

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
CAMPUS GUANAJUATO
DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



SEARCHING FOR THE INFLUENCE RADIUS OF AGN IN NEARBY NARROW-EMISSION-LINE
GALAXIES USING THE CALIFA SURVEY

Tesis presentada al
POSGRADO EN CIENCIAS (ASTROFÍSICA)

como requisito para la obtención del grado
MAESTRÍA EN CIENCIAS (ASTROFÍSICA)

por

LIC. AITOR CARLOS ROBLETO ORÚS

asesorado por

DR. JUAN PABLO TORRES PAPAQUI (DA-UGto)

Guanajuato, Gto. - Septiembre 2017

Dedicado a mis padres Conchita y Carlos, y a mi abuela Purita.

Agradecimientos

A pesar de que una tesis se entiende como el trabajo de una sola persona guiada por un director o asesor, la realidad es que se trata de un viaje en el que nos apoyamos en muchas personas sin las cuales dicho viaje no sería posible. Agradezco a:

Mi asesor de tesis, Dr. Juan Pablo Torres Papaqui, por estar siempre cuando lo necesité, abierto a discutir nuevas ideas y explorar nuevos caminos, lo que permitió que el presente trabajo creciera a algo mucho mayor a lo originalmente planeado, así como su apoyo económico y de gestión, para que pudiera yo asistir a cursos y congresos, lo cual enriqueció enormemente esta tesis.

Los sinodales, Dr. Heinz Andernach, Dr. Roger Coziol, Dr. René Ortega y Dr. César Caretta, cuyos importantes comentarios ayudaron mucho, enriqueciendo y dándole perspectiva al presente documento.

A Karla Arellano, por ser un gran apoyo en todos los sentidos, por darme un lugar especial, por acogerme durante mis visitas, cursos y congresos en Puebla y acompañarme y apoyarme en los viajes, y en todo momento, y muy importante para este trabajo, por sus inestimables puntos de vista, enseñanzas y consejos.

A mis compañeros, muy especialmente a los miembros del grupo GIFU, Abdías Morales, Fernando Romero, Josué Trejo, René Ortega y Daniel Neri, quienes desarrollaron una parte de los scripts de extracción de datos que se usaron en esta tesis, así como el útil intercambio de ideas en las reuniones de grupo.

Un lugar muy especial en estos agradecimientos lo tiene Marcel Chow, un gran amigo, que me animó a seguir adelante y me apoyó en los peores momentos, y de cuyo vasto conocimiento también se nutrió un poco esta tesis, especialmente por sus consejos en programación y métodos matemáticos.

Al profesor José Peña, Atanacio Pani, Hugo Huepa y demás personal y colaboradores del Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla, quienes me introdujeron al mundo de la astronomía profesional y además han sido grandes amigos.

Al Dr. César Caretta por acogerme en su casa cuando llegué a México y no tenía dónde quedarme.

A los profesores del Departamento de Astronomía de la Universidad de Guanajuato, en cuyos excelentes cursos pude formarme como astrónomo.

A mucha gente en mi Nicaragua natal, especialmente a Humberto García del Observatorio Astronómico de la UNAN-Managua, mis compañeros del grupo de astronomía Carlos Rodas y Mario Ríos, y al profesor Javier Pichardo.

A mi familia por el constante y enorme apoyo, moral y económico que hizo posible que llegara a este punto en mi vida, especialmente a mis padres María Concepción Orús y Carlos Robleto y a mi abuela Purificación Marca.

Y por último pero no menos importante, al pueblo mexicano, que a través del programa de

becas nacionales de CONACyT, posibilitó que pudiera yo culminar el sueño de estudiar una maestría en astrofísica.

A muchas otras personas que no he olvidado y han sido importantes pero que me llevaría demasiado espacio nombrar, a todos, gracias.

Resumen

En este estudio, usamos datos de espectroscopía de campo integral (IFS, por sus siglas en inglés) del censo CALIFA para estudiar regiones de galaxias que contienen Núcleos Galácticos Activos (AGN, por sus siglas en inglés), en las cuales la radiación ionizante producida por el AGN domina la ionización del gas. Seleccionamos una muestra de 18 galaxias Seyfert tipo 2. Para poder identificar las diferentes fuentes de radiación ionizante que dominan en las diferentes regiones de estas galaxias (AGN, formación estelar u otras) usamos diagramas y mapas de diagnóstico BPT (Baldwin et al. 1981). Encontramos que los límites que separan los tipos Seyfert y LINER en los diagramas BPT tradicionales necesitan ser modificados para el caso de regiones espacialmente resueltas; proponemos nuevos límites entre estos tipos BPT para los diagramas que usan las líneas de emisión [N II] y [S II].

Definimos el *radio de influencia* R_i como la distancia desde el centro galáctico hasta el spaxel más lejano clasificado como Seyfert por los diagramas BPT. Encontramos que R_i es del orden de kiloparsecs, en algunos casos extremos, incluso sobrepasando el radio efectivo de la galaxia anfitriona. También encontramos que R_i tiene una relación directa con la tasa de acreción del agujero negro supermasivo (SMBH, por sus siglas en inglés) y a su vez es independiente de la masa de éste. Encontramos una relación de R_i con la morfología de la galaxia anfitriona, alcanzando potencialmente valores mayores de R_i en espirales tardías, especialmente en las espirales barradas, aunque con muy poca significancia estadística.

Se hizo una búsqueda de componentes desplazadas al azul en líneas de emisión para explorar la posible presencia de vientos (outflows) producidos por los AGN, los cuales introducen energía mecánica en el medio interestelar, afectando la física del gas a grandes distancias. Algunos candidatos a outflow fueron encontrados.

Abstract

In this study we use Integral Field Spectroscopy (IFS) data from the CALIFA survey to study the regions of galaxies hosting an Active Galactic Nucleus (AGN) where the gas is predominantly ionized by the AGN. We selected a sample of 18 Seyfert 2 galaxies. In order to identify the dominant sources of ionizing radiation in the different regions of these galaxies (AGN, star formation, or others) we use BPT diagnostic diagrams (Baldwin et al. 1981), and construct maps of their spatial distribution. We found that the criteria that separates Seyfert from LINER types in the traditional BPT diagrams need to be modified for the case of spatially resolved regions, and we propose new limits for the BPT diagrams based on the [N II] and [S II] emission lines.

We define the *influence radius* R_i as the distance from the galactic centre to the furthest spaxel classified as Seyfert by the BPT diagrams. We find that in all galaxies R_i is of the order of kiloparsecs, which represents 50% or more of their effective radius, and even is larger than it in one case. We find that R_i is correlated to the accretion rate of the supermassive black hole (SMBH), but independent of its mass. Also, we find a trend of R_i to vary depending on the host galaxy morphology, getting higher the later the spiral types, especially with a bar, although with very little statistical significance.

We also searched for blue-shifted components of emission lines to detect the presence of outflows driven by AGN and found only a few candidates.