

Búsqueda de fuentes cósmicas de radiación gamma de muy alta energía con el detector AIROBICC del experimento HEGRA.

Abelardo Moralejo, José Luis Contreras, Victoria Fonseca y la Colaboración HEGRA.

Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad Complutense de Madrid. Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid.

La detección de la luz Cherenkov producida por las cascadas de e^\pm iniciadas en la alta atmósfera por fotones de muy alta energía, es actualmente la técnica más empleada en astronomía gamma con instrumentos situados en tierra. La energía umbral de esta clase de telescopios, que viene determinada por la necesidad de discriminar la luz Cherenkov del resto de contribuciones a la luz de fondo del cielo nocturno, varía entre 300 GeV y la y las decenas de TeV (dependiendo fundamentalmente de la superficie de los colectores de luz y del tamaño del campo de visión del instrumento). Este rango espectral es, por el momento, inaccesible a los telescopios embarcados en satélites, de áreas efectivas muy reducidas. La mayor dificultad que comparten todas las técnicas de astronomía gamma terrestre es la existencia de un fondo isotrópico de cascadas debidas a rayos cósmicos cargados, mucho más abundantes que las iniciadas por fotones. Sólo seis objetos han sido detectados con certeza a $E_\gamma > 300$ GeV : tres pleriones (la Nebulosa del Cangrejo, 1706-44 y Vela), un *SNR shell-type* (SN 1006), y dos objetos BL Lac (Markarian 421 y Markarian 501).

El detector AIROBICC (*AIR-shower OBServation with angle-Integrating Cherenkov Counters*) es parte del experimento HEGRA (*High Energy Gamma Ray Astronomy*), situado en el observatorio del Roque de los Muchachos (isla de La Palma), a 2200 metros de altitud. AIROBICC es una matriz de 97 contadores de fotones Cherenkov dispuestos en una superficie cuadrada de unos 200×200 metros. Los contadores, que constan de un fotomultiplicador y un concentrador de luz, determinan el tiempo de llegada y la densidad del frente de fotones Cherenkov (que es aproximadamente un disco de unos pocos nanosegundos de espesor) en sus respectivas posiciones, lo que permite reconstruir la dirección del primario (perpendicular al frente) con una resolución angular de unas décimas de grado. El campo de visión de AIROBICC es de alrededor de 1 estereorradián. El ritmo de detección de cascadas oscila entre 20 y 30 hercios, dependiendo de las condiciones de observación, y la energía umbral para fotones de incidencia vertical es de unos 15 TeV. Se presenta en este

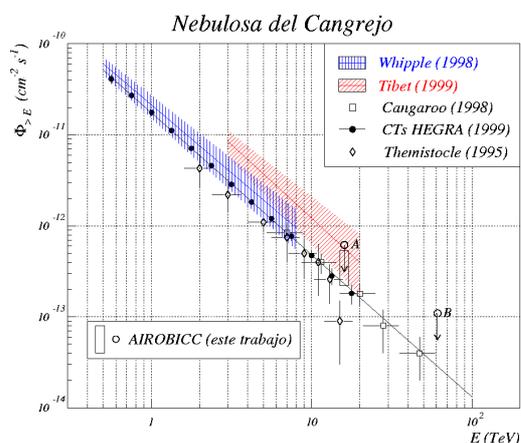


Fig. 1. Espectro de alta energía de la Nebulosa del Cangrejo. Se muestran los resultados obtenidos con AIROBICC junto a los de otros experimentos.

trabajo el análisis de los datos registrados por AIROBICC entre 1994 y 1999, en busca de posibles anisotropías en la distribución de las cascadas, debidas a fuentes puntuales de radiación gamma. Se han seleccionado 197 objetos que, por diversas razones, se consideran buenos candidatos a emisores de muy alta energía (fundamentalmente núcleos galácticos activos y nebulosas remanentes de supernova), y se ha evaluado la significancia estadística de los excesos (o defectos) de sucesos observados, en su entorno, sobre el fondo esperado de rayos cósmicos. No hemos encontrado evidencia estadísticamente significativa de emisión gamma continua procedente de ninguno de estos objetos. La distribución de significancias es compatible con una gaussiana de media 0 y varianza 1, como se esperaría

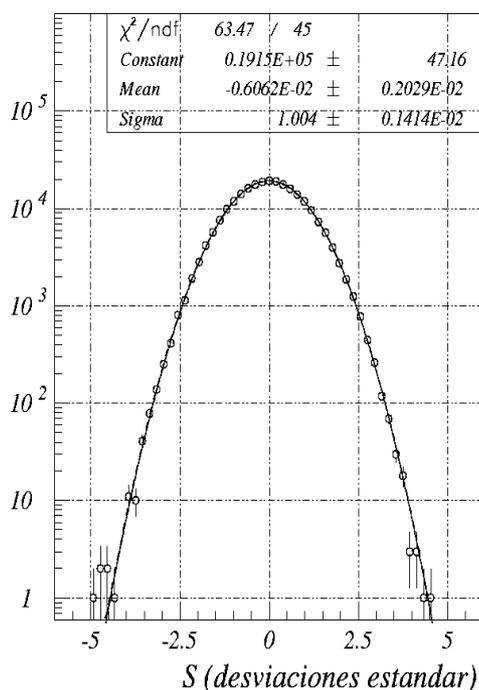


Fig. 2. Búsqueda de fuentes puntuales en el cielo accesible a AIROBICC: distribución de las significancias estadísticas de los excesos y defectos de sucesos respecto al fondo esperado.

en ausencia de fuentes. Para los 197 objetos se han establecido límites superiores al flujo (al 90% de nivel de confianza) que son, en media, de 1.3 veces el flujo de la Nebulosa del Cangrejo, la candela estándar en este rango de energías. Es interesante destacar que esta fuente, la más intensa a energías de alrededor de 1 TeV, presenta el tercer mayor exceso observado en la muestra (2.3 desviaciones estándar sobre el fondo esperado). Interpretando este exceso como debido a fotones, el flujo obtenido (fig. 1) es compatible con las medidas de otros experimentos. La búsqueda de emisión gamma continua se ha extendido a todo el cielo observable por AIROBICC (la banda de declinación comprendida entre 0 y 60°), utilizando un método de análisis más sencillo y menos sensible, con resultado igualmente negativo. De nuevo, las anisotropías observadas en la distribución de cascadas atmosféricas son atribuibles a fluctuaciones estadísticas del fondo isótropo de rayos cósmicos (fig. 2). Los límites superiores absolutos al flujo varían (con la declinación) entre 6 y 10 veces el de la Nebulosa del Cangrejo.

Finalmente, hemos realizado una búsqueda de posibles excesos debidos a actividad esporádica de las 197 fuentes candidatas de nuestro catálogo, analizando por separado los datos registrados en cada noche de observación. No hemos hallado evidencias de emisión en escalas de tiempo de 1 a 5 horas. Se ha dedicado especial atención al estudio del *flare* experimentado por Mkn 501 durante 1997. El límite impuesto por AIROBICC en dicho periodo confirma el cambio del índice espectral de esta fuente entre 1 y 20 TeV medido por el sistema estereoscópico de telescopios Cherenkov de HEGRA.