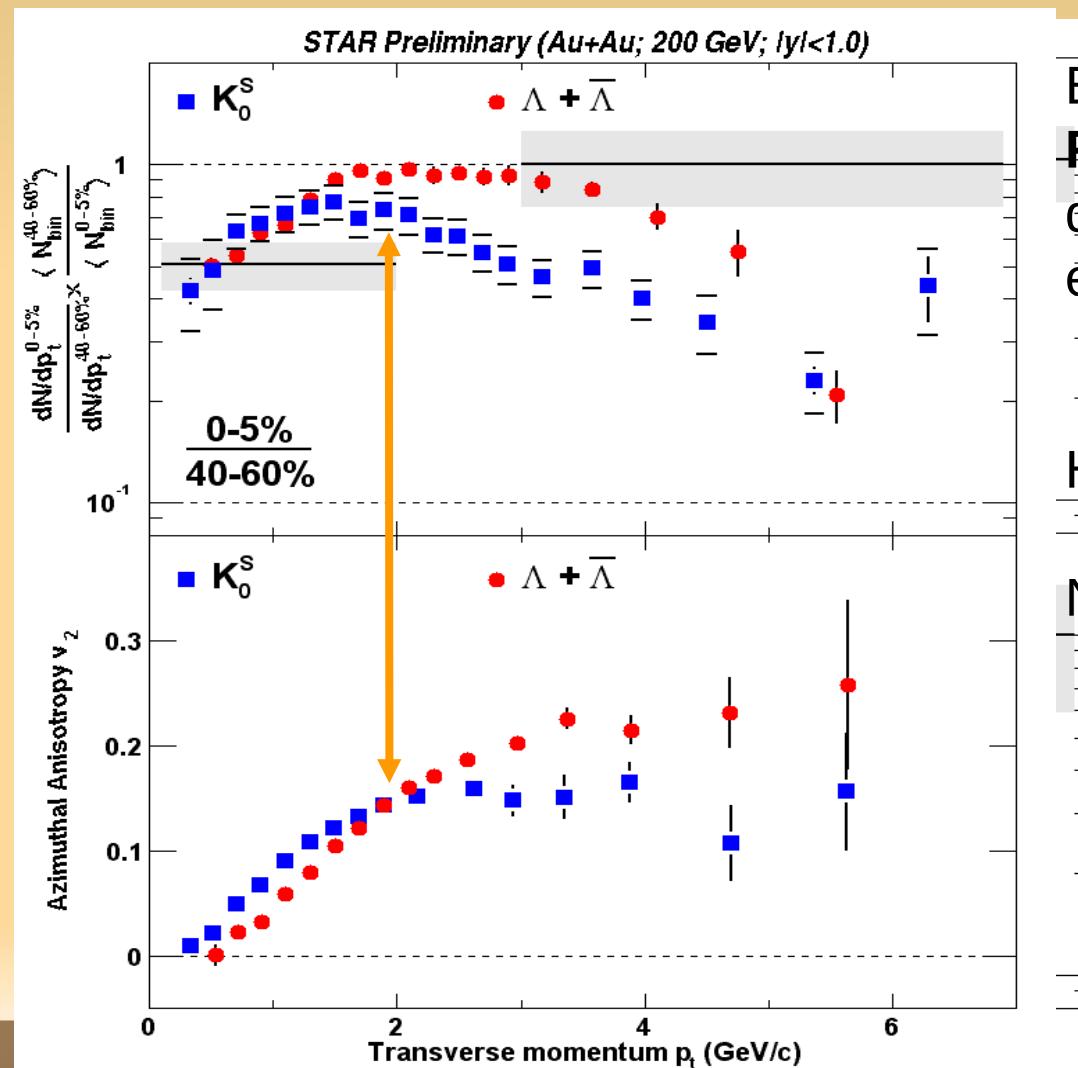


- Con disminución de potencial barioquímico (incremento de transparencia) la razón se aproxima a uno con o sin QGP, así únicamente prueba la densidad neta bariónica.

Partículas extrañas “jets”

- Medida de R_{AA} & v_2 en Au-Au

(see talks by Hui Long, Paul Sorensen and Julia Velkovska)



Efectos debido a:

Radiación de estado inicial (saturación de gluon) o **estado final** (perdidad de energía partónica, Coalescencia de quark, Flujo hadrónico/partonico) ?

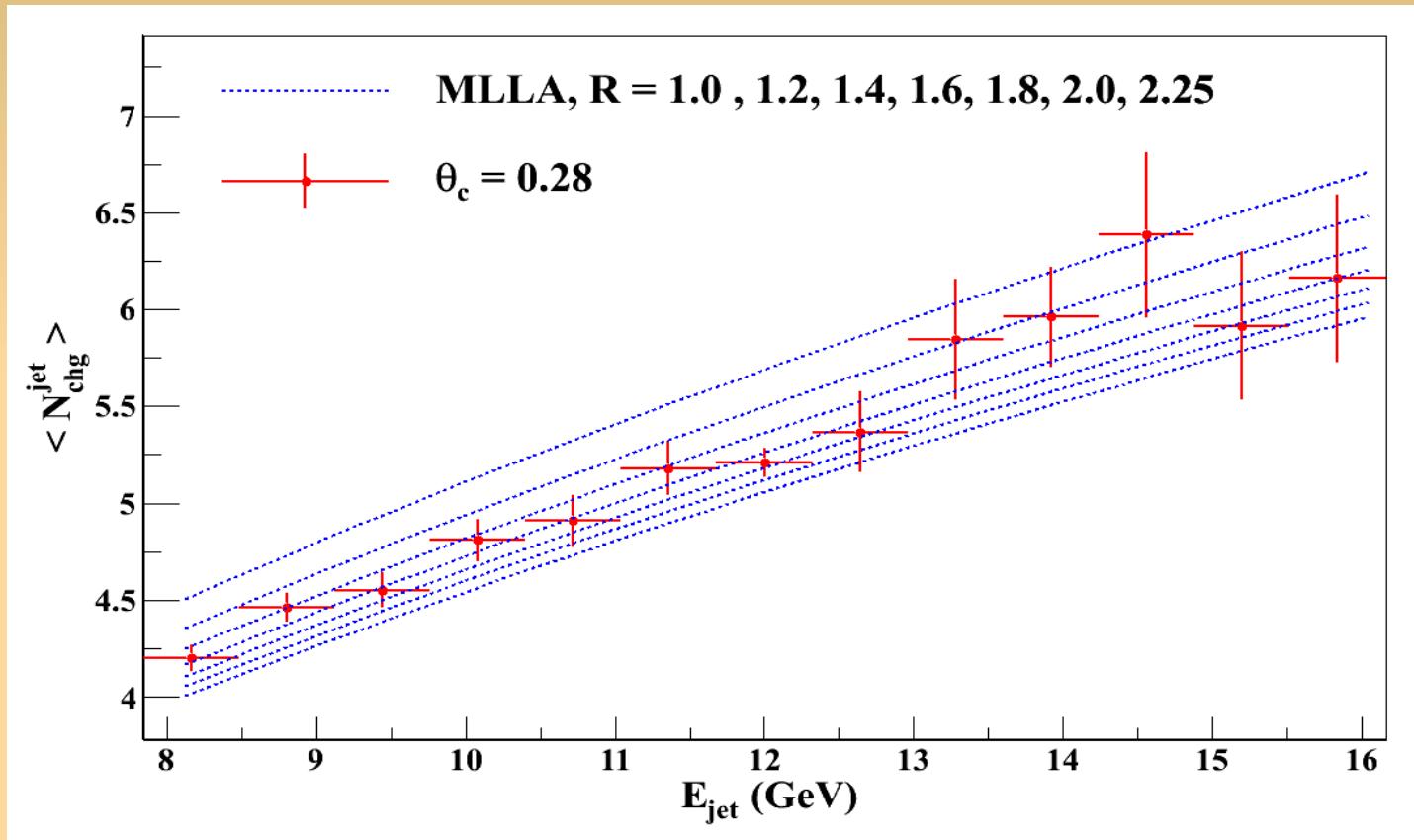
Hay dependencia de masa o de sabor?

Note: Λ no muestra supresión hast 3 GeV/c
no suppression

Main topics for the 'new' strangeness

- Can we prove that we have buildup of transverse and elliptic flow in the partonic phase by measuring multistrange baryon elliptic, transverse, and directed flow ?
- Can we show that high pt particle suppression (measured through $R(AA)$, v_2 , and back-to-back jets) is due to final state effects (e.g. quenching in the QGP) and that these effects are flavor and/or mass dependent by measuring $K^+, K^-, K^0, \Lambda, \Lambda\text{-bar}, \Xi, \Xi\text{-bar}$ $R(AA)$ functions ?
- Can we determine timescales for all phases of the collision and quantify medium modifications by precisely measuring the generation, rescattering, and regeneration of strange resonances ?
- We need pp and pA reactions for reference

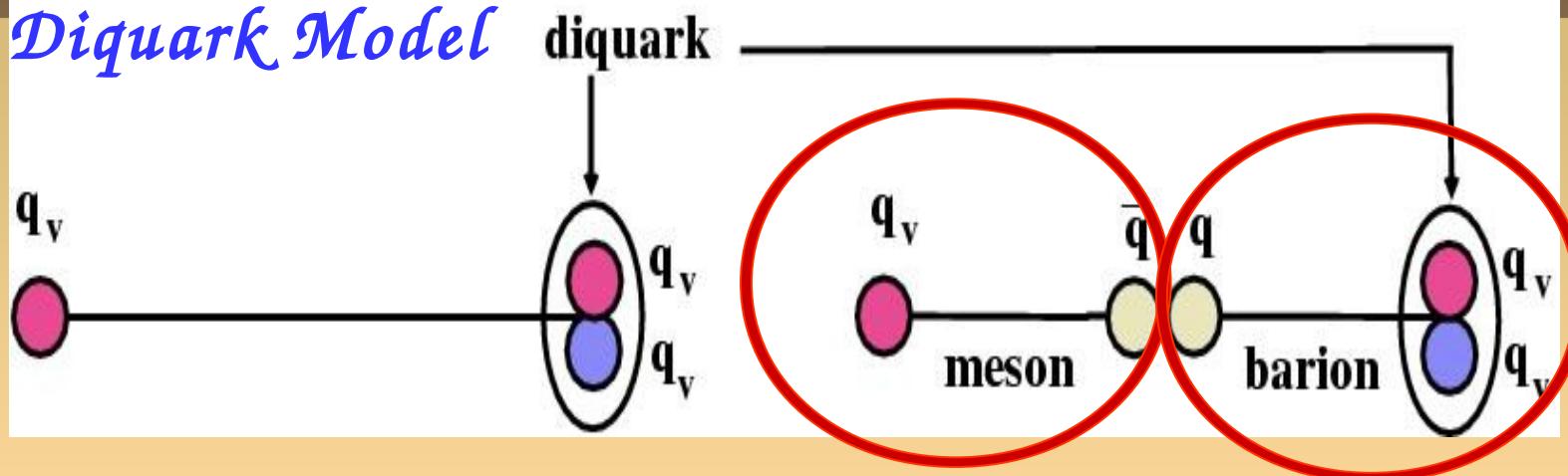
Probando la QCD perturbativa





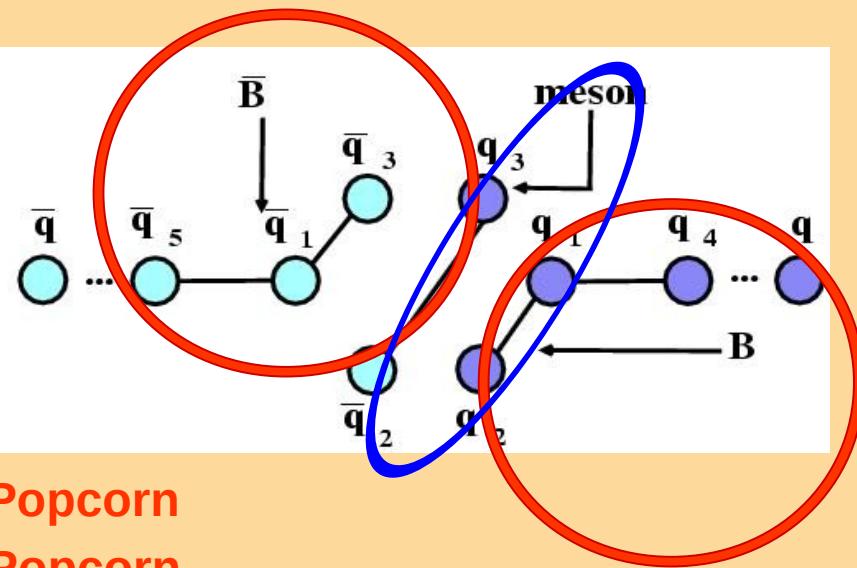
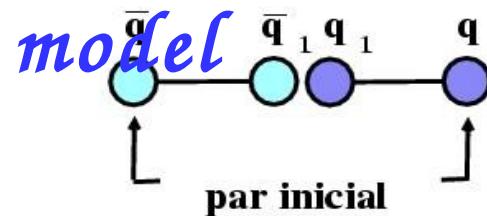
Producción de bariones

Diquark Model



Popcorn

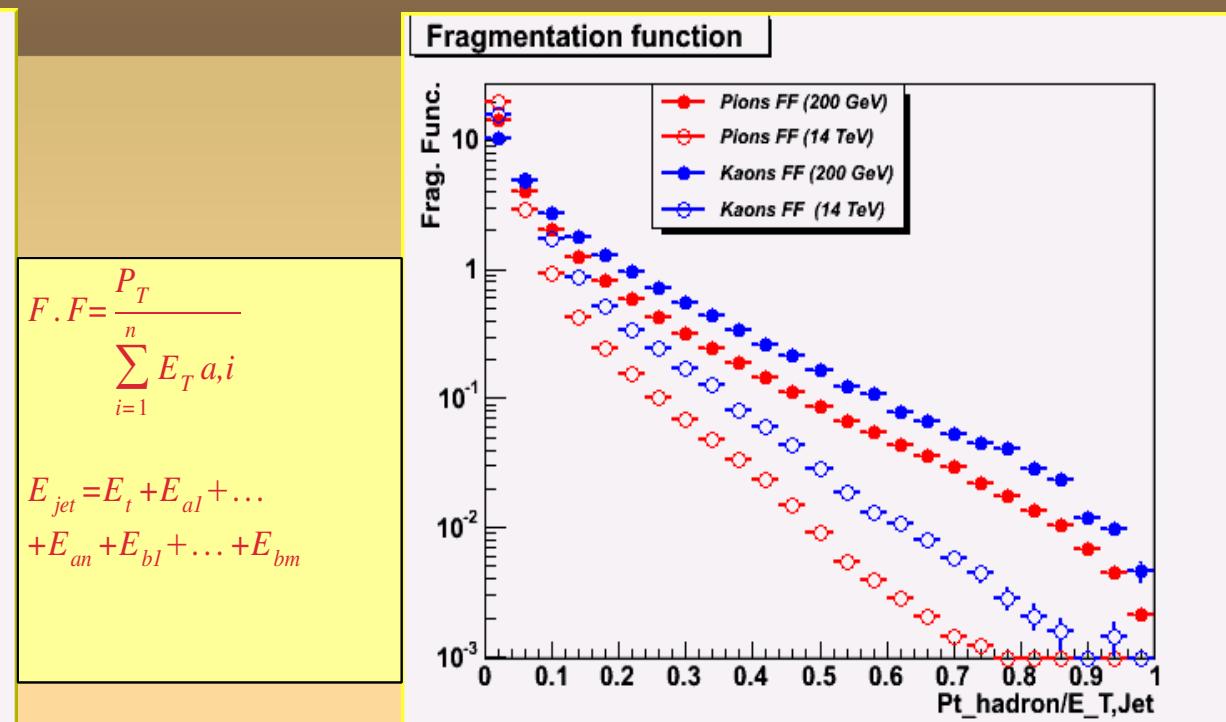
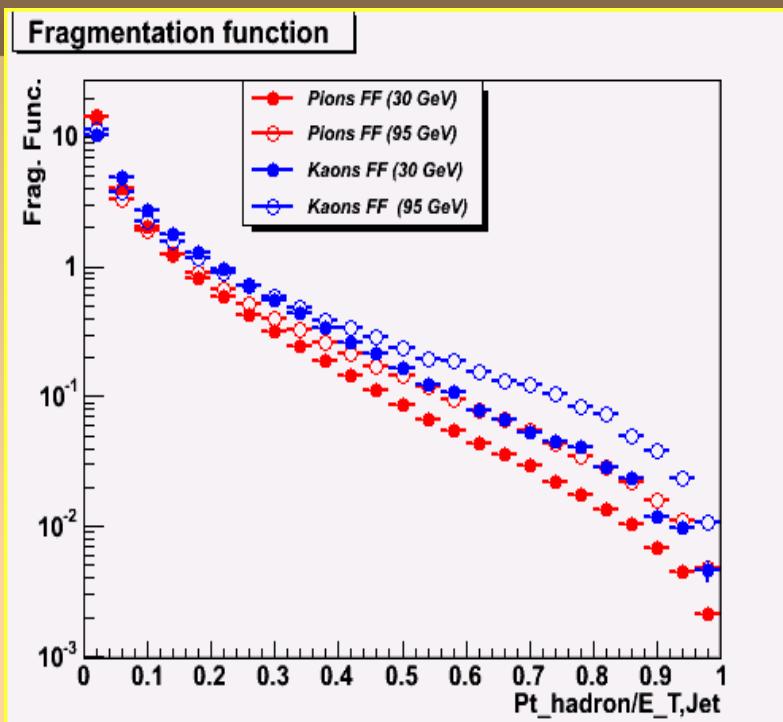
model



→ S. Popcorn

→ A. Popcorn

Instituto Depto. Altas Energias, ICN



Comparación de FF de jets con diferente energía generados a energía del CM de 200 GeV

Jet más energético ==>
Incremento en FF

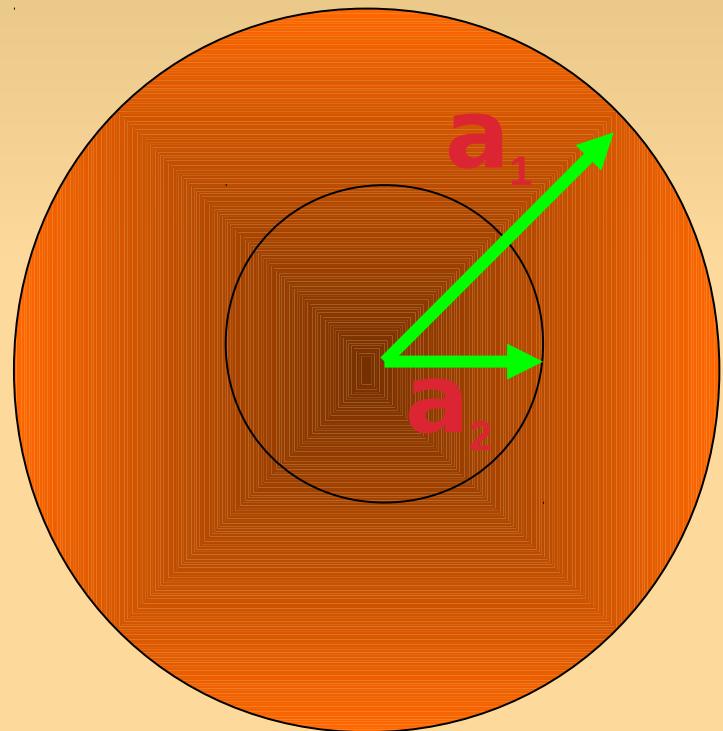
- Energía de la colisión tiene influencia en la FF:

Incremento de energía → decreimento de FF.

Impact parameter dependence

$$\rho(r) \propto \frac{1-\beta}{a_1^3} \text{Exp}\left(-\frac{r^2}{a_1^2}\right) + \frac{\beta}{a_2^3} \text{Exp}\left(-\frac{r^2}{a_2^2}\right)$$

- ✓ β is the fraction of the matter within the core
- ✓ Small core region of radius a_2
- ✓ The ratio a_2/a_1 regulate the core size

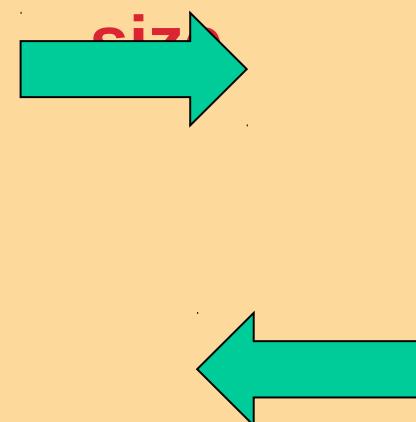


$$\text{PARP(83)} = 0.5 = \beta$$

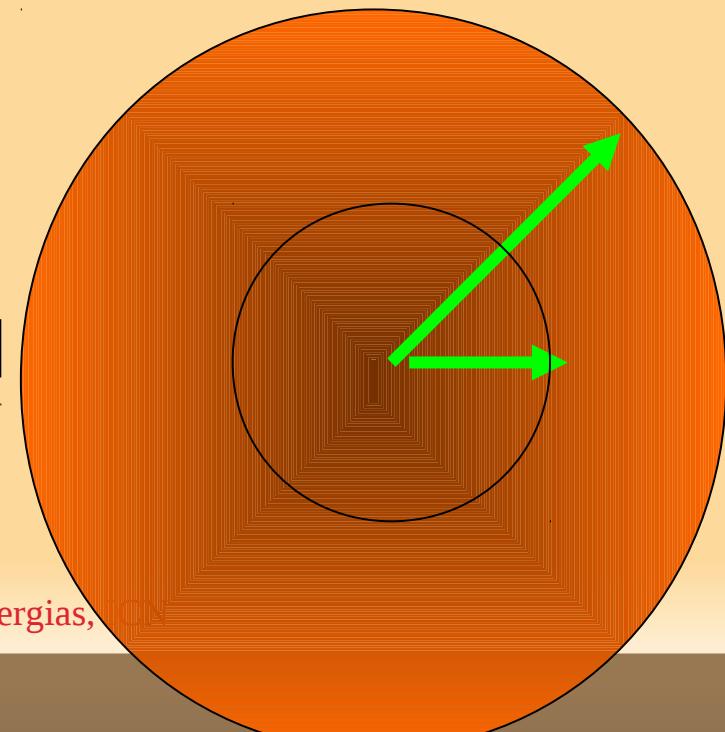
$$\text{PARP(84)} = 0.2 =$$

E. Cuautle-Flores

$$a_2/a_1$$

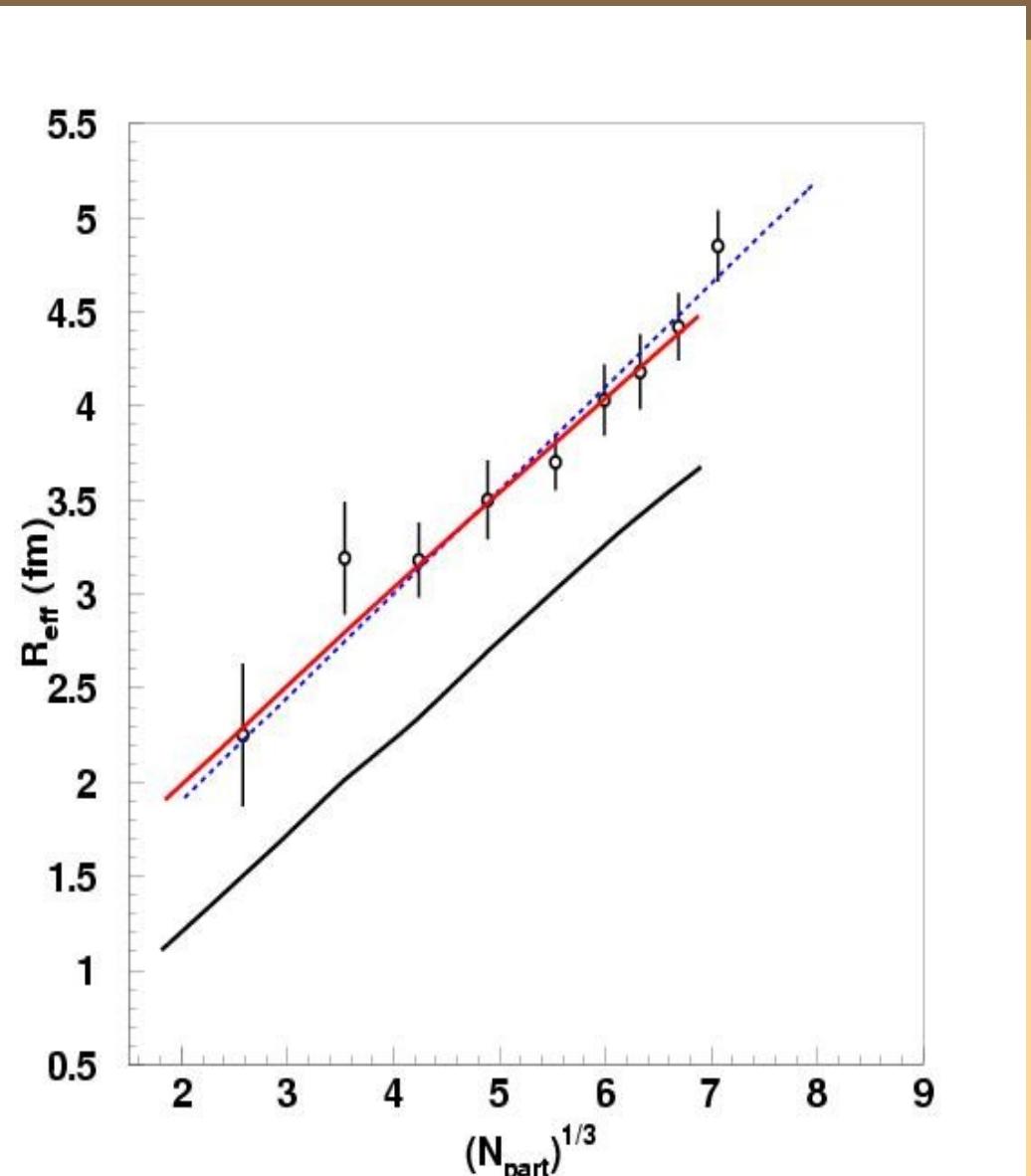


Seminario Depto. Altas Energias,





Rside: Model vs data.



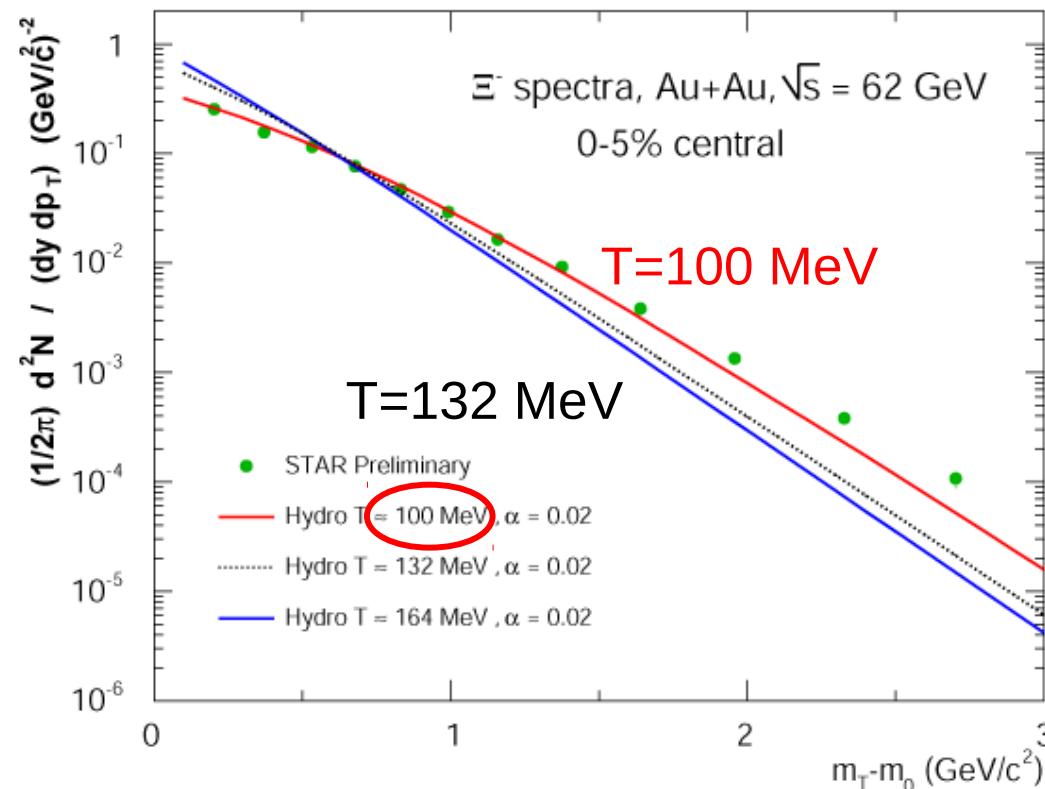
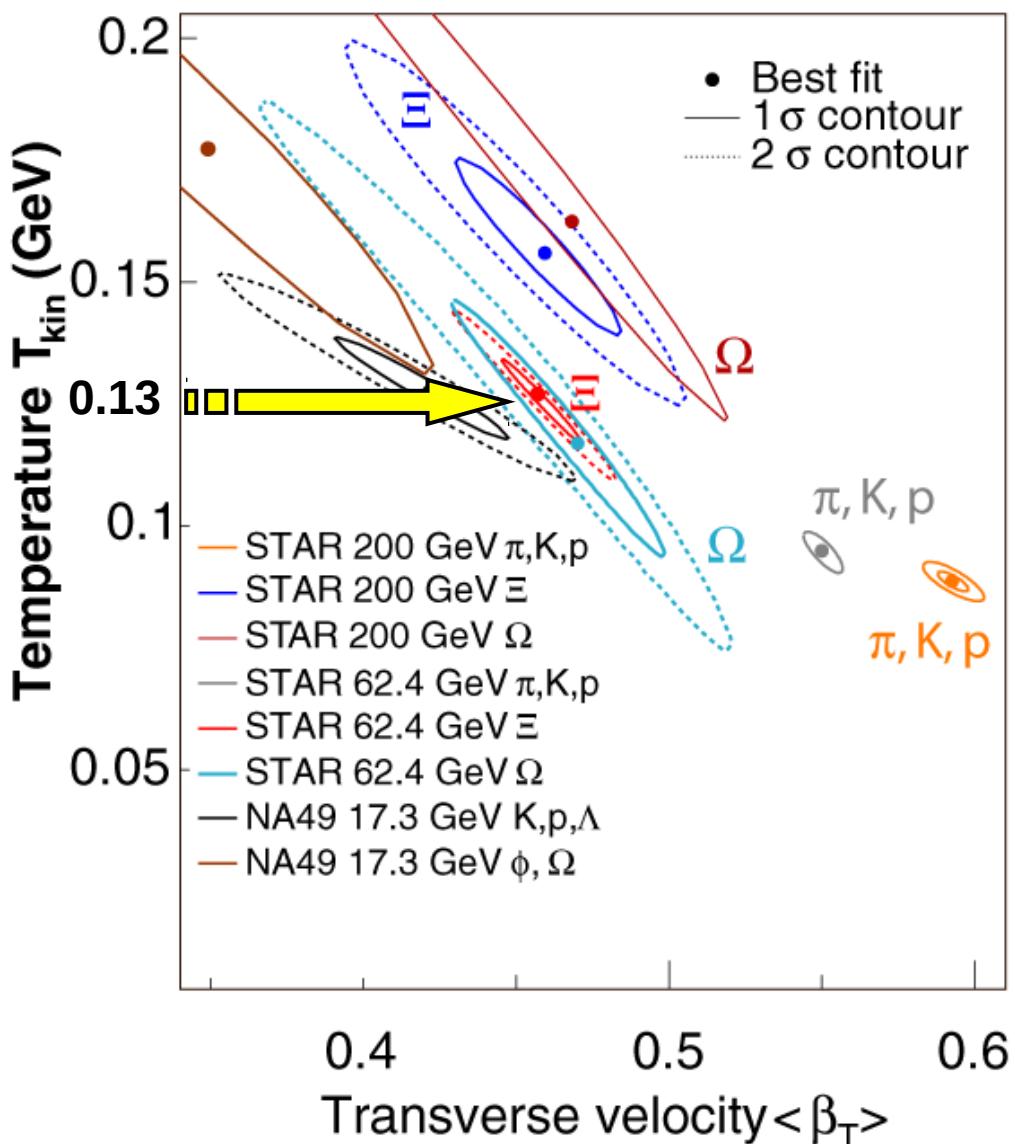
Data to Rside from PHENIX:
Phys. Rev. Lett. 93 152302 (2004)

Radii vs centrality of the collisions.
Radii increase in complete agreement with PHENIX results

Radii was extracted from a fit of C2 to a Gaussian distribution.

Flujo radial

Colision más central



T_{kinetic} de Blast-Wave no es igual a la temperatura del modelo hidrodinámico