

# Estudio de la razón barión-mesón en sistemas pequeños a energías del LHC

Alejandro Contreras Munive<sup>1</sup>, Irais Bautista Guzmán<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<sup>2</sup>Cátedra CONACYT

IV Congreso de la Red Mexicana Científica y Tecnológica para ALICE-LHC (Red ALICE).

4 de noviembre de 2017



**BUAP**

# Contenido

## Introducción

Motivación

## Modelo de Percolación de Cuerdas de Color

El Modelo

## Razones de Producción

Distribuciones de Momento Transverso

Razones de producción

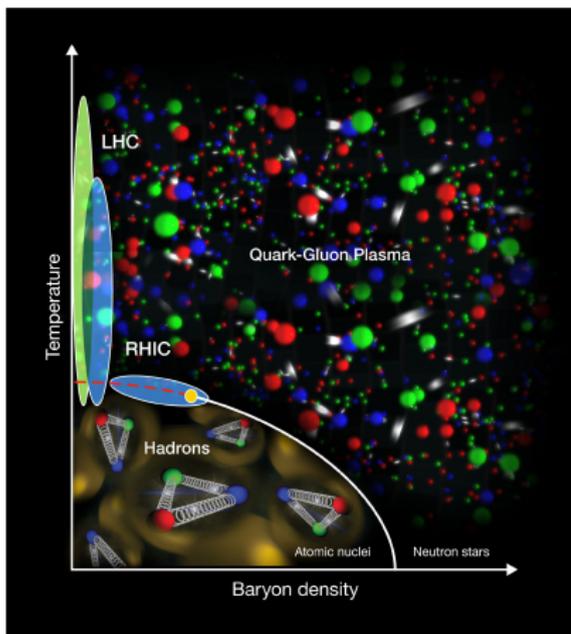
## Referencias



**BUAP**

## QCD Matter

- ▶ QCD Matter se refiere a cualquiera de una serie de fases teorizadas de la materia que se producirían a temperaturas y/o densidades extremadamente altas.
- ▶ En el universo temprano se presentaron dichas condiciones, dando lugar a estas fases.
- ▶ En el régimen no perturbativo, las ecuaciones de QCD predicen que en una de estas fases, llamada plasma de quark-gluón (QGP), quarks y gluones están inmersos en un medio con libertad asintótica.



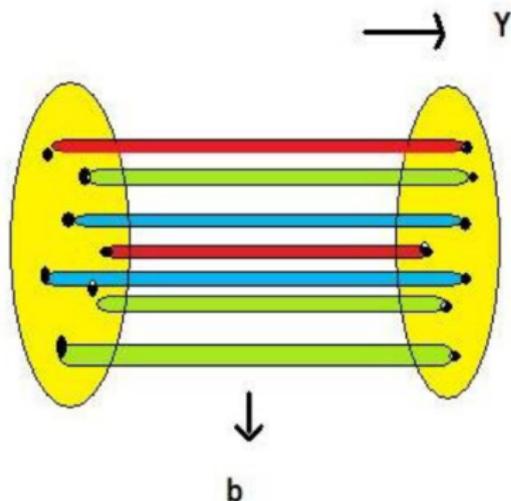
## Descripción

- ▶ Se basa en una teoría de percolación bidimensional continua, la cual supone que los campos de color que se crean en el momento de una colisión son cuerdas que al proyectarse en el plano del parámetro de impacto forman discos[1],[2] de radio  $r_0 \sim ,25fm$  y área  $S_1 = \pi r_0^2$ .

**BUAP**

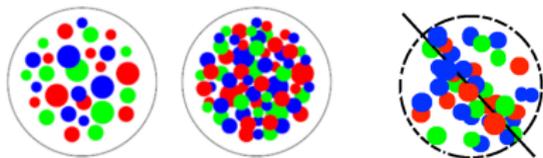
## Descripción

- Se basa en una teoría de percolación bidimensional continua, la cual supone que los campos de color que se crean en el momento de una colisión son cuerdas que al proyectarse en el plano del parámetro de impacto forman discos [1],[2] de radio  $r_0 \sim ,25fm$  y área  $S_1 = \pi r_0^2$ .



## Descripción

- ▶ A una densidad crítica un cluster macroscópico aparece marcando la transición de fase geométrica.



- ▶ Debido a la sumatoria aleatoria de las cargas de color, se genera una reducción en la multiplicidad de partículas y un incremento en el promedio de la tensión de las cuerdas. Al aumentar la tensión de las cuerdas, éstas decaen en nuevos pares de cuerdas, que a su vez decaen en nuevos partones y luego hadronizan, produciendo partículas por estas interacciones entre los partones, mediante el mecanismo de Schwinger.



## Parámetros en el modelo

- Densidad de cuerdas de color:

$$\xi = N_s \frac{S_1}{S_2}, \xi_c = 1,1 - 1,5$$

- Área cubierta al alcanzar el valor crítico :

$$1 - e^{-\xi}$$

- Número de cuerdas:

$$N_p^s = 2 + 4 \left( \frac{r_0}{R_p} \right)^2 \left( \frac{\sqrt{s}}{m_p} \right)^{2\lambda}$$

- Para el límite de  $n$  grande, las multiplicidades y el momento

transverso son de la forma:

$$\langle \mu_n \rangle = \sqrt{\frac{n S_n}{S_1}} \langle \mu_1 \rangle$$

$$\langle p^2_{T_n} \rangle = \sqrt{\frac{n S_1}{S_n}} \langle p^2_{T_1} \rangle$$

- Factor de reducción de color:

$$F(\xi) = \sqrt{\frac{1 - e^{-\xi}}{\xi}}$$

- Multiplicidad

$$\frac{dn}{dy} \sim F(\xi) \bar{N}_s$$



## Distribuciones de Momento transverso

- La distribución de momento para colisiones  $p-p$  está dada por una ley de potencias, y tiene la forma:

$$\frac{1}{N} \frac{d^2 N}{d\eta dp_T} = \frac{a \left( p_0 \frac{F(\zeta_{pp})}{F(\zeta_{HM})} \right)^{\alpha-2}}{\left[ p_0 \sqrt{\frac{F(\zeta_{pp})}{F(\zeta_{HM})}} + p_T \right]^{\alpha-1}}. \quad (1)$$

Donde  $a, p_0$  y  $\alpha$  son parámetros con los siguientes valores[1]:

$\sqrt{s}$	$a$	$p_0$	$\alpha$
0,9	$23,29 \pm 4,48$	$1,82 \pm ,54$	$9,40 \pm 1,79$
2,76	$22,48 \pm 4,20$	$1,54 \pm ,46$	$7,94 \pm 1,41$
7	$33,11 \pm 9,31$	$2,31 \pm ,87$	$9,78 \pm 2,53$

**Cuadro:** Parámetros de la Distribución de momento transverso a distintas energías.



## Distribuciones de Momento Transverso

- Realizando la diferenciación del espectro para cada especie de hadrón producido[3],[4], en concreto kaones y protones llegamos a:

**BUAP**

## Distribuciones de Momento Transverso

- ▶ Realizando la diferenciación del espectro para cada especie de hadrón producido[3],[4], en concreto kaones y protones llegamos a:

$$\frac{1}{N} \frac{d^2 N}{d\eta dp_T} = \beta \exp \left( \frac{-m_{\kappa,p} F(\zeta_{pp})}{\langle p_T \rangle^2 + \langle p_{\kappa,p} \rangle^2} \right) \frac{1}{N} \frac{d^2 N}{d\eta dp_T} (\pi) \quad (2)$$

- ▶ Donde  $\beta$  representa un parámetro de normalización que varía de acuerdo a la energía de la colisión, para calcularlo es necesario hacer ajustes a datos obtenidos de colisiones periféricas y de sesgo mínimo del experimento CMS[5].
- ▶ Para poder realizar estos ajustes, también debemos conocer el valor de  $F(\zeta_{pp})$ , dichos valores se muestran a continuación:

$\sqrt{s}$	$F(\zeta_{pp})$
0,9	0,91456144
2,76	0,885818608
7	0,852129259

Cuadro: Valores de  $F(\zeta_{pp})$  a distintas energías.



## Ajustes para las Distribuciones de Momento

- Una vez que tenemos los valores necesarios, procedemos a realizar los ajustes y a su vez, calcular los valores de  $\beta$ .

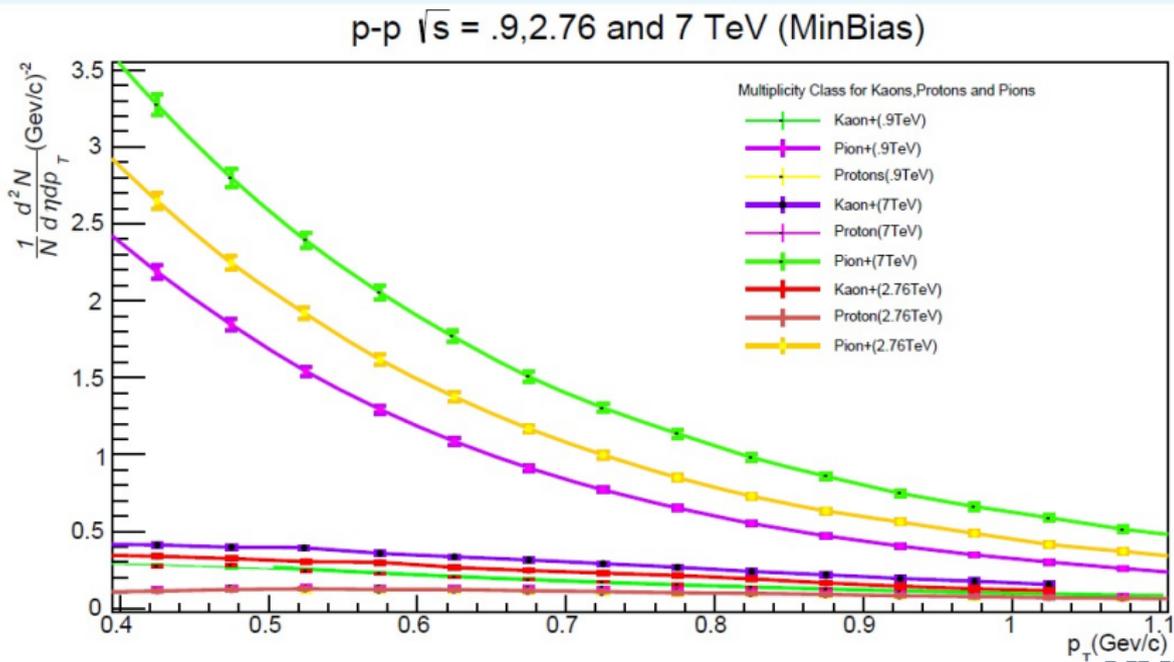
$\sqrt{s}$	$\beta$
0,9	$0,5 \pm 0,02$
2,76	$0,3 \pm 0,01$
7	$0,31 \pm 0,02$

Cuadro: Valores de  $\beta$  a distintas energías.



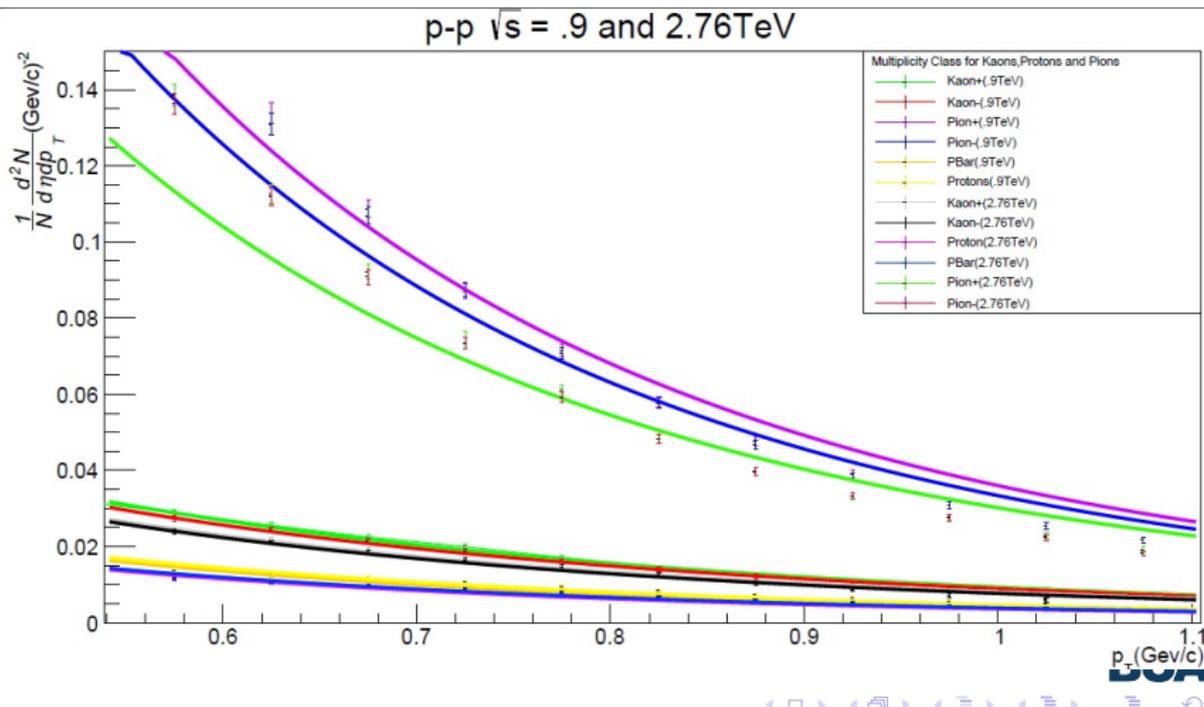
**BUAP**

## Distribuciones de Momento Transverso



UNAP

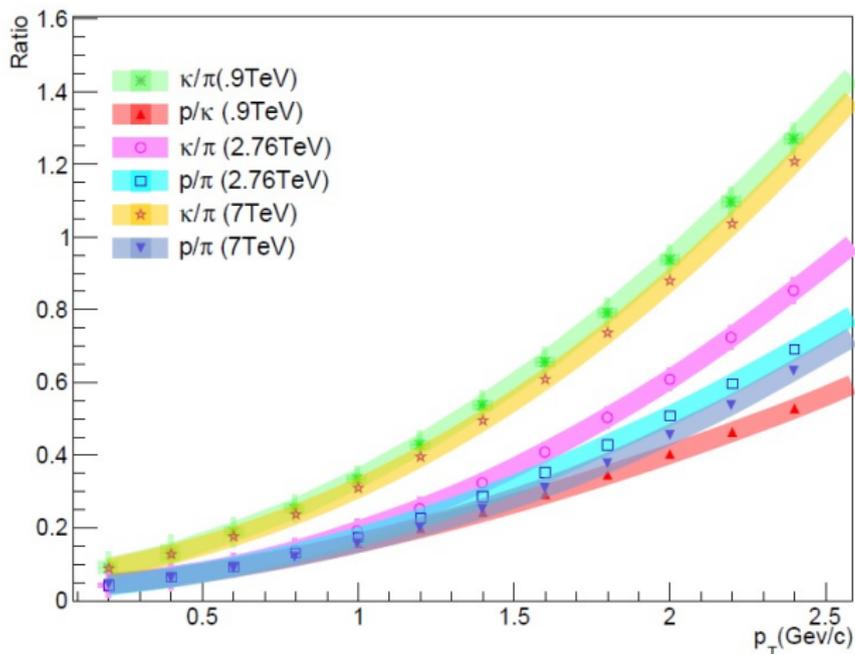
## Distribuciones de Momento Transverso



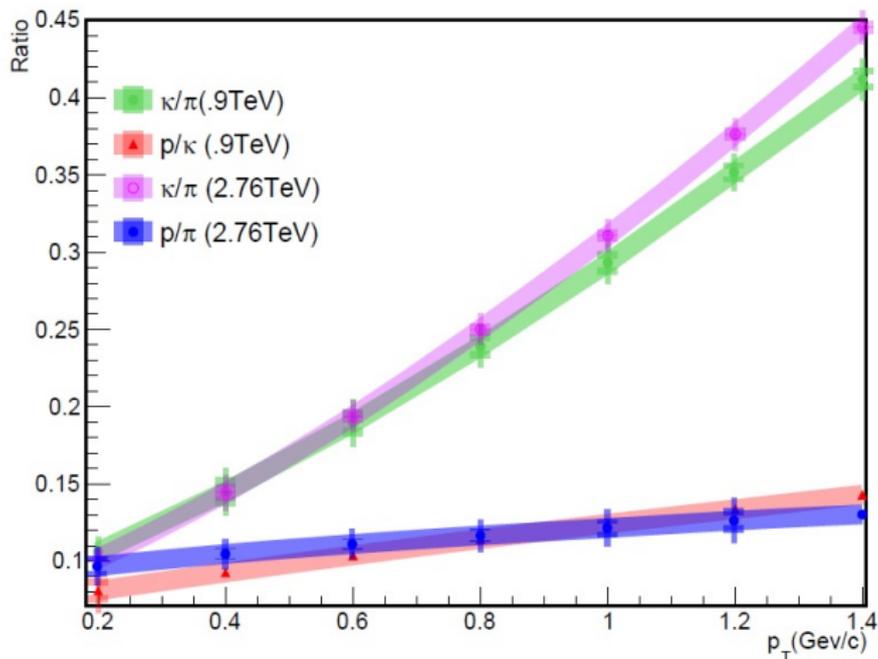
## Razón $\kappa/\pi$ y $p/\pi$

- ▶ Resultados obtenidos recientemente en LHC han mostrado que el estado creado a estas energías, presenta muchas de las propiedades que caracterizan al QGP.
- ▶ La producción de bariones y mesones en este estado tiene una clara modificación, es por ello que estudiaremos dicha observable para el caso de  $\kappa/\pi$  y  $p/\pi$
- ▶ Una vez que hemos hecho los ajustes de las distribuciones, y calculado los parámetros, tenemos todos los elementos para calcular el valor numérico de la Ecuación(2) y en consecuencia las razones, que se muestran a continuación.

**BUAP**

Razón  $\kappa/\pi$  y  $p/\pi$ 

**BUAP**

Razón  $\kappa/\pi$  y  $p/\pi$ 
**BUAP**

## Conclusiones

Se observa un incremento en la producción de kaones respecto a la producción de piones que incrementa con la energía para distribuciones de sesgo mínimo en colisiones pp. Se observa que existe una ligera modificación en la producción de kaones con la energía incluso para colisiones periféricas que aumentaron el incremento de  $p_T$ , sin embargo este efecto es invertido para la producción de protones que se observa ligeramente modificado de .9TeV a 2.76 TeV. En el caso de las distribuciones de sesgo mínimo lo que se observa un incremento con la energía que aumenta con el momento transversal, siendo mayor el incremento en la producción de mesones  $\kappa$  que de bariones  $p$ . Se requieren estudios para la razón de producción de otros bariones y mesones cargados que nos permitan concluir sobre el ensanchamiento de estos efectos debido a la colectividad del sistema.



**BUAP**

GRACIAS!!



**BUAP**

## Referencias

- [1] *M. A. Braun, J. D. Deus, A. S. Hirsch, C. Pajares, R.P Scharenberg and B. K. Srivastava, Phys. Rept. 599 (2015) 1.*
- [2] *I. Bautista, A. Fernández, P. Ghosh, Phys. Re D 92 (2015) 7.*
- [3] *I. Bautista, L. Cunqueiro, J. D. de Deus and C. Pajares, J. Phys. G 37 (2010) 015103.*
- [4] *I. Bautista and C. Pajares, Phys. Rev. C 82 (2010)034912.*
- [5] *S. Chatrchyan et al. [CMS Collaboration], Eur. Phys. J. C 72 (2012) 2164.*

**BUAP**