



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Examinando la Física del Medio Interestelar a través de
Abundancias Químicas en Regiones H II

Tesis presentada al

Colegio de Física

como requisito parcial para la obtención del grado de

LICENCIADO EN FÍSICA

por

Jonhatan Uriel Guerrero González

Asesorado por

Dr. Fernando Fabián Rosales Ortega

Puebla Pue.
Noviembre de 2021



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Examinando la Física del Medio Interestelar a través de
Abundancias Químicas en Regiones H II

Tesis presentada al

Colegio de Física

como requisito parcial para la obtención del grado de

LICENCIADO EN FÍSICA

por

Jonhatan Uriel Guerrero González

Asesorado por

Dr. Fernando Fabián Rosales Ortega

Puebla Pue.
Noviembre de 2021

Título: Examinando la Física del Medio Interestelar a través de
Abundancias Químicas en Regiones H II

Estudiante: JONHATAN URIEL GUERRERO GONZÁLEZ

COMITÉ

Dra. Ana Aurelia Avilez López
Presidente

Dr. Yalia Divakara Mayya
Secretario

Dr. Gerardo Francisco Torres del Castillo
Vocal

Dr. Justiniano Lorenzo Díaz Cruz
Vocal

Dr. Fernando Fabián Rosales Ortega
Asesor

*Dedicado a mis padres, abuelitos y tía, por
todo su apoyo brindado durante mi carrera.*

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia porque sin ellos no hubiese sido posible alcanzar la meta de finalizar la licenciatura en Física. El apoyo brindado por parte de mis padres, María Luisa y Josué Karim, ha sido valioso a través de sus sabios consejos, de su soporte en momentos difíciles, y de su ánimo cuando más lo necesitaba.

Doy gracias a mis abuelitos María Luisa, Trinidad Antonio, Liborio y María Isabel, por su apoyo incondicional en momentos críticos, además de siempre creer en mí. Agradezco a mi tía Mónica por siempre recibir consejos de ella y orientación en diversas decisiones importantes en mi vida.

Agradezco al Dr. Fabián Rosales por su paciencia, enseñanza y apoyo invaluable para la realización de la presente tesis. Doy gracias a él por su orientación en el campo de la Astrofísica, asimismo por ser la persona de quien siempre he recibido soporte para diversas decisiones académicas que me han ayudado a crecer como estudiante y como futuro científico, señalando y ayudándome a enmendar mis errores, además de ser la persona que me instruyó para enrolarme en eventos académicos de alto impacto, mostrándome el camino a seguir y ver siempre hacia adelante.

Agradezco sinceramente a mis sinodales de tesis, la Dra. Ana Avilez, el Dr. Divakara, el Dr. Torres del Castillo y el Dr. Lorenzo Díaz, por su disposición de llevar a cabo la tarea de leer y examinar mi tesis, así como todas las sugerencias brindadas por ellos.

Quiero agradecer a mi amigo y colega, el Dr. Raúl Maldonado, porque gracias a él he crecido como estudiante y como científico, a través de sus enseñanzas, anécdotas, consejos, pero sobre todo su disposición de ayudarme y orientarme para poder avanzar en mi formación cada día más, y por auxiliarme en los momentos difíciles y caóticos en los que me he encontrado.

También me gustaría agradecer a mis maestros que me impartieron clases en la Facultad, de quienes he adquirido los conocimientos más importantes para entender el mundo físico que nos rodea.

Me gustaría agradecer a mis grandes amigos de la Facultad: Maricruz Conti, Maggie Castro, Nestor Mancilla, Carlos Tecalero, Grethel Gutiérrez, Hazel Maceda, Ricardo Toriz, Guadalupe Salomón, Diana Cuatetl, Diana Serrano, Alexis Tepale y Jeny Rojas porque nos apoyamos unos a los otros para salir adelante lo mejor posible. Asimismo, a mis amigos externos a la Facultad que siempre han creído en mí y en todo momento he recibido apoyo incondicional de ellos, Héctor Salama, Miriam Hernández, Widia Sedeño, Águeda Villarreal, Oskar Aranguré, Santiago González, Patricia Espinosa, Nadia Yahia, Eliana Vargas, Alfredo Amador, Joel Castillo y Fernando Valencia.

Hago un agradecimiento especial al Dr. Heinz Andernach del Departamento de Astronomía de la UG por ser una persona importante y de gran impacto a lo largo de mi paso por la licenciatura, siendo un factor más de enseñanza y orientación en el campo de la Astrofísica.

Por último, pero no menos importante, me gustaría agradecer a alguien que ha cambiado mi vida para bien, agradezco que me haya tenido tanta paciencia, su comprensión, su cariño, sus consejos, sus ánimos, pero sobre todo agradezco que siempre ha estado ahí para mí cuando más la he necesitado, muchas gracias por ser la persona especial que eres conmigo Diandra.

Resumen

El estudio del gas ionizado en el medio interestelar es de fundamental importancia en el entendimiento de la evolución del universo. Las líneas de emisión nebular son la principal herramienta que disponen los astrónomos para medir de manera directa las propiedades físicas y la composición química del medio interestelar (ISM) tanto en galaxias locales como lejanas, ya que trazan las componentes más jóvenes y masivas de las galaxias, iluminando grandes volúmenes del ISM. En esta tesis aplicamos una metodología de investigación en astronomía observacional, en específico en el estudio de regiones de formación estelar en galaxias cercanas con gas ionizado, conocidas como regiones H II, observadas a través del método de espectroscopía óptica, con el fin de conformar el más completo catálogo de dichas regiones con líneas aurorales a partir de una búsqueda exhaustiva en la literatura. Dicho catálogo recopila no solo la información de la emisión nebular, sino también los errores observacionales asociados, lo cual permite hacer estudios estadísticos mucho más rigurosos que estudios anteriores, sirviendo de base para actualizar diversos calibradores empíricos de abundancias químicas de gas ionizado, así como múltiples estudios asociados a las propiedades del medio interestelar.

Comenzamos realizando una inspección minuciosa en la literatura, registrando por cada fuente la intensidad y el error asociado de al menos una línea auroral, tales como [OIII] λ 4363, [NII] λ 5755 o [SIII] λ 6312, además de hacer el registro para líneas más intensas como [OII] λ 3727, [OIII] λ 4959, [OIII] λ 5007, [NII] λ 6548, [NII] λ 6584, [SII] λ 6717 y [SII] λ 6731; hasta conformar un nuevo catálogo de regiones H II con líneas aurorales con un total de 1950 fuentes.

A continuación, aplicamos diversos métodos estadísticos para poder obtener una muestra de mayor calidad, esto a través de los errores reportados en cada medición, pasando mediante diversos cortes hechos en la muestra total de regiones H II, siendo en cada corte más rigurosos en la caracterización de la muestra, pasando de 1950 fuentes a un total final de 479 regiones. Finalmente, aplicamos a la submuestra de datos de alta calidad el método directo de determinación de abundancias, obteniendo los valores de las metalicidades de estas regiones, las cuales ayudaron a generar una mejor recalibración de los indicadores empíricos de abundancias químicas O3N2 y N2, los cuales están basados en regiones H II con líneas aurorales. Dichos indicadores poseen una relación entre las intensidades de las líneas de emisión y la abundancia química, haciéndolos de gran utilidad para obtener abundancias de algunos elementos cuando las observaciones no se poseen líneas tenues como [OIII] λ 4363, las cuales ayudan a obtener las temperaturas electrónicas de las regiones y su ausencia hace imposible aplicar métodos como el método directo.

Índice general

Agradecimientos	VII
Resumen	IX
1. Introducción	1
1.1. Introducción al medio interestelar	1
1.1.1. Fases neutras H I	1
1.1.2. Fases moleculares H ₂	2
1.1.3. Fases ionizadas H II	2
1.2. Espectroscopia astronómica	4
1.3. Física de gas ionizado	6
1.4. Mecanismos de ionización	7
1.4.1. Recombinación	7
1.4.2. Excitación Colisional	8
1.5. Objetivos y estructura de la tesis	9
2. Desarrollo Histórico	11
2.1. Importancia de las líneas de emisión en la astronomía	11
2.2. Determinación de abundancias químicas en el medio interestelar	13
2.2.1. Método directo	13
2.2.2. Calibradores empíricos	14
3. Metodología	25
3.1. Catálogo de regiones H II con líneas aurales	25
3.2. Caracterización del catálogo de regiones H II	30
3.2.1. Regiones para uso del método directo	30
3.2.2. Primer corte de regiones de mejor calidad	31
3.2.3. Segundo corte de regiones de mejor calidad	32
3.2.4. Corte final de alta calidad	32
3.3. Comparación con la literatura	40
4. Resultados	43
4.1. Comparación de propiedades físicas con PyNeb	43
4.2. Recalibración de indicadores empíricos de abundancias químicas	46
5. Conclusiones y trabajo futuro	57
5.1. Conclusiones finales	57
5.2. Trabajo futuro	58

A. Guía estadística	61
A.1. Definiciones	61
A.2. Distribución Normal o Gaussiana	62
A.3. Error de las funciones más comunes	63
A.4. Sigma clipping	63
A.5. Correlación lineal	64
B. PyNeb	67
B.1. Determinación de temperaturas y densidad	67
B.2. Cálculo de la abundancia de oxígeno	69
C. Histogramas de líneas de emisión e incertidumbres porcentuales	71
D. Catálogo Completo de Líneas Aurales	93
E. Catálogo Final	137
Bibliografía	149

Índice de figuras

1.1. Paneles superiores de izquierda a derecha: Los Pilares de la Creación, la Nebulosa del Águila y la región gigante H II NGC 604 de la Galaxia del Triángulo. Paneles inferiores de izquierda a derecha: la región HII NGC 2264, la Nebulosa Carina y la Nebulosa Trífida. Crédito de la imagen: NASA, ESA, Hubble y ESO.	3
1.2. La Nebulosa de Orión. Crédito de la imagen: Hubble.	3
1.3. Las leyes de Kirchhoff, donde se ilustra cómo se generan los espectros continuo, de líneas de emisión y de líneas de absorción.	5
1.4. Espectro típico de una región H II.	6
1.5. (a) Longitudes de onda de diversas transiciones en el átomo de hidrógeno. (b) Espectro de las líneas de emisión visibles, muestra transiciones que se producen a niveles de alta energía hacia abajo llegando al nivel 2. (c) Espectro de las líneas de absorción, que muestra las transiciones que surgen del nivel de energía 2 a niveles más altos. Estas líneas de absorción y emisión de hidrógeno se llaman líneas de Balmer.	8
1.6. Diagrama de nivel de energía esquemático de los niveles de energía más bajos para O^{++} y N^+ , indicando las transiciones más fuertes.	9
2.1. A la izquierda se muestran los niveles inferiores de energía de [O II] y [S II] y a la derecha el cociente de las intensidades para [O II] y [S II] como función de la densidad. Figuras tomadas de Osterbrock & Ferland (2006).	12
2.2. A la izquierda se observan los niveles de energía de [O III], mientras que a la derecha se muestra el cociente de las intensidades para líneas de [O III] y [Ne III] en función de la temperatura. Figuras tomadas de Osterbrock & Ferland (2006).	12
2.3. Calibrador M91. Figura 9 del trabajo de McGaugh (1991).	16
2.4. Calibrador Z94. Figura 14 del trabajo de Zaritsky et al. (1994).	16
2.5. Calibrador KK04. Figura 7 del trabajo de Kobulnicky & Kewley (2004).	17
2.6. Calibrador PT05. El panel izquierdo corresponde a la Figura 5 del trabajo de Pil-yugin & Thuan (2005), mientras que el panel derecho corresponde a la Figura 8 del mismo trabajo.	18

- 2.7. Figura 4 del trabajo de Marino et al. (2013). Abundancia de oxígeno frente al índice de N2 para la recopilación de regiones H II de dicho trabajo. La calibración PP04 se traza con una línea negra sólida con su intervalo de aplicabilidad (de $N2 = -2,5$ a $-0,3$) mostrado con líneas verticales de puntos grises. La calibración del PMC09 se representa con una línea discontinua gris, mientras que la línea discontinua gris de 3 puntos muestra la calibración NAG06. La nueva calibración, $12 + \log (O/H) = 8.743[\pm 0.027] + 0.462[\pm 0.024] \times N2$, se muestra con una línea sólida verde, mientras que las líneas punteadas de puntos verdes abarcan la incertidumbre ± 0.32 dex de las mediciones. Las líneas verticales punteadas indican el intervalo del nuevo ajuste (de $N2 = -1,6$ a $-0,2$). En azul a la derecha se muestra el error aleatorio promedio asociado al cálculo de las abundancias de oxígeno para diferentes contenedores de metalicidad. Se usaron diferentes símbolos y colores dependiendo del trabajo del que provienen y la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica. En azul se muestran aquellas regiones para las cuales se calculó la temperatura t_3 usando la línea $[O III] \lambda 4363$; en naranja aquellas regiones para las que se obtuvo la temperatura t_2 de la línea $[N II] \lambda 5755$; en rojo aquellas regiones para las cuales se calculó la temperatura t_3 usando $[S III] \lambda 6312$, y en verde se muestran aquellas regiones que tienen mediciones tanto en $[O III] \lambda 4363$ como en $[N II] \lambda 5755$. El significado de los símbolos es el siguiente: cuadrados rellenos para datos de Berg et al. (2012), círculos vacíos para datos de Bresolin et al. (2012), estrellas rellenas para los nuevos datos de CALIFA-Te, signos positivos para los datos de Crowther & Bibby (2009), triángulos vacíos al revés para Croxall et al. (2009), triángulos rellenos para Guseva et al. (2012), triángulos rellenos al revés para los datos de Hadfield & Crowther (2007), cruces para datos de Kehrig et al. (2011), círculos rellenos para datos de Pérez-Montero & Contini (2009), diamantes vacíos para Pilyugin et al. (2012), diamantes rellenos para Sanders et al. (2012), asteriscos para Stasińska et al. (2013), triángulos vacíos para los datos de Zahid & Bresolin (2011), cuadrados vacíos para los datos de Zurita & Bresolin (2012), flechas que apuntan a la izquierda para García-Benito et al. (2010), flechas que apuntan a la derecha para Westmoquette et al. (2013), semicírculos llenos a la izquierda para datos de Esteban et al. (2013) y semicírculos rellenos a la derecha para datos de Monreal-Ibero et al. (2012). 20
- 2.8. Figura 2 del trabajo de Marino et al. (2013). Abundancia de oxígeno frente al índice O3N2 para las abundancias de la recopilación de regiones H II de dicho trabajo. La calibración PP04 se traza con una línea sólida negra y su intervalo de aplicabilidad (de -1 a 1.9) se muestra con las líneas verticales de puntos grises. La calibración del PMC09 se representa con una línea discontinua gris hasta su límite de validez $O3N2 = 2$. La línea discontinua gris de 3 puntos muestra la calibración NAG06. La nueva calibración, $12 + \log (O/H) = 8.533[\pm 0.012] - 0.214[\pm 0.012] \times O3N2$ se muestra con una línea verde sólida. La línea verde punteada abarca la incertidumbre ± 0.32 dex de todas las medidas. Las líneas verticales punteadas indican el intervalo del nuevo ajuste, de $O3N2 = -1,1$ a 1.7 . En azul a la derecha se muestra el error aleatorio promedio asociado al cálculo de las abundancias de oxígeno para diferentes contenedores de metalicidad. Los símbolos y el código de color son los mismos que en la Fig. 4 de dicho trabajo (de la Figura 2.7 de esta tesis). 22
- 3.1. Ejemplo guiado de la búsqueda de un artículo en uno de los servidores en línea. En el panel 1 se visualiza la búsqueda inicial con la información conocida del artículo. En el panel 2 se observan los resultados obtenidos de la búsqueda, en este ejemplo sólo es un resultado. El panel 3 presenta lo que se obtiene al seleccionar un resultado, donde, al elegir el apartado *arXiv* en el icono de archivo PDF, se desplegará el artículo en forma automática. El panel 4 representa el artículo desplegado que se buscaba. 26

3.2. Comparación de espectros de diversos objetos astronómicos. El espectro superior izquierdo corresponde a una región H II de la galaxia M81 (Figura 1.2 del trabajo de Córdova (2018)). El espectro superior derecho corresponde al de una nebulosa planetaria en Sextans A (Figura 2 del trabajo de Magrini et al. (2005)). Al inferior izquierdo se tiene el espectro de la galaxia Seyfert 1H 0323+342 (Figura 2 del trabajo de León Tavares et al. (2014)). El espectro inferior derecho corresponde al de un cuasar típico (Figura 2 del trabajo de Francis et al. (1991)).	27
3.3. Histogramas correspondientes a cada una de las líneas de emisión registradas de la literatura. En color verde se muestran la frecuencia de líneas aurorales.	28
3.4. Histograma correspondiente al número de regiones catalogadas por año de publicación de las referencias usadas para el registro de nuestro catálogo.	29
3.5. Diagrama de Venn que muestra visualmente el número de regiones (455) que coinciden entre el catálogo hecho por Marino et al. (2013) y el generado en este trabajo.	30
3.6. Gráfico circular correspondiente a las 1950 regiones del nuevo catálogo, donde se muestra el porcentaje de regiones que pertenecen al trabajo de Marino et al. (2013) y el porcentaje de las regiones nuevas que se añadieron.	30
3.7. Ejemplo de un diagrama BPT, el cual corresponde a la Figura 1 del trabajo de Kauffmann et al. (2003). En el diagrama se traza la relación de flujo de la línea de emisión [OIII]/H β contra la relación [NII]/H α para una muestra grande de galaxias. La curva punteada muestra la demarcación entre las galaxias Seyfert, LINERs y regiones H II.	34
3.8. Diagramas de diagnóstico para una muestra grande de galaxias (Figura 1 del trabajo de Kewley et al. (2006)). (a) Diagrama de diagnóstico [NII]/H α contra [OIII]/H β . (b) Diagrama de diagnóstico [SII]/H α contra [OIII]/H β . (c) Diagrama de diagnóstico [OI]/H α contra [OIII]/H β	34
3.9. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] λ 5007 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 5007 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en este capítulo.	36

3.10. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] λ 4363 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 4363 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. Otro rasgo a destacar es que en la muestra inicial y en el corte 1 existen regiones con errores mayores al 100 %, este tipo de regiones han sido encontradas en los trabajos de Pustilnik et al. (2005), Hodge & Miller (1995), Stanghellini et al. (2010), Pilyugin & Thuan (2007), entre otros, donde reportan regiones que comparten un valor típico del 192.6 % en el error dado.	37
3.11. Diagrama de Venn que muestra visualmente el número de regiones (147) que coinciden entre el catálogo hecho por Marino et al. (2013) y la muestra final de este trabajo.	38
3.12. Cociente teórico de [OIII] λ 5007/ λ 4959 para la muestra final de regiones H II, donde la línea roja punteada corresponde al valor del cociente teórico de [OIII] igual a 3.	39
3.13. Cociente teórico de [NII] λ 6584/6548 para la muestra final de regiones H II, donde la línea roja punteada corresponde al valor del cociente teórico de [NII] igual a 3.	40
3.14. Comparación de los valores de metalicidad reportados en la literatura contra los calculados por el método directo en este trabajo para cada uno de los cortes hechos. En los tres primeros paneles se muestran los valores máximos y mínimos de cada eje con líneas verdes punteadas (correspondientes a las abundancias reportadas en la literatura), y líneas grises (correspondientes a las abundancias calculadas en este trabajo). En el último panel se reporta el valor máximo y el mínimo correspondientes a las abundancias de este trabajo. Cabe destacar que el valor máximo de metalicidad es de $12+\log(\text{O}/\text{H}) = 8.56$, esto significa que la metodología llevada a cabo no alcanza valores de alta metalicidad, ni siquiera el valor solar ($12+\log(\text{O}/\text{H}) = 8.7$).	41
4.1. Comparación de los valores de t_3 calculados con la librería PyNeb contra los calculados por el método directo en este trabajo para cada uno de los cortes hechos. En los tres primeros paneles se muestran los valores máximos y mínimos de cada eje con líneas de color azul oscuro (correspondientes a las temperaturas calculadas por PyNeb) y azul claro (correspondientes a las temperaturas calculadas en este trabajo). En el último panel se reporta el valor máximo y el mínimo correspondientes a las temperaturas de este trabajo. Los rangos en todos los paneles permanecen iguales, mientras que el mayor cambio a observar en los gráficos es que en el panel inferior derecho, se muestra una menor cantidad de valores atípicos que en el panel superior izquierdo, correspondiente al inicio del trabajo. En el panel superior derecho se cuenta con un total de 1305 regiones en el gráfico, en el panel superior izquierdo se tiene un total de 786 regiones graficadas, mientras que en el panel inferior izquierdo se ha graficado para 653 regiones, y en el inferior derecho correspondiente a la muestra final, un total de 479 regiones.	44

4.2.	Comparación de los valores de la densidad n_e calculados con la librería PyNeb contra los calculados por el método directo en este trabajo. Este gráfico cuenta solo con 160 regiones, aquellas que cumplen los requisitos suficientes para que PyNeb pueda calcular su densidad. Se ha marcado una línea 1 a 1 de color azul que sirve como guía para denotar que tan dispersos suelen ser unos cálculos de los otros. Cabe resaltar que aquellos valores atípicos que presenta el gráfico, tales como los que se encuentran en la parte superior e inferior derecho, los valores se alejan del valor típico de la densidad en regiones H II (100 cm^{-3}). Estas regiones se encuentran registradas en los trabajos de Croxall et al. (2015), Guseva et al. (2009), Guseva et al. (2011), Izotov & Thuan (2004) e Izotov et al. (2009), donde tienen un alto porcentaje de error reportado en su información nebular, de hecho, ninguna de estas regiones se encuentran incluidas en la muestra final generada a partir de la metodología empleada en el capítulo anterior.	45
4.3.	Recalibración del indicador empírico O3N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas. La línea roja representa el ajuste $12+\log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, la cual se encuentra delimitada entre los valores del índice O3N2 -0.8 y 2. Más allá del límite tomado, el índice O3N2 se encuentra degenerado. Este ajuste incluye datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Las líneas punteadas de color negro a los lados de la línea roja representan el error estadístico asociado al ajuste. Las estrellas de color azul oscuro representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Las estrellas que se encuentran rellenas corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Los datos de alta metalicidad tomados de la literatura se encuentran representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos morados representan aquellas calculadas con la línea [OIII] $\lambda 4363$, los triángulos naranjas representan las regiones derivadas por la línea [NII] $\lambda 5755$, mientras que los cuadrados verdes representan a las regiones derivadas de la línea [SIII] $\lambda 6312$. La línea de color verde representa el ajuste $12+\log(\text{O}/\text{H})$ correspondiente a la Fig. 2 del trabajo de Marino et al. (2013) (Véase Capítulo 2, Figura 2.8). Esta línea se encuentra definida entre los límites de validez dados en dicho trabajo. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo.	49
4.4.	Ajustes para la recalibración del indicador empírico O3N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas a través de diferentes métodos de regresiones lineales para la obtención de un rango de error. La línea roja representa el ajuste $12+\log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, hecha por el método de <i>Mínimos Cuadrados</i> . La línea verde representa el ajuste hecho a través de <i>Minimización por χ^2</i> . La línea azul representa el ajuste hecho por <i>Regresión Ortogonal</i> . Todos los ajustes se encuentran delimitados entre los valores del índice O3N2 -0.8 y 2. En los ajustes se incluyen datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Las estrellas de color azul claro representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Las estrellas que se encuentran rellenas corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Los datos de alta metalicidad tomados de la literatura se encuentran representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos morados representan aquellas calculadas con la línea [OIII] $\lambda 4363$, los triángulos naranjas representan las regiones derivadas por la línea [NII] $\lambda 5755$, mientras que los cuadrados verdes representan a las regiones derivadas de la línea [SIII] $\lambda 6312$. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo.	50

- 4.5. Gráfica de la metalicidad calculada por el método directo en función de la línea auroral [OIII] λ 4363, producida para las 479 regiones pertenecientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales de este trabajo. 51
- 4.6. Recalibración del indicador empírico N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas. La línea amarilla representa el ajuste $12+\log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, la cual se encuentra delimitada entre los valores del índice N2 -2.6 y -0.25. Este ajuste incluye datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Las líneas punteadas de color azul a los lados de la línea amarilla representan el error estadístico asociado al ajuste. Los cuadrados de color rojo representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Los cuadrados que se encuentran rellenos corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Se tomaron de la literatura datos de alta metalicidad, representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos verdes representan las regiones calculadas con la línea [OIII] λ 4363, los círculos azules representan las regiones derivadas por la línea [NII] λ 5755, mientras que los triángulos invertidos morados representan a las regiones derivadas de la línea [SIII] λ 6312. La línea de color verde representa el ajuste $12+\log(\text{O}/\text{H})$ correspondiente a la Fig. 4 del trabajo de Marino et al. (2013) (Véase Capítulo 2, Figura 2.7). Esta línea se encuentra definida entre los límites de validez dados en dicho trabajo. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo. 53
- 4.7. Ajustes para la recalibración del indicador empírico N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas a través de diferentes métodos de regresiones lineales para la obtención de un rango de error. La línea roja representa el ajuste $12+\log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, hecha por el método de *Mínimos Cuadrados*. La línea verde limón representa el ajuste hecho a través de *Minimización por χ^2* . La línea azul representa el ajuste hecho por *Regresión Ortogonal*. Todos los ajustes se encuentran delimitados entre los valores del índice N2 -2.6 y -0.25. En los ajustes se incluyen datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Los cuadrados de color azul claro representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Los cuadrados que se encuentran rellenos corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Los datos de alta metalicidad tomados de la literatura se encuentran representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos verdes representan las regiones calculadas con la línea [OIII] λ 4363, los círculos azules representan las regiones derivadas por la línea [NII] λ 5755, mientras que los triángulos invertidos morados representan a las regiones derivadas de la línea [SIII] λ 6312. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo. 54
- 5.1. Comparación de los valores de la temperatura electrónica T_e calculados con el cociente de oxígeno y con el cociente de nitrógeno. Este gráfico cuenta con 185 regiones, aquellas que cuentan con las líneas aurales [OIII] λ 4363 y [NII] λ 5755 y que pertenecen a la muestra inicial de 1390 fuentes de este trabajo. Se ha marcado una línea 1 a 1 de color rojo que sirve como guía para denotar que tan dispersos suelen ser unos cálculos de los otros. 58
- A.1. Representación gráfica de una distribución normal con media μ y donde se muestra el área cubierta por errores de $\pm\sigma$ 63

A.2. Representación gráfica de una regresión lineal simple.	65
C.1. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OII] λ 3727 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OII] λ 3727 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.	72
C.2. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OII] λ 3727 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OII] λ 3727 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo.	73
C.3. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] λ 4363 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 4363 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.	74

- C.4. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] λ 4363 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 4363 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. 75
- C.5. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] λ 4959 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 4959 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. 76
- C.6. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] λ 4959 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 4959 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que el mayor cambio en el rango de los valores del eje del error se da desde el corte 1, esto se debe a la metodología aplicada aquí, ya que se usó la herramienta estadística de σ -clipping en los errores porcentuales de [OIII] λ 4959 y [OIII] λ 5007 para realizar el primer corte, tal como se explica en el Capítulo 3. 77

C.7. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] λ 5007 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 5007 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.	78
C.8. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] λ 5007 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] λ 5007 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que el mayor cambio en el rango de los valores del eje del error se da desde el corte 1, esto se debe a la metodología aplicada aquí, ya que se usó la herramienta estadística de σ -clipping en los errores porcentuales de [OIII] λ 4959 y [OIII] λ 5007 para realizar el primer corte, tal como se explica en el Capítulo 3.	79
C.9. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [NII] λ 5755 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 202 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 149 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 100 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] λ 5755 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 71 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica.	80

- C.10. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [NII] λ 5755 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 188 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 141 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 93 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] λ 5755 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 65 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3. 81

- C.11. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [NII] λ 6548 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] λ 6548 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica. 82

- C.12. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [NII] λ 6548 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] λ 6548 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3. . 83

- C.13. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [NII] λ 6584 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] λ 6584 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica. 84

- C.14. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [NII] λ 6584 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] λ 6584 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3. . 85

- C.15. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [SIII] λ 6312 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 675 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 450 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 391 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SIII] λ 6312 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 309 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica. 86

C.16. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [SIII] λ 6312 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 665 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 440 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 384 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SIII] λ 6312 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 308 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.	87
C.17. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [SII] λ 6717 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1203 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 764 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 631 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] λ 6717 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 446 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.	88
C.18. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [SII] λ 6717 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1197 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 758 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 626 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] λ 6717 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 446 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.	89

- C.19. Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [SII] λ 6731 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1207 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 756 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 624 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] λ 6731 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 440 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. 90
- C.20. Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [SII] λ 6731 en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1202 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 751 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 620 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] λ 6731 para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 440 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3. 91

Índice de tablas

1.1. Características de las fases del medio interestelar.	4
3.1. Extracto del registro de líneas aurales del catálogo completo de las 1950 regiones H II. Las líneas aurales registradas son [OIII] λ 4363, [NII] λ 5755 y [SIII] λ 6312, cada una con su respectivo error asociado. Cada línea de emisión se encuentra normalizada a $H\beta=1$	29
3.2. Límites superiores definidos para cada línea de emisión, con el fin de realizar a partir de estos números el último corte extra. Cada límite de línea de emisión se encuentra normalizada a $H\beta=1$. Cabe destacar que en otras líneas de emisión para una misma región, los valores no correspondían a galaxias Seyfert. Esta es la razón, por ejemplo, de poner un límite de 7 para [OIII] λ 5007, debido a que son valores que se pueden esperar, aunque de excitación no corresponde a región H II.	35
3.3. Extracto del catálogo final de las 479 regiones H II con líneas aurales de alta calidad. Aquí se muestran los resultados para los indicadores empíricos de abundancias tales como el O3N2 y N2, además de la abundancia química en oxígeno ($12+\log(O/H)$) calculada por el método directo junto con su error.	35
C.1. Breve resumen de la metodología empleada para cada corte realizado en este trabajo.	71

Capítulo 1

Introducción

1.1. Introducción al medio interestelar

El espacio entre las estrellas no es del todo vacío. Entre las estrellas encontramos gas y polvo, constituyendo lo que llamamos el medio interestelar. La densidad promedio del medio interestelar es muy baja, del orden de 1 átomo/cm^3 . Los constituyentes del medio interestelar son básicamente gases, con el 99 % del material interestelar, y el polvo, con un 1 %. Los gases son constituidos principalmente por hidrógeno con un 92 %, por helio con un 8 %, mientras que el oxígeno, carbono y otros elementos constituyen menos del 0.1 %. El polvo son pequeñas partículas sólidas que llamamos granos, los cuales tienen una gran distribución de formas y tamaños, además, el polvo generalmente está mezclado con el gas. En el medio interestelar, por cada partícula de gas, existen 10^{-12} partículas de polvo. El polvo interestelar absorbe la radiación en el visible, y por su temperatura, emite en el infrarrojo.

El medio interestelar se encuentra en diferentes fases, esto se debe al estado en el que se encuentra el hidrógeno. El medio interestelar se divide en tres grandes grupos o fases, el gas neutro (H I), el gas molecular (H_2) y el gas ionizado (H II). Estos tres estados se encuentran en distintos tipos, componentes, subfases de objetos o nubes, con diferentes temperaturas, densidades y volúmenes que serán descritas a continuación.

1.1.1. Fases neutras H I

Nubes Neutras Frías

En las fases neutras del medio interestelar nos encontramos con un tipo de objetos conocidos como Nubes Neutras Frías, las cuales son nubes de gas atómico por todo el medio interestelar. Tienen temperaturas de tan solo 80 K, densidades un poco mayores que son de 40 partículas por centímetro cúbico, y compone aproximadamente el 2.5 % del volumen del medio interestelar. Estas nubes son calentadas por fotones ultravioletas que se escapan de las regiones de formación de estrellas, y se enfrían por líneas de estructura fina en el infrarrojo como el carbono [C II]. Se observa por la línea de H I en 21 cm (línea espectral de la radiación electromagnética que se crea a partir de un cambio en el estado de energía de los átomos de hidrógeno neutro), tanto en emisión como en absorción, y por líneas de absorción de átomos en el visible y en el ultravioleta.

Gas Neutro Tibio

Otra componente del medio interestelar en esta fase es el gas neutro tibio, el cual también es un gas difuso permeando el medio interestelar. Tiene temperaturas del orden de 8000 K, y densidades de tan solo 0.4 partículas por centímetro cúbico, además, llena aproximadamente de

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN AL MEDIO INTERESTELAR

un 10 a un 50 % del volumen del medio interestelar. Está calentado y parcialmente ionizado por Rayos-X suaves y fotones perdidos, mientras que suele enfriarse por líneas atómicas. Estos objetos son observados en radio por la línea de 21 cm del hidrógeno.

1.1.2. Fases moleculares H_2

Nubes Moleculares Difusas

En las fases moleculares tenemos objetos tales como las nubes moleculares difusas, que incluyen nubes traslúcidas en el disco galáctico y nubes a gran altura galáctica. Estas nubes tienen temperaturas entre 30 y 80 K, densidades entre 100 y 1000 partículas por centímetro cúbico, y además, compone aproximadamente el 1 % o menos del volumen del medio interestelar. Están calentadas por fotones ultravioleta, y son enfriadas por líneas de estructura fina del carbono [C II]. Estas regiones se observan en radio en la línea de 21 cm del hidrógeno, en milímetros por la emisión del CO, a través de líneas de absorción en ultravioleta y en el visible, así como en emisión del infrarrojo térmico.

Nubes Moleculares Densas

Asimismo, otro tipo de objetos en esta fase son las nubes moleculares densas, las cuales son nubes oscuras, esto debido a que la radiación visible es absorbida por el polvo interestelar que existe mezclado con el gas. Tienen temperaturas entre 10 y 100 K, densidades superiores que van de 1,000 hasta 1,000,000 de partículas por centímetro cúbico, y cubren un 0.05 % del volumen del medio interestelar. Éstas son calentadas por rayos cósmicos y estrellas en formación, mientras que, son enfriadas por radiación en milímetros de moléculas como el CO. Se pueden observar por líneas moleculares de radio y milimétricas, y por continuo de emisión térmica del polvo en el lejano infrarrojo y en submilimétricas.

1.1.3. Fases ionizadas H II

Gas Coronal Difuso

En las fases ionizadas del medio interestelar tenemos al gas coronal difuso, el cual es muy caliente y tenue, permeando todo el medio interestelar. Tiene temperaturas superiores a los 100,000 K, y densidades del orden de $n \sim 0.003$ partículas por centímetro cúbico, además, ocupa una gran parte del volumen del medio interestelar, del orden del 60 %. Está calentado por choques de supernovas y ionizado colisionalmente, mientras que, se enfría por expansión adiabática y por emisión en Rayos-X. Se observa por emisión en Rayos-X y visible, por emisión no-térmica en el radio y por observaciones de líneas en el ultravioleta.

Gas Ionizado Tibio

Por otra parte, en estas fases también se encuentra el gas ionizado tibio, gases que también son difusos y están permeando el medio interestelar. Este gas tiene temperaturas del orden de 8,000 K, densidades del orden de $n \sim 0.25$ partículas por centímetro cúbico, y ocupa aproximadamente un 2 % del volumen del medio interestelar. Está calentado y ionizado por fotones perdidos de estrellas O y B (longitudes de onda menores de 912 Å). Se enfría por líneas prohibidas de iones y átomos, y es observado a través de líneas de emisión en el visible y por líneas de recombinación en radio.

Regiones H II

Finalmente, tenemos a las regiones H II, las cuales, particularmente son las regiones con las que se trabajará en esta tesis. Las regiones H II corresponden a zonas de formación estelar reciente en el medio interestelar, las cuales están compuestas principalmente de gas y polvo. Estas regiones

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN AL MEDIO INTERESTELAR

pueden alcanzar un tamaño de varios cientos de años luz, además, son el hogar de la formación de nuevas estrellas masivas. El nombre “H II” proviene del hidrógeno, al ser el elemento más abundante de estas regiones (y de todo el Universo). El gas de estas nubes ha sido ionizado a causa de la radiación ultravioleta emitida por estrellas jóvenes masivas a su alrededor, las cuales llegan a tener masas mayores a $10 M_{\odot}$, además, su tiempo de vida es de unos pocos millones de años. Las temperaturas de las estrellas que ionizan a las regiones H II varían entre 15,000 a 50,000 K, mientras que el gas se encuentra aproximadamente a 10,000 K. Las densidades en estas regiones son del orden de 10, 100, incluso 1000 partículas por centímetro cúbico, siendo densidades muy bajas, tanto que es difícil de reproducir este tipo de densidades en laboratorios terrestres. Estas regiones ocupan una fracción muy pequeña en el volumen del medio interestelar, alrededor del 0.001 %, además, se enfrían por líneas prohibidas de átomos y iones, mientras que pueden ser observadas en líneas del visible, continuo de radio y líneas de recombinación en radio. Las regiones H II se encuentran principalmente en galaxias enanas irregulares, así como en brazos de galaxias espirales, donde pueden tener formas diferentes, esto por la distribución irregular de las estrellas y el gas. Algunos ejemplos de regiones H II se muestran en la Figura 1.1.



Figura 1.1: Paneles superiores de izquierda a derecha: Los Pilares de la Creación, la Nebulosa del Águila y la región gigante H II NGC 604 de la Galaxia del Triángulo. Paneles inferiores de izquierda a derecha: la región H III NGC 2264, la Nebulosa Carina y la Nebulosa Trífida. Crédito de la imagen: NASA, ESA, Hubble y ESO.

La región H II más cercana a nosotros es la Nebulosa de Orión, a unos 1344 años luz de distancia, siendo una de las nebulosas más brillantes que existen y una gran incubadora de estrellas recién nacidas. Esta nebulosa se muestra en la Figura 1.2.



Figura 1.2: La Nebulosa de Orión. Crédito de la imagen: Hubble.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.2. ESPECTROSCOPIA ASTRONÓMICA

Estudiar las regiones H II permite conocer la composición química del gas interestelar, así como los procesos de formación estelar en diferentes zonas de varios tipos de galaxias, en especial aquellas que se encuentran formando estrellas.

Finalmente, como recapitulación, se puede observar en la Tabla 1.1 algunas de las características más sobresalientes de la diversidad de las fases del medio interestelar presentadas.

Fase	Subfase	Temperatura (K)	Densidad n (cm^{-3})	% Volumen	Técnica Observacional
H I	Nubes neutras frías	80	40	2.5	Línea de 21 cm.
H I	Gas neutro tibio	8000	0.4	10 a 50	Línea de 21 cm.
H ₂	Nubes moleculares difusas	30 a 80	100 a 1000	≤ 1	Líneas de absorción en ultravioleta y visible; emisión del infrarrojo.
H ₂	Nubes moleculares densas	10 a 100	1000 a 1×10^6	0.05	Líneas moleculares de radio y mm, emisión del polvo en lejano infrarrojo y submm.
H II	Gas coronal difuso	100,000	~ 0.003	60	Emisión en Rayos-X y visible, líneas en ultravioleta.
H II	Gas ionizado tibio	8000	~ 0.25	2	Líneas anchas en el visible, líneas de recombinación en radio.
H II	Región H II	10,000	10 a 1000	0.001	Líneas del visible, radio continuo y líneas de recombinación.

Tabla 1.1: Características de las fases del medio interestelar.

1.2. Espectroscopia astronómica

La espectroscopia astronómica se define como el estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, con absorción o emisión de energía radiante proveniente de estrellas y otros objetos celestes. El análisis espectral permite detectar la absorción o emisión de radiación electromagnética de ciertas energías. Por otra parte, un espectroscopio es un instrumento que analiza la luz de alguna fuente de una manera especial, utilizando un prisma o una rejilla de difracción para su análisis. La luz blanca es, de hecho, una mezcla de muchos colores diferentes, o longitudes de onda, por lo que es seguro suponer que la luz de una fuente también es una mezcla de colores.

Un espectro consiste en toda la luz emitida, extendida de acuerdo con la longitud de onda (color) para que se puedan medir las diferentes cantidades de luz en diferentes longitudes de onda. Por ejemplo, las estrellas rojas emiten luz preferentemente en el extremo rojo del espectro, mientras que las estrellas azules emiten luz en el extremo azul. Esta banda de color se conoce como el espectro continuo. Sin embargo, el punto importante a considerar es que, además de esta luz, habrá una serie de líneas oscuras superpuestas sobre esta matriz de colores en forma de arco iris. Estos se llaman líneas de absorción, y se forman en la atmósfera de la estrella. En algunos casos, también hay líneas brillantes, llamadas líneas de emisión, aunque estas líneas en realidad son muy prominentes en las

nebulosas. Las condiciones de formación de los diferentes espectros están agrupadas bajo la forma de leyes llamadas **Leyes de Kirchhoff**, las cuales mencionan lo siguiente:

1. Un objeto sólido de gas incandescente o un gas denso y caliente, sometido a una muy alta presión, emite un espectro continuo de luz. Es decir, emiten radiación en todas las longitudes de onda (espectro continuo).
2. Un gas caliente a baja densidad emite un espectro de líneas brillantes (líneas de emisión). Es decir, emite luz tan solo a unas longitudes de onda determinadas. Además, este espectro de líneas de emisión depende de la composición química del gas.
3. El espectro de una fuente de continuo que es observado a través de un gas a más bajas temperaturas y baja densidad, mostrará líneas oscuras superpuestas (de absorción). El espectro de absorción es el inverso del espectro de emisión del gas, ya que este emite y absorbe a las mismas longitudes de onda.

Estas leyes son fundamentales para la espectroscopía, ya que permiten comprender los espectros de los astros. Podemos observar el efecto de estas leyes en la Figura 1.3. Algo que vale la pena enfatizar es que las líneas de absorción y las líneas de emisión se producen exactamente en las mismas longitudes de onda. Las líneas de emisión son simplemente el resultado de saltos descendentes, o transiciones, de electrones entre los niveles de energía, mientras que las líneas de absorción son transiciones a la alza.

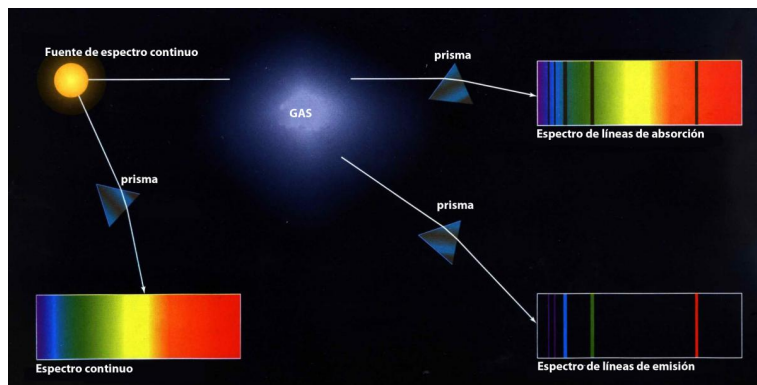


Figura 1.3: Las leyes de Kirchhoff, donde se ilustra cómo se generan los espectros continuo, de líneas de emisión y de líneas de absorción.

Por otra parte, Niels Bohr ideó una manera de determinar la longitud de onda de la luz necesaria para hacer una transición, específicamente para el átomo de hidrógeno, utilizando la mecánica cuántica. Este método hace uso de los niveles en los que están los electrones. La fórmula para determinar la longitud de onda de la luz de cualquier línea espectral del átomo de hidrógeno está dada como:

$$\lambda = \frac{1}{R} \left(\frac{n_h^2 n_i^2}{n_h^2 - n_i^2} \right), \quad (1.1)$$

donde n_h es el número cuántico de un nivel superior, n_i es el número cuántico de un nivel inicial, λ es la longitud de onda de la luz, y R es la constante de Rydberg, una constante física que aparece en la Fórmula de Rydberg para describir las longitudes de ondas de las líneas espectrales de muchos elementos químicos y que está dada como:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), \quad (1.2)$$

donde n_1 y n_2 son enteros tal que $n_1 < n_2$, y R tiene el valor de $1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

Así que, si por ejemplo, deseamos determinar la longitud de onda de la luz emitida cuando un electrón realiza una transición de nivel 3 a nivel 2 en el átomo de hidrógeno, tenemos por nuestra ecuación (1.1) que:

$$\lambda = \frac{1}{R} \left(\frac{n_3^2 n_2^2}{n_3^2 - n_2^2} \right),$$

$$\lambda = 9.11 \times 10^{-8} \left(\frac{36}{9 - 4} \right),$$

$$\lambda = 656.467 \text{ nm}.$$

Esta es la famosa línea de hidrógeno $H\alpha$ a 656.3 nm (6563 Å), probablemente una de las líneas espectrales más importantes, ya que es la que produce el color rosado característico de las regiones H II, esto cuando se combinan tres imágenes correspondientes a los filtros rojo, verde y azul (RGB) de estos objetos, y también se mezcla con el azul del filtro azul (B) con el fin de obtener una imagen compuesta de dichas nubes con un realce en el hidrógeno. Cabe destacar que la combinación RGB nos muestra a los objetos con los colores reales o casi reales, ya que el azul, verde y rojo son los colores primarios y al combinarse, dan los demás. Sin embargo, aunque el hidrógeno es el principal constituyente de estas nebulosas sus líneas de emisión no son siempre las más intensas. Además, los niveles de energía de los electrones en cada elemento químico son únicos, que da como resultado que cada elemento tenga sus propias líneas espectrales distintas. El hidrógeno es un elemento muy simple, con un solo electrón, pero en aquellos elementos con muchos electrones y niveles de energía, los espectros correspondientes pueden ser muy complejos.

Una región H II tiene un espectro dominado por líneas estrechas de emisión, en el óptico las líneas de hidrógeno son particularmente intensas, y corresponden a la serie de Balmer en recombinación, es decir, cuando el protón se recombina con un electrón libre y queda en un estado excitado y a continuación se desexcita al nivel fundamental. En la figura 1.4 se ilustra un espectro típico de estas regiones.

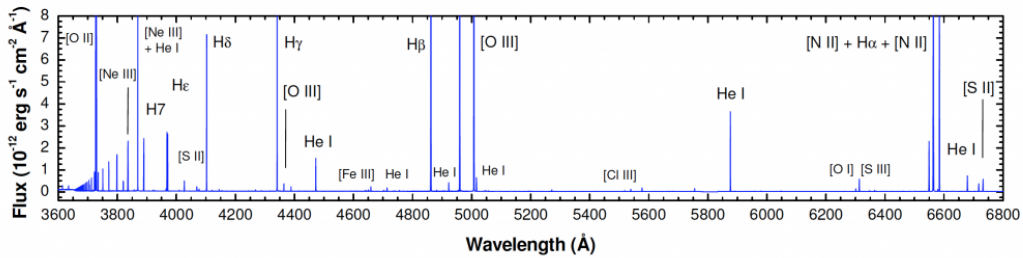


Figura 1.4: Espectro típico de una región H II.

1.3. Física de gas ionizado

En los espectros de las regiones H II se pueden observar líneas prohibidas que provienen de transiciones entre niveles de energía de átomos tales como O^+ , O^{++} , S^+ , N^+ , entre otros. Las colisiones de estos iones con electrones térmicos excitan los iones a niveles superiores al estado base. Pero, debido a las condiciones de baja densidad en el gas interestelar, estos iones excitados se desexcitarán radiativamente con el paso del tiempo, emitiendo un fotón “prohibido” con una longitud de onda característica. Mientras tanto, las nebulosas difusas también emiten en otras

regiones del espectro, en particular en longitudes de onda de radio. En esta región del espectro, producen tanto un espectro continuo (de radiación libre-libre que proviene de la aceleración de electrones en órbitas no ligadas) como líneas espectrales. Existen procesos físicos a considerar en las regiones H II, suponiendo que la nebulosa se encuentra en estado estacionario:

1. **Equilibrio de fotoionización.** Es el balance entre la fotoionización y la recombinación en cada elemento de volumen de la nebulosa. Determina la estructura de los estados iónicos de los elementos de la nebulosa.
2. **Equilibrio térmico entre calentamiento y enfriamiento.** El calentamiento se debe a los electrones resultantes de la ionización del hidrógeno y el helio, los cuales posteriormente se termalizan y siguen una distribución maxwelliana. Los granos de polvo, a través del efecto fotoeléctrico, también contribuyen al calentamiento pero en menor medida. Mientras que el enfriamiento se debe a las colisiones electrón-ion, seguidas por la emisión de líneas prohibidas.

La información que se obtiene del espectro de una región H II es la densidad electrónica, la temperatura electrónica, la abundancia química de varios elementos, la velocidad de recesión del objeto, entre otros. Los resultados que se consiguen al estudiar regiones H II nos permite entender el estado evolutivo y la historia de formación de la galaxia. Un ejemplo es cuando se tienen diversas regiones H II con una abundancia baja en metales, esto significa que estos objetos probablemente fueron formados de gas muy primigenio, esto significa que tuvo poca formación estelar que lo enriqueciera de elementos metálicos. En general, estos resultados permiten conocer a detalle la evolución química del Universo.

1.4. Mecanismos de ionización

1.4.1. Recombinación

La gran mayoría de las características importantes de las regiones excitadas por fotones provienen de la presencia de hidrógeno, el elemento más abundante, así que, primero podemos considerar regiones de sólo hidrógeno. Sabemos que el núcleo de un átomo de hidrógeno está compuesto por sólo un protón, donde un único electrón orbita a su alrededor. Sabemos que el átomo de hidrógeno no tiene carga eléctrica neta, ya que el protón es $+1$ y el electrón -1 , pero, gracias a la radiación energética (fotones de energía) puede hacer que el átomo de hidrógeno pierda su electrón, expulsándolo del átomo. A este proceso se le conoce como fotoionización, donde ahora, el átomo de hidrógeno se ha convertido en un ion de hidrógeno, con una carga eléctrica $+1$. De esta forma se dice que el átomo de hidrógeno ha sido ionizado.

Eventualmente, la fuerte interacción de Coulomb entre los protones y los electrones hace que el ion absorba un electrón. A este fenómeno se le conoce como recombinación, y es el inverso a la fotoionización. El electrón emitirá algo de luz, un fotón, lo cual sucederá cuando se recombine con un átomo de hidrógeno. La energía del fotón producido por la recombinación es la suma de la energía cinética del electrón que se recombina, y la energía de ligadura del electrón en el nivel de energía a donde se recombina. Sin embargo, existen muchos niveles de energía en un átomo de hidrógeno. Así que, más adelante el electrón saltará de uno a otro, hasta llegar al nivel con la energía más baja, es decir, el nivel fundamental. Cada fotón que el electrón emite tiene características únicas, ya que cada salto creará un fotón con una frecuencia o longitud de onda única, es por ello que el hidrógeno posee muchas líneas de emisión en su espectro.

El hidrógeno atómico se escribe como H I. Las líneas de emisión de H I más importantes son $H\alpha$ a 6563 Å, $H\beta$ a 4861 Å, $H\gamma$ a 4341 Å y $H\delta$ a 4101 Å. Cabe destacar que a longitudes de onda cortas, corresponden a colores azules y a altas frecuencias y energías, mientras que a longitudes de onda largas, corresponden a colores rojos y a bajas frecuencias y energías. Estas líneas se producen cuando el electrón tiene una cascada por los niveles de energía hacia el nivel base. Un electrón que salta del nivel 3 al nivel 2 emitirá un fotón a 6563 Å, es decir, un fotón $H\alpha$. Del mismo modo,

un electrón que salte del nivel 4 al nivel 2 emitirá un fotón $H\beta$, mientras que un electrón que salte del nivel 5 al nivel 2 emitirá un fotón $H\gamma$. Todos los saltos electrónicos que terminan en el nivel 2, se denominan fotones Balmer, ya que corresponden a las líneas de las series de Balmer de hidrógeno. Finalmente, el electrón alcanzará el estado fundamental saltando al nivel 1, donde, si dicha transición ocurre desde el nivel 2, el electrón emitirá un fotón Lyman- α en el ultravioleta, a 1216 Å. Podemos observar el espectro de líneas de emisión y absorción de H I, así como los saltos electrónicos en la Figura 1.5.

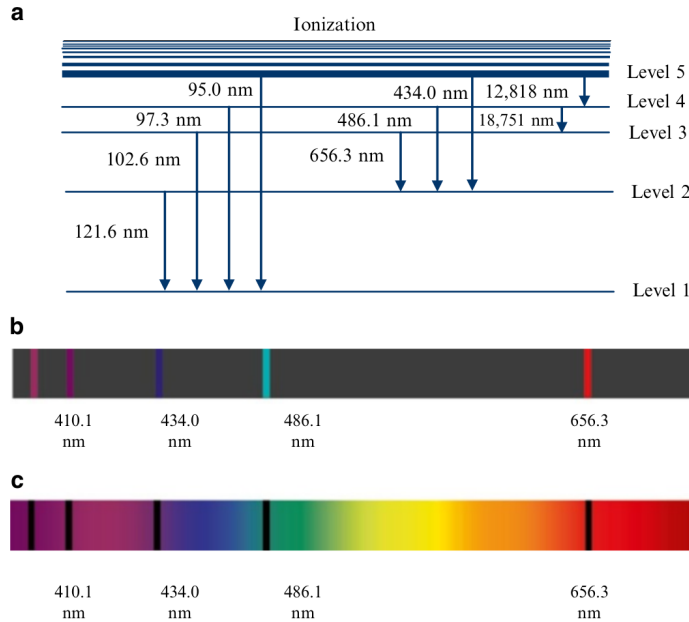


Figura 1.5: (a) Longitudes de onda de diversas transiciones en el átomo de hidrógeno. (b) Espectro de las líneas de emisión visibles, muestra transiciones que se producen a niveles de alta energía hacia abajo llegando al nivel 2. (c) Espectro de las líneas de absorción, que muestra las transiciones que surgen del nivel de energía 2 a niveles más altos. Estas líneas de absorción y emisión de hidrógeno se llaman líneas de Balmer.

A las líneas de recombinación también se les conoce como *líneas permitidas*, como las del hidrógeno y helio, escribiéndose directamente sin ningún uso de corchetes, como por ejemplo H I, He I, He II, etc.

1.4.2. Excitación Colisional

Consideremos un átomo de oxígeno, el que de hecho es el tercer elemento más abundante del Universo después del hidrógeno y el helio. Un átomo de oxígeno tiene 8 electrones orbitando un núcleo con 8 protones y 8 neutrones. Si uno de los electrones absorbe un fotón energético, el átomo de oxígeno será ionizado. Una vez que sucede esto, obtendremos un ion de oxígeno con una carga eléctrica de +1, pero incluso en ocasiones un segundo electrón puede ser expulsado, y cuando esto sucede se dice que el átomo de oxígeno ha sido doblemente ionizado, haciendo que su carga eléctrica ahora sea +2. Debido a que las densidades en las nebulosas son muy bajas (de 10 a 1000 partículas por centímetro cúbico), los iones de oxígeno en la nebulosa podrán vivir por algún tiempo, en el cual, estos iones tendrán muchas transiciones de electrones. Recordemos que en Astrofísica, todo lo que no sea hidrógeno o helio se denomina “metal”, como es el caso del oxígeno. Así que, en densidades muy bajas, los iones metálicos pueden sobrevivir por mucho tiempo, el suficiente para colisionar con los electrones libres del gas. Las colisiones dadas entre los electrones libres del gas y los

iones metálicos pueden mover los electrones de los iones metálicos a niveles más altos de energía, y eventualmente, los electrones de los iones metálicos vuelven al estado fundamental emitiendo fotones. Estos fotones crean líneas de emisión que se llaman líneas de excitación colisional.

Un ion muy importante es el oxígeno doblemente ionizado (O^{++}), en el cual existen 5 niveles de energía principales. Si un electrón salta del nivel superior al segundo, entonces emitirá un fotón ultravioleta, a 2321 Å. La transición electrónica que produce la emisión a 4363 Å, es de suma importancia en nuestro trabajo, ya que es clave para estimar la temperatura electrónica del gas. Por su parte, las dos líneas principales del ion O^{++} son 4959 Å y 5007 Å. Si el ion fuese de nitrógeno una vez ionizado N^+ , las dos líneas principales serían 6548 Å y 6583 Å. Todos estos saltos los podemos observar ilustrados en la Figura 1.6.

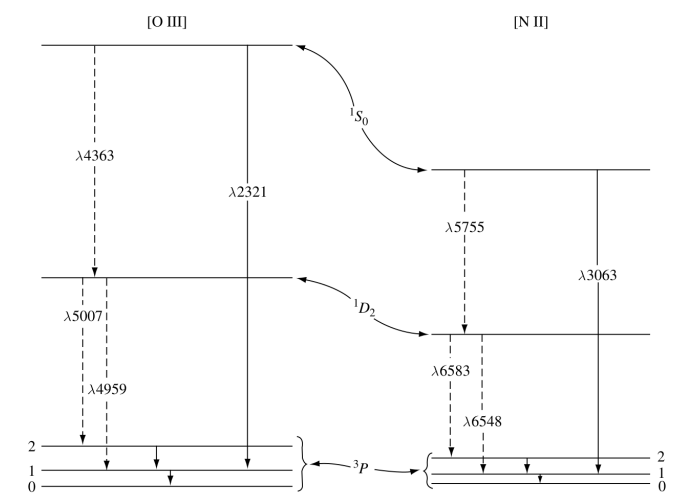


Figura 1.6: Diagrama de nivel de energía esquemático de los niveles de energía más bajos para O^{++} y N^+ , indicando las transiciones más fuertes.

Cabe destacar que todas estas transiciones vistas en la Figura 1.6 reciben el nombre de **líneas prohibidas**, ya que sólo aparecen a densidades muy bajas. Estas líneas deben ser escritas entre corchetes, como las famosas líneas de emisión de [OIII] y [SII] que se observan en nebulosas y galaxias.

1.5. Objetivos y estructura de la tesis

Este trabajo de tesis se concentrará en un tipo particular de observaciones espectroscópicas de regiones H II, en especial, aquellas observaciones que han medido un tipo particular de líneas de emisión, llamadas líneas aurales, las cuales son de suma importancia en la astrofísica ya que permiten calcular diversas propiedades físicas, que consecuentemente, ayudarán a determinar las abundancias químicas de estas regiones de manera directa, lo cual se expondrá en los siguientes capítulos.

El objetivo general de esta tesis consiste en la conformación del catálogo de regiones H II con líneas aurales más completo a partir de una búsqueda exhaustiva en la literatura. Dicho catálogo recopila por primera vez no solo la información de la emisión nebular, sino los errores observacionales asociados, lo cual permite hacer estudios estadísticos mucho más rigurosos que estudios anteriores, sirviendo de base para actualizar diversos calibradores empíricos de abundancias químicas de gas ionizado, así como múltiples estudios asociados a las propiedades del medio interestelar.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.5. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS

Con lo que respecta al contenido de la presente tesis, el Capítulo 2 presenta el desarrollo histórico sobre esta línea de investigación, donde se describe la importancia de las líneas de emisión en la astronomía, así como una breve descripción de las técnicas para determinar abundancias químicas en el medio interestelar y de los calibradores empíricos. El Capítulo 3 habla sobre la metodología empleada en esta tesis para la obtención del catálogo de regiones H II con líneas aurales, así como la caracterización del mismo, con el fin de extraer una muestra de mejor calidad de sus valores de intensidad de línea. El Capítulo 4 expone los resultados alcanzados con la metodología llevada a cabo del capítulo anterior, mostrando la recalibración de indicadores empíricos de abundancias químicas. El Capítulo 5 muestra la conclusión final e importancia que tiene el trabajo hecho en esta tesis, así como el trabajo a futuro. Finalmente, se cuenta con cinco apéndices, donde el primero explica algunas técnicas y fórmulas empleadas a lo largo del trabajo, el segundo explica la forma de usar una herramienta computacional que ayuda a calcular parámetros físicos con la información recabada de esta tesis, el tercero contiene histogramas de las intensidades de línea reportadas a lo largo del tratamiento hecho en la metodología del Capítulo 3, el cuarto muestra la tabla referente al catálogo creado de regiones H II con líneas aurales, y el último presenta la tabla del catálogo final en donde se incluyen los cálculos hechos en este trabajo.

Capítulo 2

Desarrollo Histórico

En el primer capítulo se dio una introducción a esta tesis, dando una breve descripción de las diferentes fases del medio interestelar llegando a las regiones H II, las cuales son los objetos principales para este trabajo. Además, se expuso parte fundamental de la teoría sobre espectroscopía astronómica, explicando el cómo es que se obtienen los espectros astronómicos que más adelante serán usados en este trabajo. Asimismo, se presentó parte de la física de gas ionizado, llegando a los diferentes mecanismos de ionización. Durante este segundo capítulo se mostrará la importancia que tienen las líneas de emisión en la astronomía, así como algunas técnicas notables que existen en la literatura para la determinación de abundancias químicas en el medio interestelar.

2.1. Importancia de las líneas de emisión en la astronomía

Como se vio en el capítulo anterior, la espectroscopía es una de las herramientas más útiles de los astrónomos para ayudarles a entender el universo. James Clerk Maxwell demostró que un haz de luz está conformado por ondas viajeras de campos eléctricos y magnéticos, es decir, ondas electromagnéticas. Las ondas electromagnéticas, independientemente de su longitud de onda λ o frecuencia f , se desplazan en el vacío con la misma velocidad $c = f\lambda$, además, son producidas por partículas cargadas y aceleradas. El espectro electromagnético está formado por diferentes tipos de ondas electromagnéticas en función de la longitud de onda y frecuencia.

A partir de los espectros podemos inferir propiedades físicas como la temperatura y la densidad. Para el caso de las regiones H II, que son los objetos astronómicos de interés en la presente tesis, se pueden calcular estos dos parámetros a través del cociente de intensidades de ciertas líneas de emisión de su espectro. Para el caso de la densidad en el gas, la cual se le conoce como densidad electrónica (n_e) ya que representa el número de electrones por unidad de volumen, los cocientes comúnmente usados son [S II] $\lambda 6717/\lambda 6731$, [O II] $\lambda 3726/\lambda 3729$, [Cl III] $\lambda 5518/\lambda 5538$ y [Ar IV] $\lambda 4711/\lambda 4740$. Es posible usar estos cocientes porque sus líneas provienen del mismo ion y se originan en niveles de energías similares, lo cual lo podemos observar en la parte izquierda de la Figura 2.1. Si los dos niveles de energía tienen diferentes probabilidades de transición radiativa o diferentes tasas de desexcitación colisional, la población relativa de esos niveles dependerá de la densidad electrónica, por lo tanto el cociente de las intensidades también dependerá de la densidad. En la parte derecha de la Figura 2.1 se muestra una gráfica de la relación que hay entre dos de los cocientes de intensidades y la densidad electrónica. Puede apreciarse que para densidades bajas, $n_e < 100 \text{ cm}^{-3}$, las variaciones del cociente de las intensidades tanto de [O II] como [S II] no son significativas, lo mismo sucede para densidades electrónicas grandes, $n_e > 10^4 \text{ cm}^{-3}$.

Asimismo, a la temperatura del gas se le conoce como temperatura electrónica (T_e) debido a que la temperatura cinética que refleja la distribución de energía de los electrones viene dada por el equilibrio térmico de la nebulosa, es decir, el equilibrio entre el calentamiento debido a la

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DE LAS LÍNEAS DE EMISIÓN EN LA ASTRONOMÍA

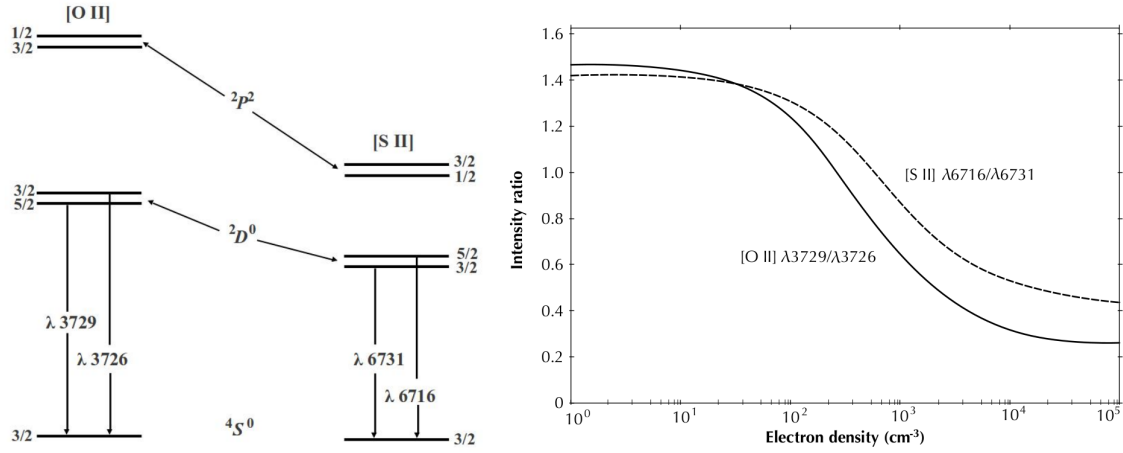


Figura 2.1: A la izquierda se muestran los niveles inferiores de energía de [O II] y [S II] y a la derecha el cociente de las intensidades para [O II] y [S II] como función de la densidad. Figuras tomadas de [Osterbrock & Ferland \(2006\)](#).

fotoionización y el enfriamiento debido a la radiación que escapa. Algunos cocientes que pueden usarse para la determinación de la temperatura son [N II] ($\lambda 6548 + \lambda 6584$)/ $\lambda 5755$, [O III] ($\lambda 4959 + \lambda 5007$)/ $\lambda 4363$, [S III] ($\lambda 9069 + \lambda 9531$)/ $\lambda 6312$ y [O II] ($\lambda 3726 + \lambda 3729$)/($\lambda 7319 + 20 + \lambda 7330 + 31$). Estos cocientes se usan porque cada uno de ellos contiene líneas que provienen del mismo ion y tienen niveles de energía considerablemente diferentes, lo cual lo podemos notar a la izquierda en la Figura 2.2, por lo que existe una dependencia exponencial de sus poblaciones relativas con la temperatura debido a su excitación por colisiones con electrones. Dicha dependencia puede observarse a la derecha de la Figura 2.2.

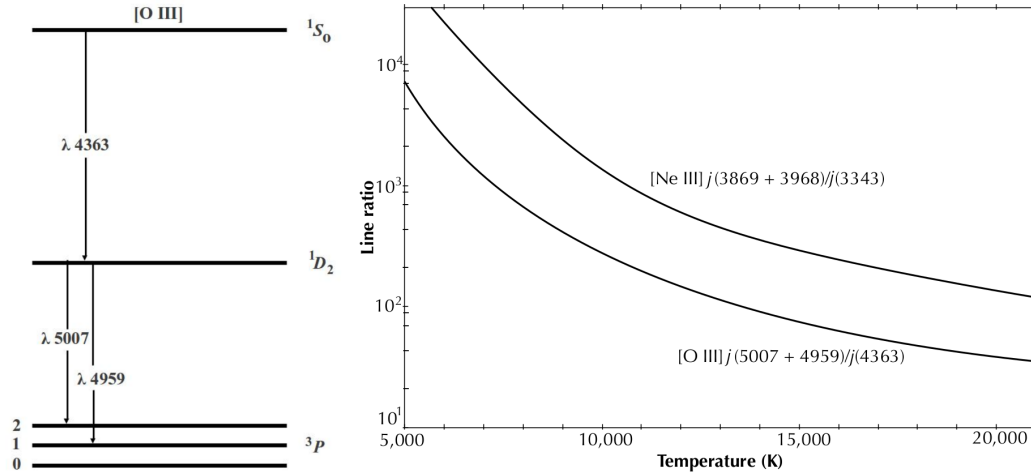


Figura 2.2: A la izquierda se observan los niveles de energía de [O III], mientras que a la derecha se muestra el cociente de las intensidades para líneas de [O III] y [Ne III] en función de la temperatura. Figuras tomadas de [Osterbrock & Ferland \(2006\)](#).

Otra propiedad física que se puede derivar de la información nebular de los espectros astronómicos y usando las condiciones físicas como la densidad y la temperatura, recién descritas, es la

abundancia química de los gases, para la cual se describe su determinación en la siguiente sección.

2.2. Determinación de abundancias químicas en el medio interestelar

La abundancia de elementos químicos es una medida de la presencia de elementos químicos en relación con todos los demás elementos en un entorno dado. En otras palabras, significa qué tanto material de tal elemento se tiene en relación a otro. Para obtener esto es importante determinar las abundancias iónicas y totales, como se mostrará a continuación.

2.2.1. Método directo

La abundancia iónica de un ion X^i relativa al hidrógeno H^+ puede obtenerse de la expresión:

$$\frac{X^i}{H^+} = \frac{I_{\lambda(X,i)}}{I_{H\beta}} \frac{j_{H\beta}}{j_{\lambda(X,i)}}, \quad (2.1)$$

en donde $I_{\lambda(X,i)}/I_{H\beta}$ es la intensidad de la línea del ion X^i normalizada a $H\beta$, mientras que $j_{\lambda(X,i)}$ y $j_{H\beta}$ son los coeficientes de emisión de las líneas debidas al ion X^i y a la recombinación de H^+ respectivamente, los cuales tienen una dependencia con la temperatura y la densidad electrónica. Los coeficientes de emisión se pueden calcular usando la diferencia de energías entre los dos niveles que producen la transición, su probabilidad de transición y la población que existe en el nivel superior. Las dos primeras propiedades se consiguen a partir de datos atómicos tabulados, pero para determinar la población relativa del nivel superior se debe considerar si se trata de una línea de recombinación o de una línea de excitación colisional. En general se tienen que resolver las ecuaciones de equilibrio estadístico, las cuales dicen que el número de transiciones que llegan al nivel n es igual al número de transiciones que salen de ese nivel. Si solo se consideran emisiones libres y transiciones colisionales, lo cual es una buena aproximación en muchos casos, se tiene que para cada nivel:

$$\sum_{j \neq 1} n_j n_e q_{ji} + \sum_{j > i} n_j A_{ji} = \sum_{j \neq 1} n_i n_e q_{ij} + \sum_{j < i} n_i A_{ij}, \quad (2.2)$$

donde n_j es la población relativa del ion en el nivel j , n_e es la densidad electrónica, q_{ji} es la tasa de excitación o desexcitación colisional del nivel j al i y A_{ji} es la probabilidad de transición del nivel j al i . En el caso de las líneas de recombinación como $H\beta$, hay que considerar también la contribución de las recombinaciones directas a cada nivel. En general, para muchos iones basta con considerar pocos niveles para resolver las ecuaciones de equilibrio estadístico.

La abundancia total de un elemento relativa al hidrógeno se encuentra dada por la suma de las abundancias de todos sus iones:

$$\frac{X}{H} = \sum_i \frac{X^{+i}}{H^+}. \quad (2.3)$$

Por ejemplo, la abundancia total de oxígeno se calcula como:

$$\frac{O}{H} = \frac{O^+}{H^+} + \frac{O^{++}}{H^+}, \quad (2.4)$$

dado que en el rango óptico es posible medir líneas de emisión de [O II] y [O III], y no se espera que el oxígeno se ionice más en la mayoría de las regiones H II. En las regiones H II generalmente se calcula la abundancia de oxígeno en relación con el Hidrógeno, la cual se define en unidades de $12 + \log(O/H)$ dex (contracción del exponente decimal) propuesto por [Grevesse et al. \(1996\)](#).

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

Sin embargo, para otros elementos, algunas abundancias iónicas no se pueden medir porque las líneas son demasiado débiles o porque las observaciones se limitan a un rango espectral específico. En estos casos, los factores de corrección de ionización (ICFs) se utilizan para tener en cuenta la contribución de otros iones en el cálculo de la abundancia total. Delgado-Inglada et al. (2014) publicaron un análisis completo de los ICFs utilizando modelos de fotoionización. El cálculo de abundancias químicas en las regiones H II con este procedimiento a menudo se denomina *método directo*. Uno de los problemas relacionados con el método directo es que en espectros de baja resolución, las líneas muy débiles como [OIII] $\lambda 4363$ y [NII] $\lambda 5755$ son muy difíciles de medir, lo que introduce una alta incertidumbre en los cálculos de la temperatura electrónica. Otro tema importante es que las abundancias químicas derivadas de las líneas de recombinación son alrededor de un factor 2 más altas que las calculadas con las líneas excitadas por colisión en las regiones H II, expuesto en Peimbert & Peimbert (2005). Esto puede deberse a la presencia de fluctuaciones de temperatura en el gas, ya que las líneas excitadas por colisión tienen una fuerte dependencia de la temperatura electrónica, y las líneas de recombinación son casi independientes de este parámetro físico, esto mencionado en Osterbrock & Ferland (2006). El uso del método directo depende de la medición de la temperatura electrónica. Para muchas observaciones es difícil obtener una medición de la temperatura electrónica, ya que requiere la medición de líneas muy tenues ([OIII] $\lambda 4363$ o [NII] $\lambda 5755$) que pueden no detectarse en el espectro. Cuando no se dispone de la temperatura de los electrones, existen otros métodos basados en la medición de líneas fuertes de emisión que permiten determinar la abundancia de algunos elementos, llamados *calibradores empíricos*, los cuales nos ayudan a obtener una relación entre las intensidades de las líneas de emisión y la abundancia química, sobre los cuales se hablará a continuación.

2.2.2. Calibradores empíricos

Las regiones H II, han sido durante muchos años la principal fuente de información sobre la metalicidad en galaxias distantes. Sus espectros de líneas de emisión brillantes son visibles en todo tipo de objetos donde se acontece formación estelar. El análisis de estos espectros nebulares constituye el mejor método para la determinación de las abundancias químicas de elementos como: He, N, O, Ne, Ar, S que tienen líneas de emisión óptica correspondientes a diferentes estados de ionización. Un conocimiento preciso de estas abundancias es esencial para una comprensión completa de la evolución de las estrellas y los sistemas estelares, además, ha permitido arrojar algo de luz sobre varias cuestiones relativas a la evolución química de las galaxias en el universo local. Las líneas de recombinación producen las abundancias más precisas debido a su débil dependencia de la temperatura nebulosa. Desafortunadamente, la mayoría de las líneas de emisión observadas en las nebulosas ionizadas están excitadas por colisión y sus intensidades dependen exponencialmente de la temperatura. En principio, esta temperatura se puede determinar a partir de relaciones de línea adecuadas, siendo la más utilizada la de [OIII] $\lambda 4363 \text{ \AA}$ / ($\lambda 4959 \text{ \AA}$ + $\lambda 5007 \text{ \AA}$) aunque, recientemente, la sensibilidad mejorada de nuevos detectores en telescopios más grandes permite la medición de otras líneas aurales.

Todas estas relaciones implican la detección y medición de una línea que en muchos objetos es demasiado débil para ser observada, llamada línea auroral. Este es el caso de regiones con alto contenido de metales, donde el enfriamiento ejercido por iones metálicos hace que las líneas débiles sean indetectables en regiones H II en galaxias distantes y objetos con bajo brillo superficial. En estos casos, se han desarrollado métodos empíricos basados en las intensidades de líneas ópticas fuertes y fácilmente observables y hoy en día se utilizan ampliamente. Los llamados *métodos empíricos* se basan en las propiedades de enfriamiento de nebulosas ionizadas que finalmente se traducen en una relación entre las intensidades de las líneas de emisión y la abundancia de oxígeno. De hecho, cuando el enfriamiento está dominado por el oxígeno, la temperatura electrónica depende inversamente de la abundancia de oxígeno. Dado que las intensidades de las líneas excitadas por colisión dependen exponencialmente de la temperatura electrónica, se espera que exista una relación entre estas intensidades y la abundancia de oxígeno.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

A través de los años en la literatura se han propuesto varios calibradores de abundancia que involucran diferentes proporciones de líneas de emisión. Varios autores han discutido las ventajas y desventajas de los diferentes calibradores. Aunque se reconoce que las abundancias derivadas del uso de estas calibraciones carecen de incertidumbres considerables, muchos autores creen que trazan tendencias a gran escala en las galaxias. El parámetro R_{23} , que fue introducido por [Pagel et al. \(1979\)](#), es uno de los indicadores de abundancia más utilizados. Algunos estudios han intentado mejorar la calibración de R_{23} utilizando modelos de fotoionización o datos de observación. A continuación se describen brevemente algunas de las diferentes versiones del calibrador R_{23} que han tenido un mayor impacto en la literatura.

Calibrador M91

El calibrador M91 fue propuesto por [McGaugh \(1991\)](#), corresponde a la familia de estimadores R_{23} , donde se encuentran definidas las siguientes relaciones:

$$R = \frac{[OIII]\lambda 4363}{H\beta}, \quad (2.5)$$

$$R_2 = \frac{[OII]\lambda 3727}{H\beta}, \quad (2.6)$$

$$R_3 = \frac{[OIII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007}{H\beta}, \quad (2.7)$$

$$R_{23} = R_2 + R_3. \quad (2.8)$$

El calibrador M91 se basa en modelos detallados de la región H II. Este calibrador tiene en cuenta una corrección del parámetro de ionización. Las expresiones paramétricas para las ramas inferior y superior para este calibrador dadas por [Kobulnicky et al. \(1999\)](#) se utilizaron en este estudio. Estas expresiones son:

$$12 + \log(O/H)_{inf} = 12 - 4.944 + 0.767x + 0.602x^2 - y(0.29 + 0.332x - 0.331x^2), \quad (2.9)$$

$$12 + \log(O/H)_{sup} = 12 - 2.939 - 0.2x - 0.237x^2 - 0.305x^3 - 0.0283x^4 - y(0.0047 - 0.0221x - 0.102x^2 - 0.0817x^3 - 0.00717x^4), \quad (2.10)$$

donde

$$x = \log R_{23} = \log \left(\frac{[OII]\lambda 3727 + [OIII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007}{H\beta} \right), \quad (2.11)$$

$$y = \log O_{23} = \log \left(\frac{[OIII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007}{[OII]\lambda 3727} \right). \quad (2.12)$$

La precisión del calibrador M91 es de aproximadamente 0.15 dex.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

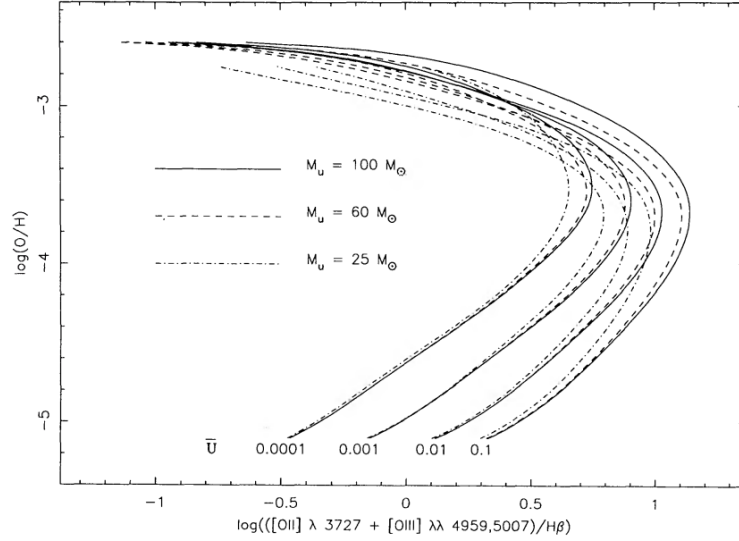


Figura 2.3: Calibrador M91. Figura 9 del trabajo de [McGaugh \(1991\)](#).

Calibrador Z94

El calibrador Z94 fue propuesto por [Zaritsky et al. \(1994\)](#) y se basa en la relación de línea R_{23} . Este calibrador se derivó del promedio de tres calibraciones anteriores hechas por [Edmunds & Pagel \(1984\)](#), [Dopita & Evans \(1986\)](#) y [McCall et al. \(1985\)](#). Para este calibrador se proporcionó un ajuste polinomial que solo es válido para la rama superior R_{23} :

$$12 + \log(O/H)_{sup} = 9.265 - 0.33x - 0.202x^2 - 0.207x^3 - 0.333x^4, \quad (2.13)$$

donde $x = \log R_{23}$ definido en la ecuación 2.11. La precisión estimada de esta calibración Z94 es igual a la diferencia entre los diferentes métodos.

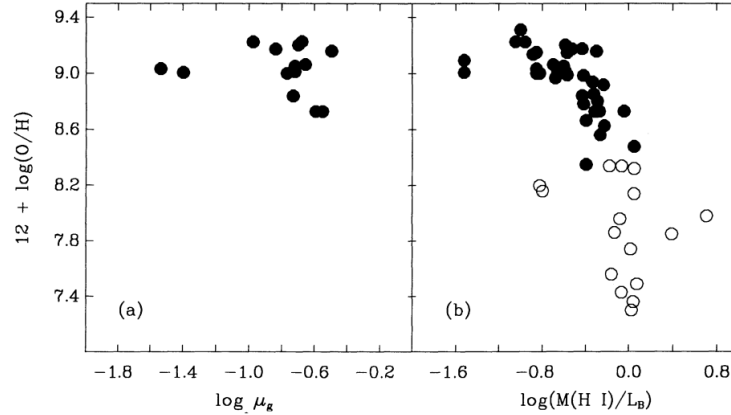


Figura 2.4: Calibrador Z94. Figura 14 del trabajo de [Zaritsky et al. \(1994\)](#).

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

Calibrador KK04

Este calibrador fue propuesto por [Kobulnicky & Kewley \(2004\)](#) en donde emplearon las rejillas de evolución estelar y fotoionización de [Kewley & Dopita \(2002\)](#) para producir un ajuste mejorado a la calibración R_{23} . En este calibrador se propone un método iterativo que tiene en cuenta el parámetro de ionización para producir una estimación de la metalicidad. En primer lugar, se debe proporcionar un valor aproximado de la metalicidad en función de la rama R_{23} (determinada a partir de la relación $[N\ II] / [O\ II]$), calculando un parámetro de ionización q tal que

$$\log q = \{32.81 - 1.153y^2 + [12 + \log(O/H)](-3.396 - 0.025y + 0.1444y^2)\} \times \{4.603 - 0.3119y - 0.163y^2 + [12 + \log(O/H)](-0.48 + 0.0271y + 0.02037y^2)\}^{-1}, \quad (2.14)$$

donde

$$y = \log \left(\frac{[OIII]\lambda 5007}{[OII]\lambda 3727} \right). \quad (2.15)$$

El parámetro de ionización resultante se utiliza para derivar una estimación de la metalicidad en función de la relación R_{23} tal como sigue

$$12 + \log(O/H)_{inf} = 9.40 + 4.65x - 3.17x^2 - \log q(0.272 + 0.547x - 0.513x^2), \quad (2.16)$$

$$12 + \log(O/H)_{sup} = 9.72 - 0.777x - 0.951x^2 - 0.072x^3 - 0.811x^4 - \log q(0.0737 - 0.0713x - 0.141x^2 + 0.0373x^3 - 0.058x^4), \quad (2.17)$$

donde $x = \log R_{23}$ definido en la ecuación 2.11.

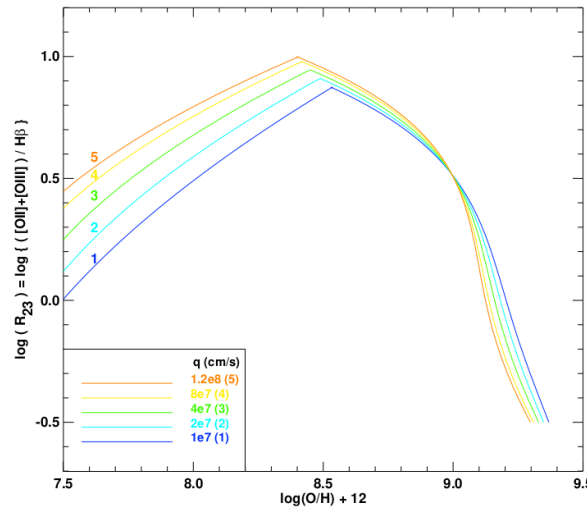


Figura 2.5: Calibrador KK04. Figura 7 del trabajo de [Kobulnicky & Kewley \(2004\)](#).

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

Calibrador PT05

Esta calibración hecha por [Pilyugin & Thuan \(2005\)](#) incluye un parámetro de excitación P que tiene en cuenta el efecto del parámetro de ionización. La calibración tiene una calibración de rama superior que es válida para metalicidades basadas en temperatura electrónica $12 + \log(O/H) > 8.25$ y una calibración de rama inferior que es válida para metalicidades basadas en temperatura electrónica $12 + \log(O/H) < 8.0$. Este calibrador da dos parametrizaciones correspondientes a las ramas inferior y superior de R_{23} dadas por:

$$12 + \log(O/H)_{inf} = \frac{R_{23} + 106.4 + 106.8P - 3.40P^2}{17.72 + 6.60P + 6.95P^2 - 0.302R_{23}}, \quad (2.18)$$

$$12 + \log(O/H)_{sup} = \frac{R_{23} + 726.1 + 842.2P + 337.5P^2}{85.96 + 82.76P + 43.98P^2 + 1.793R_{23}}, \quad (2.19)$$

donde

$$R_{23} = \frac{[OII]\lambda 3737 + [OIII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007}{H\beta}, \quad (2.20)$$

$$P = \frac{([OIII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007)/H\beta}{R_{23}}. \quad (2.21)$$

[Pilyugin & Thuan \(2005\)](#) afirman una precisión de ± 0.1 dex para la calibración PT05.

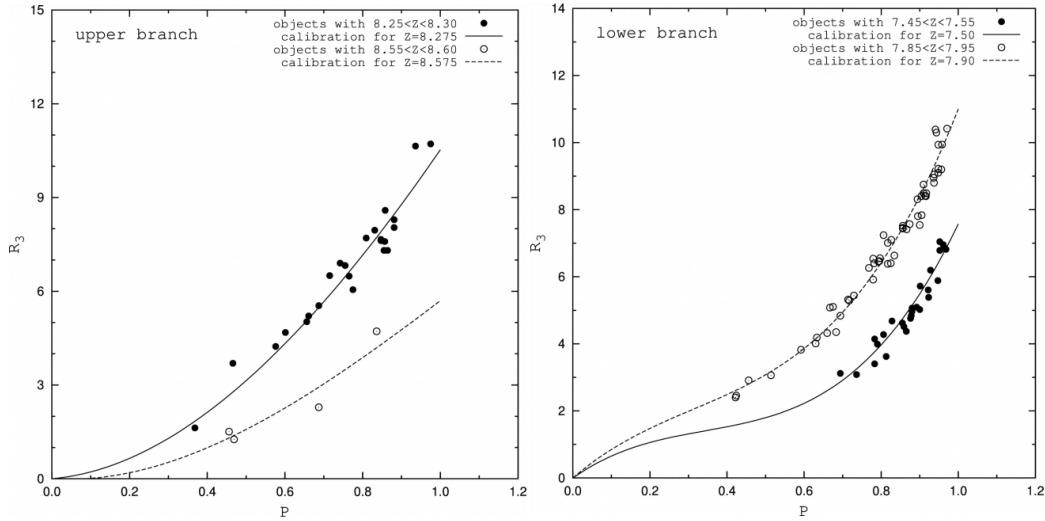


Figura 2.6: Calibrador PT05. El panel izquierdo corresponde a la Figura 5 del trabajo de [Pilyugin & Thuan \(2005\)](#), mientras que el panel derecho corresponde a la Figura 8 del mismo trabajo.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

Calibrador de índice N2

El índice N2 fue propuesto por primera vez por [Storchi-Bergmann et al. \(1994\)](#), definido como

$$N2 = \log \left(\frac{[NII]\lambda 6584}{H\alpha} \right). \quad (2.22)$$

Esta relación es sensible a la metalicidad medida por la abundancia de oxígeno a través de una combinación de dos efectos. A medida que O/H disminuye por debajo del solar, hay una tendencia a que la ionización aumente, disminuyendo la relación $[N II]/[N III]$. Por otra parte, la relación N/O disminuye en el extremo de alta abundancia, debido a la naturaleza secundaria del nitrógeno. La relación entre el N2 y la metalicidad es de un solo valor y básicamente no se ve afectada por los efectos del enrojecimiento. Sin embargo, tiene una alta dispersión asociada a los parámetros de la nebulosa (parámetro de ionización y temperatura de radiación ionizante) y a variaciones intrínsecas de N/O.

Posteriormente, [Denicoló et al. \(2002\)](#) proporcionaron un ajuste lineal válido en el régimen $-2.5 \leq N2 \leq -0.5$. La calibración se basa en un ajuste a la relación entre el índice N2 y las metalicidades obtenidas de las medidas de la temperatura electrónica, la calibración M91 y el método empírico propuesto por [Díaz & Pérez-Montero \(2000\)](#) basado en las líneas de azufre. Así que, la calibración hecha por [Denicoló et al. \(2002\)](#) está dada por un ajuste lineal por mínimos cuadrados:

$$12 + \log(O/H) = 9.12 + 0.73 \times N2. \quad (2.23)$$

Por su parte, [Pettini & Pagel \(2004\)](#) revisaron esta calibración con una base de datos actualizada, encontrando un mejor ajuste por un polinomio de tercer orden, que viene dado por

$$12 + \log(O/H) = 9.37 + 2.03N2 + 1.26N2^2 + 0.32N2^3, \quad (2.24)$$

el cual es válido para $-2.5 < N2 < -0.3$. Los valores de metalicidad de N2 derivados aquí corresponden a la media entre las metalicidades de N2 obtenidas de las ecuaciones 2.22 y 2.23. Mientras tanto, la incertidumbre estimada de las metalicidades derivadas es de $\sim \pm 0.2$ dex.

Finalmente, el último trabajo reportado en la literatura sobre el análisis de esta calibración fue hecho por [Marino et al. \(2013\)](#), quienes a través de la regresión robusta realizada a las mediciones de abundancia basadas en la recopilación de 452 regiones H II (la gran mayoría de esas regiones vienen del trabajo de [Pérez-Montero & Contini \(2009\)](#)) produjeron un mejor ajuste dado de la siguiente forma:

$$12 + \log(O/H) = 8.743[\pm 0.027] + 0.462[\pm 0.024] \times N2, \quad (2.25)$$

con el 95 % de las mediciones de $\log(O/H)$ encontradas dentro de ± 0.32 dex, esto en el intervalo $-1.6 < N < -0.2$. Estos resultados los podemos observar en la Figura 2.7.

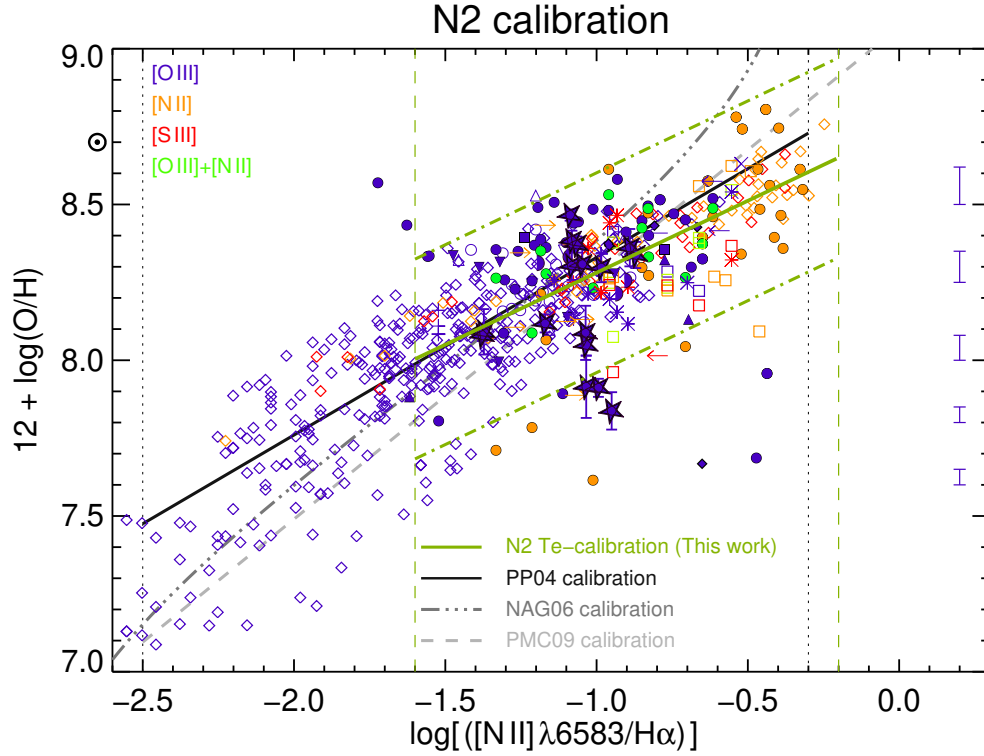


Figura 2.7: Figura 4 del trabajo de [Marino et al. \(2013\)](#). Abundancia de oxígeno frente al índice de N2 para la recopilación de regiones H II de dicho trabajo. La calibración PP04 se traza con una línea negra sólida con su intervalo de aplicabilidad (de $N2 = -2.5$ a -0.3) mostrado con líneas verticales de puntos grises. La calibración del PMC09 se representa con una línea discontinua gris, mientras que la línea discontinua gris de 3 puntos muestra la calibración NAG06. La nueva calibración, $12 + \log(O/H) = 8.743[\pm 0.027] + 0.462[\pm 0.024] \times N2$, se muestra con una línea sólida verde, mientras que las líneas punteadas de puntos verdes abarcan la incertidumbre ± 0.32 dex de las mediciones. Las líneas verticales punteadas indican el intervalo del nuevo ajuste (de $N2 = -1.6$ a -0.2). En azul a la derecha se muestra el error aleatorio promedio asociado al cálculo de las abundancias de oxígeno para diferentes contenedores de metalicidad. Se usaron diferentes símbolos y colores dependiendo del trabajo del que provienen y la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica. En azul se muestran aquellas regiones para las cuales se calculó la temperatura t_3 usando la línea $[O III] \lambda 4363$; en naranja aquellas regiones para las que se obtuvo la temperatura t_2 de la línea $[N II] \lambda 5755$; en rojo aquellas regiones para las cuales se calculó la temperatura t_3 usando $[S III] \lambda 6312$, y en verde se muestran aquellas regiones que tienen mediciones tanto en $[O III] \lambda 4363$ como en $[N II] \lambda 5755$. El significado de los símbolos es el siguiente: cuadrados rellenos para datos de [Berg et al. \(2012\)](#), círculos vacíos para datos de [Bresolin et al. \(2012\)](#), estrellas rellenas para los nuevos datos de CALIFA-Te, signos positivos para los datos de [Crowther & Bibby \(2009\)](#), triángulos vacíos al revés para [Croxall et al. \(2009\)](#), triángulos rellenos para [Guseva et al. \(2012\)](#), triángulos rellenos al revés para los datos de [Hadfield & Crowther \(2007\)](#), cruces para datos de [Kehrig et al. \(2011\)](#), círculos rellenos para datos de [Pérez-Montero & Contini \(2009\)](#), diamantes vacíos para [Pilyugin et al. \(2012\)](#), diamantes rellenos para [Sanders et al. \(2012\)](#), asteriscos para [Stasińska et al. \(2013\)](#), triángulos vacíos para los datos de [Zahid & Bresolin \(2011\)](#), cuadrados vacíos para los datos de [Zurita & Bresolin \(2012\)](#), flechas que apuntan a la izquierda para [García-Benito et al. \(2010\)](#), flechas que apuntan a la derecha para [Westmoquette et al. \(2013\)](#), semicírculos llenos a la izquierda para datos de [Esteban et al. \(2013\)](#) y semicírculos rellenos a la derecha para datos de [Monreal-Ibero et al. \(2012\)](#).

Calibrador de índice O3N2

El índice O3N2 depende de las relaciones de dos líneas de emisión (fuertes) y fue introducido por primera vez por [Alloin et al. \(1979\)](#) como

$$O3N2 = \log \left(\frac{[OIII]\lambda 5007}{H\beta} \times \frac{H\alpha}{[NII]\lambda 6584} \right). \quad (2.26)$$

Este índice es casi independiente de la corrección del enrojecimiento o de la calibración del flujo. La ventaja de este índice con respecto al de N2 es que la inclusión de [O III] podría ser útil en el régimen de alta metalicidad donde [N II] se satura pero la fuerza de [O III] continúa disminuyendo con el aumento de la metalicidad. Este calibrador se centró principalmente en determinar la metalicidad de las galaxias con alto corrimiento al rojo y fue adecuado para el análisis de datos con una relación señal-ruido moderada. Por su parte, en [Pettini & Pagel \(2004\)](#) ajustaron la relación observada entre esta relación y las metalicidades basadas en temperatura electrónica, obteniendo una relación monótona dada por:

$$12 + \log(O/H) = 8.73 - 0.32 \times O3N2, \quad (2.27)$$

válida para $O3N2 < 2$, con una precisión estimada de $\sim \pm 0.25$ dex. Vale la pena enfatizar que este estimador de abundancia de oxígeno es ampliamente utilizado en el régimen de alta metalicidad hasta el valor solar, donde el índice N2 se satura.

Por otro lado, en el trabajo hecho por [Marino et al. \(2013\)](#) muestran la variación en la abundancia de oxígeno con el índice O3N2 para 594 regiones H II. Realizan un ajuste robusto a través del método de desviación mínima absoluta a los datos de las regiones H II basadas en temperatura electrónica en el rango de O3N2 entre -1.1 y 1.7, obteniendo el siguiente ajuste:

$$12 + \log(O/H) = 8.533[\pm 0.012] - 0.214[\pm 0.012] \times O3N2, \quad (2.28)$$

donde los límites en el rango de ajuste proviene principalmente de la gran dispersión de los datos basados en temperatura electrónica en el régimen de baja metalicidad ($O3N2 > 1.8$), además, el 95% de las mediciones se encuentran dentro de ± 0.36 dex. Podemos visualizar dichos resultados en la Figura 2.8.

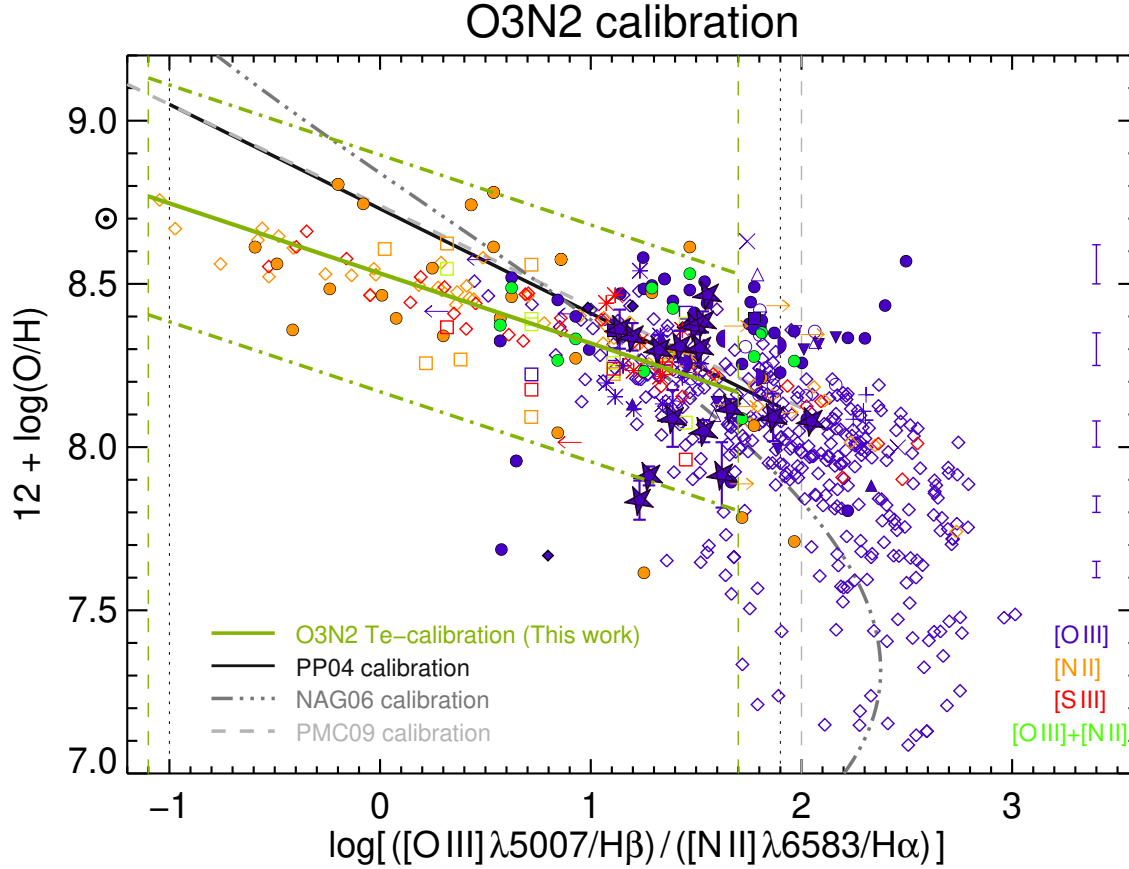


Figura 2.8: Figura 2 del trabajo de [Marino et al. \(2013\)](#). Abundancia de oxígeno frente al índice O3N2 para las abundancias de la recopilación de regiones H II de dicho trabajo. La calibración PP04 se traza con una línea sólida negra y su intervalo de aplicabilidad (de -1 a 1.9) se muestra con las líneas verticales de puntos grises. La calibración del PMC09 se representa con una línea discontinua gris hasta su límite de validez O3N2 = 2. La línea discontinua gris de 3 puntos muestra la calibración NAG06. La nueva calibración, $12 + \log(\text{O}/\text{H}) = 8.533[\pm 0.012] - 0.214[\pm 0.012] \times \text{O3N2}$ se muestra con una línea verde sólida. La línea verde punteada abarca la incertidumbre ± 0.32 dex de todas las medidas. Las líneas verticales punteadas indican el intervalo del nuevo ajuste, de O3N2 = -1.1 a 1.7. En azul a la derecha se muestra el error aleatorio promedio asociado al cálculo de las abundancias de oxígeno para diferentes contenedores de metalicidad. Los símbolos y el código de color son los mismos que en la Fig. 4 de dicho trabajo (de la Figura 2.7 de esta tesis).

CAPÍTULO 2. DESARROLLO HISTÓRICO

2.2. DETERMINACIÓN DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN EL MEDIO INTERESTELAR

A través de propiedades físicas como la temperatura y la densidad electrónica, podemos determinar la abundancia de diversos elementos químicos, donde, el conocer estas abundancias nos permite comprender de mejor forma la evolución de las estrellas y los sistemas estelares, así como la evolución química de las galaxias en el universo local. La abundancia química o metalicidad, nos indica la cantidad de elementos químicos más pesados que el hidrógeno. En regiones de formación estelar, la metalicidad del gas ionizado refleja la abundancia química del medio interestelar en el tiempo presente, antes que el gas sea re-procesado por la nucleosíntesis estelar. En el siguiente capítulo se expondrá la metodología llevada a cabo para la elaboración de un nuevo catálogo de regiones H II, así como la caracterización del mismo, con el fin de conformar una extracción de alta calidad con ayuda de los errores asociados a cada medición reportados en la literatura, obteniendo finalmente un catálogo final de abundancias químicas obtenidas a través del método directo (usando líneas aurales) que darán pauta en capítulos posteriores al objetivo de la recalibración de los índices N2 y O3N2, los cuales son indicadores empíricos de metalicidad del medio interestelar ampliamente usados en la literatura.

Capítulo 3

Metodología

En el capítulo anterior hemos visto la importancia de las líneas de emisión en la astronomía, así como también las diferentes técnicas para la determinación de abundancias químicas en el medio interestelar. A continuación se mostrará la metodología empleada para obtener una recalibración de los indicadores empíricos O3N2 y N2 con datos espectroscópicos de alta calidad, para dicho propósito, se debe recabar de la literatura un catálogo de regiones H II con errores observacionales asociados, que por ende, representa el catálogo más completo de regiones H II hasta el momento.

3.1. Catálogo de regiones H II con líneas aurales

Dado que en esta investigación se busca actualizar y mejorar indicadores empíricos de abundancia comúnmente utilizados en estudios extragalácticos, se necesita una mayor estadística de regiones con medidas de abundancias directas, las cuales gracias a los avances técnicos y observacionales de los últimos años, se encuentran disponibles en la literatura, pero tienen que ser compiladas y re-analizadas de forma homogénea. De esta forma, comenzando con las referencias usadas por [Marino et al. \(2013\)](#), se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura sobre regiones H II con líneas aurales, esto a través de herramientas digitales, tales como [IOP Publishing](#), la cual es la compañía editorial del Instituto de Física con sede en el Reino Unido, y el sistema de datos astrofísicos [NASA/ADS](#), el cual cuenta con más de cinco millones de artículos científicos sobre astronomía y astrofísica en revistas especializadas. La búsqueda de artículos científicos en estas herramientas suele ser de uso sencillo para todo público. Ambos servidores contienen un buscador, el cual te permite filtrar diversos datos del artículo que se desea encontrar. Para el caso de IOP Publishing, se puede hacer la búsqueda del artículo deseado a través de la fecha de publicación, el nombre de la revista donde fue publicado el artículo y los autores del mismo. Para ADS, se puede hacer una búsqueda más detallada, ya que, además de los ya mencionados, también cuenta con filtros donde se pueden agregar datos tales como el nombre del primer autor, resumen, texto completo, citas, referencias, revisiones, y mucho más.

Por ejemplo, si deseamos buscar el artículo de [Bresolin et al. \(2012\)](#) en ADS, primero debemos entrar al sitio web y seleccionar *First Author*, aquí ingresamos el nombre de "Bresolin", quien es el autor principal. Posteriormente podemos seleccionar *Author*, donde agregaremos el nombre de alguno de los coautores de la publicación, en nuestro caso es "Kennicutt". Si tenemos mayor información del artículo, lo agregamos, como por ejemplo el año de publicación, que en este caso es "2012", dicho año lo ingresamos al seleccionar el apartado *Year*. Ahora podemos seleccionar en *Buscar*, esto en el icono de lupa. En ocasiones pueden aparecer muchos resultados, donde, si nosotros conocemos el volumen o el nombre de la revista en la que fue publicada, podemos encontrar fácilmente el artículo que deseamos en la información que aparece en cada resultado, de lo contrario tendremos que ver uno por uno. De hecho, si contamos con la información de volumen o nombre

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. CATÁLOGO DE REGIONES H II CON LÍNEAS AURORALES

de la revista, también se puede ingresar antes de hacer la búsqueda, seleccionando los apartados correspondientes a ellos. En nuestro ejemplo obtenemos un solo resultado, donde, al seleccionarlo, obtenemos una amplia información del artículo, aquí lo que más nos interesa es el visualizarlo, así que seleccionamos el apartado *arXiv* en el icono de archivo PDF, el cual suele estar a la derecha, y listo, podemos visualizar y descargar el artículo de manera sencilla y gratuita. Cuando son artículos muy recientes no siempre funciona esta última parte. Para visualizar este ejemplo guiado, podemos observar la Figura 3.1.

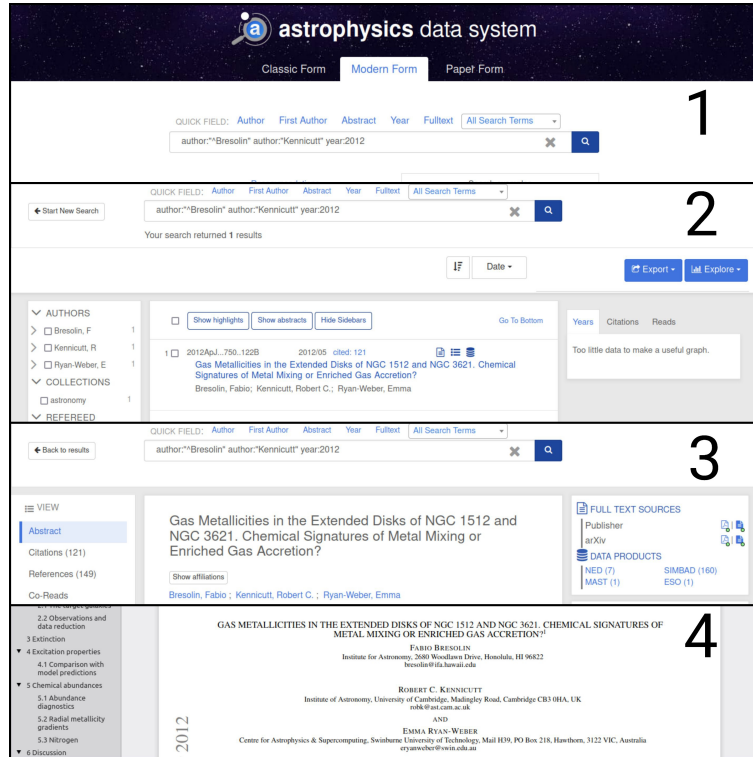


Figura 3.1: Ejemplo guiado de la búsqueda de un artículo en uno de los servidores en línea. En el panel 1 se visualiza la búsqueda inicial con la información conocida del artículo. En el panel 2 se observan los resultados obtenidos de la búsqueda, en este ejemplo sólo es un resultado. El panel 3 presenta lo que se obtiene al seleccionar un resultado, donde, al elegir el apartado *arXiv* en el icono de archivo PDF, se desplegará el artículo en forma automática. El panel 4 representa el artículo desplegado que se buscaba.

Como punto de partida, se consideraron las referencias incluidas en Marino et al. (2013) que corresponden a publicaciones previas a 2013, posteriormente se hizo la búsqueda de publicaciones de observaciones de regiones H II con líneas aurales principalmente a partir del 2013 hasta inicios del 2020, aunque en el proceso también se anexaron publicaciones de años anteriores al 2013 con el fin de ampliar aún más la estadística. De esta manera se consiguió recopilar un total de 145 publicaciones, creando el registro de un catálogo de líneas de emisión, con la peculiaridad de que cada región registrada tuviera al menos una medición de alguna línea auroral, es decir, al menos una medición en [OIII] λ 4363, [NII] λ 5755 o en [SIII] λ 6312. Otras líneas que se registraron fueron [OII] λ 3727, [OIII] λ 4959, [OIII] λ 5007, [NII] λ 6548, [NII] λ 6584, [SII] λ 6717 y [SII] λ 6731. Una característica importante de este nuevo catálogo fue el hecho de recopilar los errores asociados a las intensidades de línea publicados por los mismos autores, los cuales corresponden a $1 - \sigma$ de los errores observacionales y sistemáticos considerados en cada publicación.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. CATÁLOGO DE REGIONES H II CON LÍNEAS AURORALES

En este punto hay que destacar dos situaciones. La primera es sobre el uso de los espectros de estas regiones y no el de otros objetos astronómicos como nebulosas planetarias o galaxias con núcleo activo (AGNs). La razón radica en el ancho de línea, la cual corresponde a la medición en el ancho de banda de la frecuencias de radiación, ya sea, emitidas o absorbidas entre una transición de dos niveles energéticos. El ancho es llamado FWHM (Full Width at Half Maximum), cuyas unidades pueden ser especificadas en Å o en km/s si se interpreta como un ensanchamiento Doppler (efecto dado a partir de la diferencia entre la frecuencia emitida y observada de partículas emisoras en movimiento, siguiendo un perfil gaussiano). Las líneas de emisión anchas (BLR) presentes en cuásares pueden tener una FWHM=10000 km/s, mientras que líneas de emisión estrechas (NLR) presentes en AGNs típicamente mantienen FWHM de unos cientos de km/s comparable con velocidades presentes en otro tipo de galaxias. Así que el problema que podemos tener en espectros de otras clases de objetos es que pueden tener líneas muy anchas o muy angostas, de tal forma que no pueda ser observada la línea prohibida (auroral), mientras que las regiones H II poseen ciertas velocidades restringidas en las que es posible la obtención de dichas líneas (de 100 a 1000 km/s). Podemos observar en la Figura 3.2 una comparación entre espectros de distintos objetos, donde es fácil notar las diferencias que mantienen entre ellos a través del ancho de sus líneas.

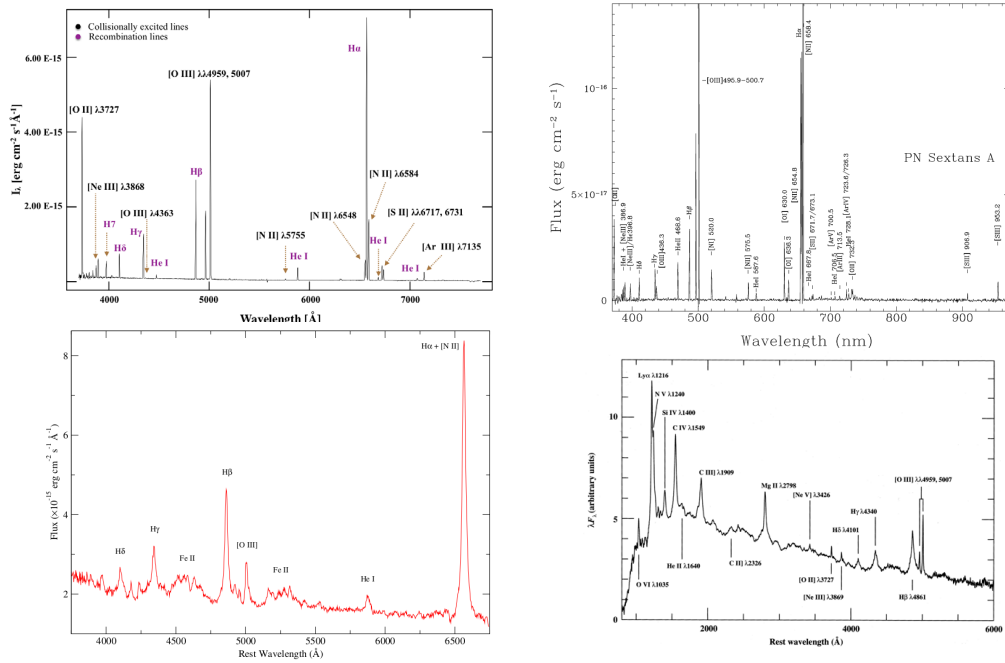


Figura 3.2: Comparación de espectros de diversos objetos astronómicos. El espectro superior izquierdo corresponde a una región H II de la galaxia M81 (Figura 1.2 del trabajo de [Córdova \(2018\)](#)). El espectro superior derecho corresponde al de una nebulosa planetaria en Sextans A (Figura 2 del trabajo de [Magrini et al. \(2005\)](#)). Al inferior izquierdo se tiene el espectro de la galaxia Seyfert 1H 0323+342 (Figura 2 del trabajo de [León Tavares et al. \(2014\)](#)). El espectro inferior derecho corresponde al de un cuasar típico (Figura 2 del trabajo de [Francis et al. \(1991\)](#)).

Lo segundo a destacar radica en que la presencia de polvo en el medio interestelar afecta a la radiación emitida por algún objeto, de manera que la dispersa o la absorbe. Así que, para longitudes de onda cortas, la luz es más atenuada que para longitudes de onda largas; este fenómeno se conoce como extinción interestelar, y para corregir este efecto se debe cuantificar la cantidad de radiación que ha sido extinguida debido al polvo. Esta corrección se hace para cada línea medida usando la siguiente expresión:

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. CATÁLOGO DE REGIONES H II CON LÍNEAS AURORALES

$$\frac{I_{\lambda}}{I_{H\beta}} = \left(\frac{I_{\lambda}}{I_{H\beta}} \right)_{obs}^{10^{c[f(\lambda) - f(H\beta)]}}, \quad (3.1)$$

donde $I_{\lambda}/I_{H\beta}$ es la intensidad de una línea a una longitud de onda dada respecto a $H\beta$, $(I_{\lambda}/I_{H\beta})_{obs}$ es la intensidad observada, c es la constante de enrojecimiento y $f(\lambda)$ es la ley de extinción. Aunque, en realidad, para nuestro caso no es necesario realizar el proceso anterior, ya que el estándar en la literatura es publicar los datos de la información nebular ya corregidos por extinción. De esta forma, todos los datos recopilados de la literatura ya han sido corregidos. Además, para todos los valores de las líneas de emisión registradas se normalizaron por convención a $H\beta = 1$. De esta forma se consiguió registrar un total de 1950 regiones H II con líneas aurorales, dicho número de un total de 145 publicaciones de la literatura, siendo el compendio más completo de su tipo hasta el día de hoy. Podemos observar el número de regiones que se registró para cada línea en el diagrama de barras de la Figura 3.3. Las referencias usadas para la creación de este catálogo comprenden de 1979 al 2020, podemos observar el histograma del número de regiones registradas para los distintos años en la Figura 3.4.

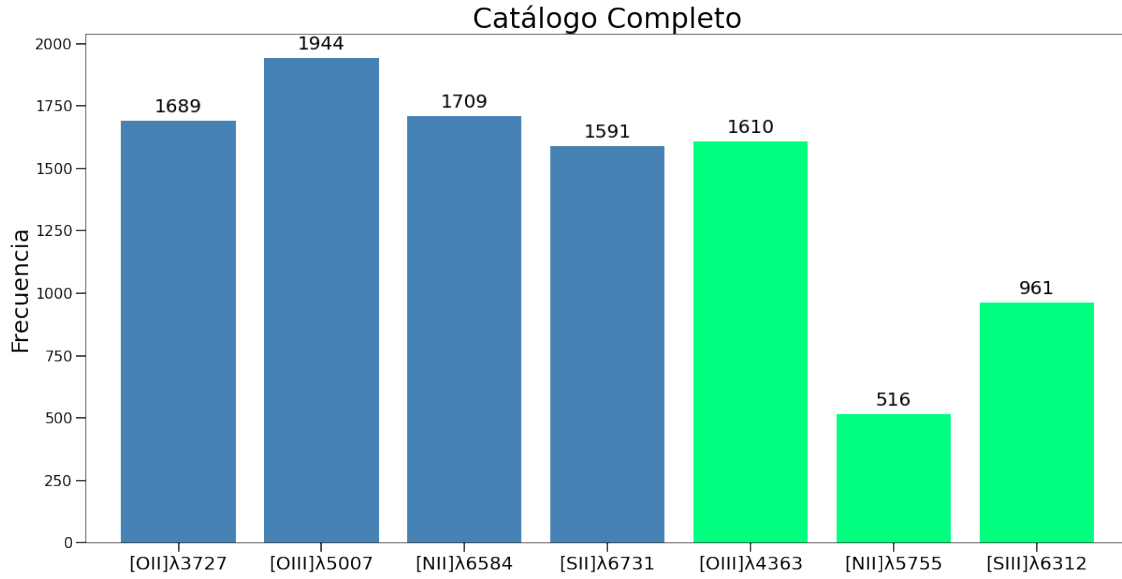


Figura 3.3: Histogramas correspondientes a cada una de las líneas de emisión registradas de la literatura. En color verde se muestran la frecuencia de líneas aurorales.

En la Tabla 3.1 se muestra un pequeño extracto de las 1950 fuentes que fueron registradas, con el fin de exponer la forma en la que se catalogaron las fuentes recopiladas. Una de las características principales de la tabla es que se ha designado un nombre propio único para cada fuente, una especie de ID para este trabajo, asimismo se incluye la referencia donde se encontraron dichas fuentes. Para la parte de las líneas de emisión, se registraron directamente los valores de las mismas junto con su error asociado. En la Tabla 3.1 se ejemplifican las líneas aurorales registradas, las cuales son [OIII]λ4363, [NII]λ5755 y [SIII]λ6312. La tabla completa con estas líneas aurorales para las 1950 fuentes recopiladas se pueden encontrar en el Apéndice D.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. CATÁLOGO DE REGIONES H II CON LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-3	Annibali et al. (2015)	0.044 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-11	Annibali et al. (2017)	0.021 ± 0.001	0 ± 0	0.0112 ± 0.0003
RHII-43	Berg et al. (2012)	0.083 ± 0.002	0 ± 0	0.02 ± 0.001
RHII-277	Buckalew et al. (2005)	0.0218 ± 0.0015	0 ± 0	0.01165 ± 0.00085
RHII-370	Esteban et al. (2009)	0.025 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-618	Hsyu et al. (2020)	0.0421 ± 0.0094	0 ± 0	0 ± 0
RHII-756	Izotov et al. (2011)	0.1319 ± 0.0055	0 ± 0	0.0127 ± 0.0015
RHII-1003	Lin et al. (2017)	0.043 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1301	Nicholls et al. (2014)	0.0766 ± 0.0032	0 ± 0	0.0197 ± 0.0012
RHII-1710	Stasińska et al. (2013)	0.02 ± 0.005	0 ± 0	0.02 ± 0.006
RHII-1787	Thuan et al. (1995)	0.106 ± 0.008	0 ± 0	0.016 ± 0.003
RHII-1802	van Zee et al. (1997)	0.048 ± 0.003	0 ± 0	0.018 ± 0.001
RHII-1909	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.024 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.001

Tabla 3.1: Extracto del registro de líneas aurorales del catálogo completo de las 1950 regiones H II. Las líneas aurorales registradas son [OIII] λ 4363, [NII] λ 5755 y [SIII] λ 6312, cada una con su respectivo error asociado. Cada línea de emisión se encuentra normalizada a $H\beta=1$.

De las 1950 regiones registradas en este nuevo catálogo, se cuenta con la coincidencia de un total de 455 de las 594 regiones compiladas en el trabajo de [Marino et al. \(2013\)](#), esto debido a que algunas de las fuentes que se presentan en dicho trabajo se encuentran duplicadas, mientras que otras fuentes no tienen la suficiente información nebular para ser consideradas para nuestro registro. El porcentaje de regiones que posee nuestro trabajo con respecto a las fuentes de [Marino et al. \(2013\)](#) es de un 23.3%, mientras que la cantidad de fuentes nuevas corresponden un 76.7%, siendo un total de 1495 regiones. Estas relaciones de las fuentes entre el último trabajo publicado en la literatura y el de la presente tesis, lo podemos visualizar en las Figuras 3.5 y 3.6.

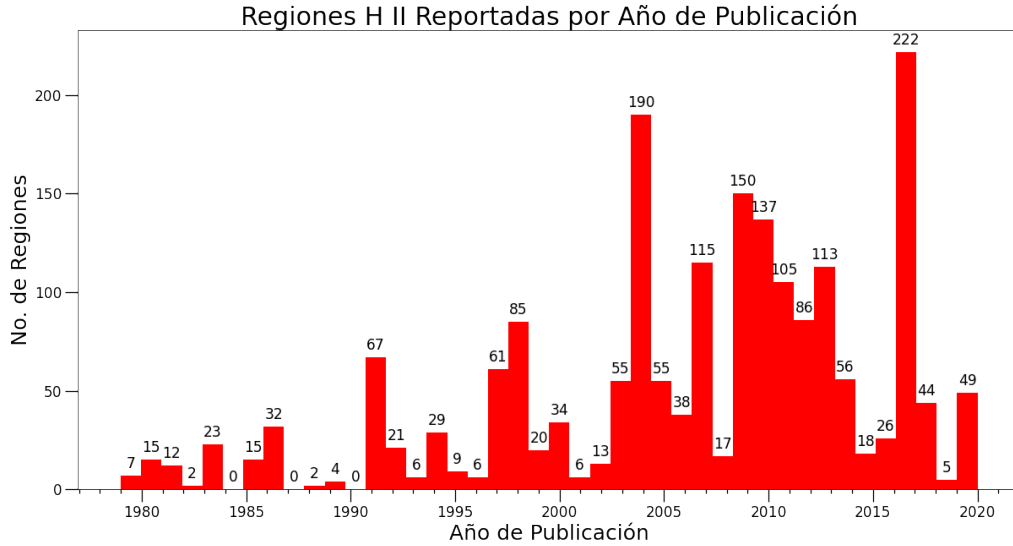


Figura 3.4: Histograma correspondiente al número de regiones catalogadas por año de publicación de las referencias usadas para el registro de nuestro catálogo.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE REGIONES H II

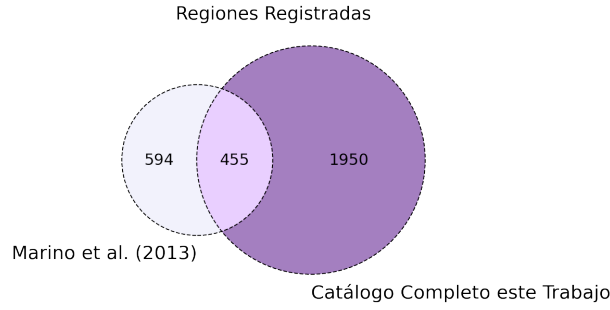


Figura 3.5: Diagrama de Venn que muestra visualmente el número de regiones (455) que coinciden entre el catálogo hecho por Marino et al. (2013) y el generado en este trabajo.

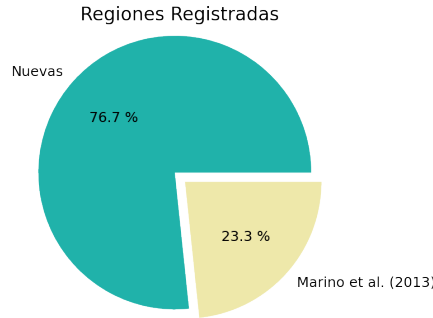


Figura 3.6: Gráfico circular correspondiente a las 1950 regiones del nuevo catálogo, donde se muestra el porcentaje de regiones que pertenecen al trabajo de Marino et al. (2013) y el porcentaje de las regiones nuevas que se añadieron.

3.2. Caracterización del catálogo de regiones H II

3.2.1. Regiones para uso del método directo

Como se vio en el capítulo anterior, la forma para poder obtener por primeros principios los diferentes parámetros físicos de una región nebular ionizada como la temperatura electrónica, la densidad y la metalicidad (abundancia de oxígeno) es empleando el método directo. Los requisitos primordiales para emplear el método directo es tener mediciones en las líneas de oxígeno, específicamente en $[\text{OII}]\lambda 3727$, $[\text{OIII}]\lambda 5007$ y $[\text{OIII}]\lambda 4363$, esta última siendo una línea auroral.

Así que se procedió a hacer una extracción de regiones en nuestro catálogo completo que cumplieran los requisitos dados, todo esto usando una hoja de cálculo desde la aplicación de Microsoft Excel. A través de diversos filtros en la hoja de cálculo, se logró caracterizar la muestra para todas aquellas regiones que tuvieran información en las tres líneas de oxígeno, otorgando una etiqueta particular para cada una de ellas, y así conseguir una extracción de todo el compendio. Finalmente, a raíz de las etiquetas puestas para las regiones que cumplieran el requisito establecido, se creó una muestra inicial con un total de 1390 regiones H II, dejando fuera un total de 560 regiones, las cuales no cumplen con el requisito de tener mediciones simultáneas tanto de $[\text{OII}]\lambda 3727$, $[\text{OIII}]\lambda 5007$ y la línea auroral $[\text{OIII}]\lambda 4363$.

3.2.2. Primer corte de regiones de mejor calidad

Tomando como muestra inicial las 1390 regiones a las que se les puede aplicar el Método Directo, se procedió a usar diversas técnicas estadísticas para hacer uso de los errores compilados con el fin de comenzar a establecer criterios de calidad, iniciando por eliminar todos aquellos valores atípicos productos de diversos errores de observación. Se comenzó calculando la incertidumbre porcentual $\delta_{\%}X$ para cada región en cada una de las líneas registradas. La razón de obtener este valor se debe a que la incertidumbre porcentual es el índice más comúnmente usado para especificar la precisión de una medida y se evalúa multiplicando la incertidumbre relativa por 100 %, tal como sigue:

$$\delta_{\%}X = \delta_r X \times 100 \%, \quad (3.2)$$

donde $\delta_r X$ se conoce como incertidumbre relativa, la cual es el cociente que resulta entre la incertidumbre absoluta y la magnitud observada:

$$\delta_r X = \frac{\delta_x}{x_0}. \quad (3.3)$$

De esta forma, para cada línea de cada región hemos calculado el error porcentual tal que:

$$\delta_{\%}X = \frac{\text{error reportado en la literatura}}{\text{intensidad de línea observada}} \times 100 \%. \quad (3.4)$$

Una vez obteniendo dichos valores, se hizo uso de las líneas más intensas de estas regiones, es decir, las líneas intensas de oxígeno, las cuales en principio son las mejor medidas en las observaciones. Aquí se aplicó otra herramienta estadística llamada σ -clipping, el cual se puede hallar en el Apéndice A. El σ -clipping se define como una forma de evitar el efecto de valores atípicos sobre los datos obtenidos en alguna observación. El proceso para usar esta técnica es a través de una iteración simple. En cada iteración, el rango de datos de entrada puede disminuir y, por lo tanto, cuando los valores atípicos tienen las condiciones anteriores, los valores atípicos se estarán eliminando. Los criterios son los siguientes:

1. Calcular la desviación estándar (σ) y la mediana (m) de una distribución.
2. Eliminar todos los puntos que sean más pequeños o más grandes que $m \pm \alpha\sigma$.
3. Regresar al paso 1, a menos que se alcance el nivel de tolerancia, donde el nivel de tolerancia se da cuando la nueva desviación estándar medida se encuentra dentro de la anterior desviación calculada, es decir:

$$\frac{\sigma_{old} - \sigma_{new}}{\sigma_{new}}. \quad (3.5)$$

De esta manera, y con ayuda de hojas de cálculo en la aplicación de Microsoft Excel, se tomaron los valores del error porcentual de [OIII] λ 4959 y [OIII] λ 5007 de la muestra de 1390 regiones, y se aplicó el proceso de σ -clipping para cada columna de datos de las líneas seleccionadas, tomando el valor de $\alpha = 1$. Se hizo la iteración las veces necesarias hasta llegar al nivel de tolerancia de 2.374 en la intensidad de la línea [OIII] λ 4959, eliminando errores con valores típicos del 16.01 %. Mientras que, para la línea [OIII] λ 5007, se llegó al nivel de tolerancia con valor de 1.143, eliminando errores con un valor medio del 8.44 %. Este método nos ayuda a rechazar todas aquellas regiones H II que han sido medidas con una alta incertidumbre en su error reportado, consecuencia de contaminantes debidos a otros procesos físicos, donde, si se consideran estas regiones, pueden generar resultados con un mayor error. Una vez finalizado el proceso, se otorgó un etiquetado especial para todas aquellas regiones que quedaron fuera por tener valores atípicos según el método realizado. De esta manera se obtuvo hacer un primer corte a nuestra muestra inicial, pasando de 1390 regiones H II a tener ahora un total de 814 regiones, dejando fuera un número considerable de fuentes con valores atípicos.

3.2.3. Segundo corte de regiones de mejor calidad

En este punto se han eliminado varios valores que han sido observados con mala calidad, aunque la muestra actual aún contiene muchas líneas con errores porcentuales muy altos, varios superando el 100 % de error. Así que se procedió por definir valores máximos de error porcentual para cada una de las líneas, tal como sigue:

- Para las líneas [OII] λ 3727 y [OIII] λ 4363 un máximo de error porcentual del 30 %, ya que son líneas fundamentales para el uso del método directo de determinación de abundancias.
- Para las líneas [NII] λ 6548, [NII] λ 6584, [NII] λ 5755, [SIII] λ 6312, [SII] λ 6717 y [SII] λ 6731 un máximo de error porcentual del 50 %, siendo moderadamente restrictivos, ya que si deseamos ser más estrictos en estos parámetros eliminaríamos casi todas las fuentes, situación que queremos evitar para el análisis final.

No fue necesario definir valores máximos de error porcentual para las líneas de [OIII] λ 4959 y [OIII] λ 5007, ya que sus respectivos errores no superaban el 10 %. Una vez definiendo estos límites, en hojas de cálculo se realizaron los distintos cortes para cada línea en la muestra actual, etiquetando aquellas que cumplen el requisito y las que no lo hacen. Finalmente, con lo anterior se consiguió hacer un segundo corte de mejor calidad, pasando de 814 regiones H II a un total 677 regiones.

3.2.4. Corte final de alta calidad

En este punto se tiene una muestra que tiene una mejor calidad que la que se tenía en un principio. Así que, el siguiente punto será comprobar que los valores de abundancias calculados a través del método directo en esta muestra sean coherentes con lo conocido en la literatura. Para conseguir esto se creó un código en python para obtener los resultados de forma más eficaz y rápida, usando en él las diferentes ecuaciones del método directo expuestas por [Pagel et al. \(1992\)](#) y [Pérez-Montero & Díaz \(2003\)](#). Los requisitos primordiales para emplear el método directo, como se mencionó en el capítulo anterior, es tener mediciones en las líneas de oxígeno, específicamente en [OII] λ 3727, [OIII] λ 5007 y [OIII] λ 4363. La razón de necesitar estas líneas de oxígeno se debe a que el método directo emplea diferentes ecuaciones para poder obtener parámetros físicos tales como la temperatura electrónica, la densidad y la metalicidad de la región.

De esta forma, el código creado comenzó calculando la temperatura t_3 correspondiente a las líneas de emisión [OIII], es decir, de las líneas de excitación colisional de iones O^{++} . A esta temperatura se le conoce por temperatura electrónica, y se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$R = \frac{[OIII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007}{[OIII]\lambda 4363}, \quad (3.6)$$

y usando la relación

$$t_3 = tOIII = 0.8254 - (0.0002415 \cdot R) + \frac{47.77}{R}, \quad (3.7)$$

en donde podemos usar una relación directa para obtener la temperatura t_2 , propuesta en [Pilyugin et al. \(2012\)](#), dada como

$$t_2 = tOII = (0.672 \cdot t_3) + 0.314, \quad (3.8)$$

la cual es una relación muy similar a la ampliamente usada propuesta por [Campbell et al. \(1986\)](#) y confirmada por [Garnett \(1992\)](#) donde

$$t_2 = tOII = (0.7 \cdot t_3) + 0.3. \quad (3.9)$$

Posteriormente se calculó la densidad electrónica, la cual está dada a partir del parámetro R_{S2} , definido como:

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE REGIONES H II

$$R_{S2} = \frac{[SII]\lambda 6717}{[SII]\lambda 6731}, \quad (3.10)$$

usando la relación

$$n_e = n([SII]) = 10^3 \cdot \frac{a_0(t)R_{S2} + a_1(t)}{b_0(t)R_{S2} + b_1(t)}, \quad (3.11)$$

donde

$$a_0(t) = 2.21 - \frac{1.3}{t_3} - 1.25 \cdot t_3 + 0.23 \cdot t_3^2, \quad (3.12)$$

$$a_1(t) = -3.35 + \frac{1.94}{t_3} + 1.93 \cdot t_3 - 0.36 \cdot t_3^2, \quad (3.13)$$

$$b_0(t) = -4.33 + \frac{2.33}{t_3} + 2.72 \cdot t_3 - 0.57 \cdot t_3^2, \quad (3.14)$$

$$b_1(t) = 1.84 - \frac{1}{t_3} - 1.14 \cdot t_3 + 0.24 \cdot t_3^2, \quad (3.15)$$

Si n_e es menor a 0, n_e toma el valor de 10, esto como valor típico de las regiones H II.

Finalmente, para obtener el valor de la metalicidad, o de la abundancia de oxígeno, se deben hacer los siguientes cálculos:

$$12 + \log\left(\frac{O^+}{H^+}\right) = \log\left(\frac{[OII]\lambda 3727}{H\beta}\right) + 5.992 + \frac{1.583}{t_2} - 0.681 \cdot \log t_2 + \log(1 + 0.00023)n_e, \quad (3.16)$$

$$12 + \log\left(\frac{O^{++}}{H^+}\right) = \log\left(\frac{[OII]\lambda 4959 + [OIII]\lambda 5007}{H\beta}\right) + 6.144 + \frac{1.251}{t_3} - 0.55 \cdot \log t_3, \quad (3.17)$$

donde la abundancia total de oxígeno se obtiene suponiendo que:

$$\frac{O}{H} = \frac{O^+}{H^+} + \frac{O^{++}}{H^+}. \quad (3.18)$$

Una vez calculados los distintos valores, se trabajó particularmente en los resultados arrojados para la abundancia de oxígeno (metalicidad) de las regiones H II. Buscando en la literatura los distintos valores que puede tener la metalicidad de una región H II, se encuentra que en [Izotov & Thuan \(1998b\)](#) reportan la región H II con menor metalicidad reportada, SK93, con una metalicidad de $12 + \log(O/H) = 7.16$. Mientras que en [Bresolin et al. \(2005\)](#), se explica que el valor máximo alcanzado de metalicidad en las regiones H II, el cual es de $12 + \log(O/H) = 9.20$. Analizando los valores arrojados por nuestro código que calcula el método directo, se encontraron varias regiones de la muestra actual que presentan metalicidades muy altas, y en otros casos, muy bajas, especialmente encontrándose fuera de los límites hallados en la literatura. Así que se decidió hacer un corte final para todas aquellas regiones que su metalicidad calculada por el método directo se encontrara fuera del rango $7.16 \leq 12 + \log(O/H) \leq 9.20$.

Por otro lado, a través de un análisis en los histogramas de las diferentes líneas de emisión en cada corte hecho, se observó que existían líneas sospechosamente muy altas, las cuales podrían significar valores atípicos por ser muy diferentes al resto. Esto lo podemos observar en los diagramas de diagnóstico "Baldwin, Phillips & Terlevich" (BPT), los cuales son diagramas en los que se grafican índices como el de $[OIII]/H\beta$ y $[NII]/H\alpha$, los cuales han ayudado a diferenciar emisiones de regiones H II con las de otros procesos físicos como choques, que se dan en LINERs (regiones de líneas de emisión nuclear de baja ionización), o de agujeros negros, que se dan en las galaxias Seyfert. Podemos ver una representación del diagrama BPT en la Figura 3.7.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE REGIONES H II

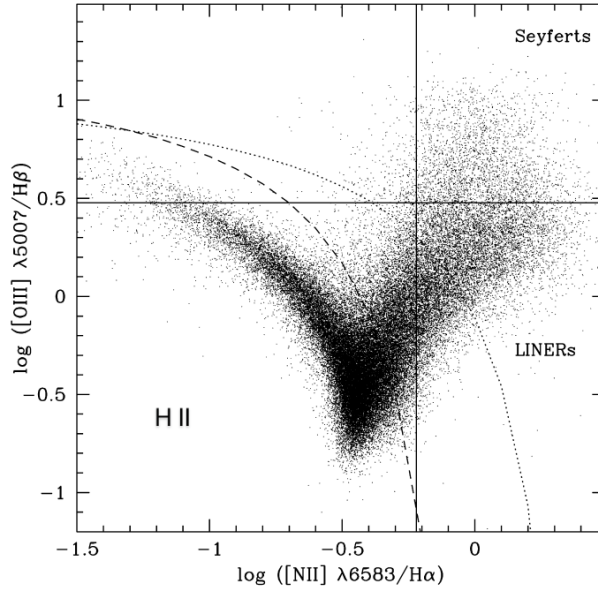


Figura 3.7: Ejemplo de un diagrama BPT, el cual corresponde a la Figura 1 del trabajo de [Kauffmann et al. \(2003\)](#). En el diagrama se traza la relación de flujo de la línea de emisión $[OIII]\lambda 5007/H\beta$ contra la relación $[NII]/H\alpha$ para una muestra grande de galaxias. La curva punteada muestra la demarcación entre las galaxias Seyfert, LINERs y regiones H II.

Del diagrama podemos observar que en el caso de $[OIII]\lambda 5007/H\beta$, los valores máximos para regiones H II (regiones que se encuentran debajo de las dos curvas) concuerdan con valores menores en log de ~ 0.8 , que en términos lineales corresponden a ~ 6 . Para valores mayores a 6, hacen referencia a otro tipo de regiones, como son las galaxias Seyfert. Para el caso de $[NII]\lambda 6584/H\alpha$, los valores máximos para regiones H II están alrededor de valores en log de 0.1 y 0.2, en términos lineales, valores alrededor de ~ 1.5 . De manera análoga sucede para $[SII]$, $[OI]$, lo cual los podemos observar en la Figura 3.8.

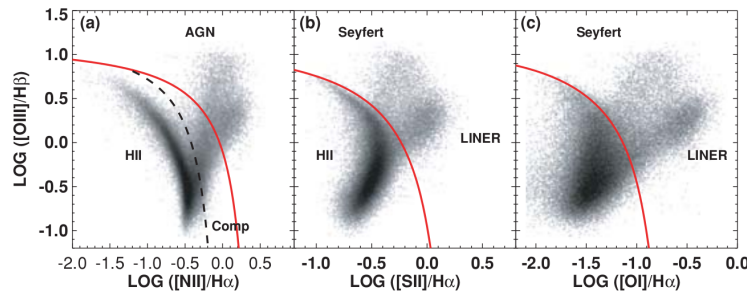


Figura 3.8: Diagramas de diagnóstico para una muestra grande de galaxias (Figura 1 del trabajo de [Kewley et al. \(2006\)](#)). (a) Diagrama de diagnóstico $[NII]/H\alpha$ contra $[OIII]/H\beta$. (b) Diagrama de diagnóstico $[SII]/H\alpha$ contra $[OIII]/H\beta$. (c) Diagrama de diagnóstico $[OI]/H\alpha$ contra $[OIII]/H\beta$.

Por esta razón se decidió definir límites adecuados tales que se pueda hacer un corte extra para excluir aquellas regiones que presentan valores demasiado altos en su información nebulosa.

En la Tabla 3.2 podemos observar los límites superiores que se definieron para llevar a cabo este corte extra. No existen límites inferiores a causa de que los valores de la gran mayoría de las líneas son demasiado pequeños. Si se definen límites inferiores para realizar un corte adicional, nos

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE REGIONES H II

dejaría con pocas regiones en la muestra final.

Relaciones de línea de emisión	Límite
[OII] λ 3727	3.00
[OIII] λ 4363	0.15
[OIII] λ 4959	2.50
[OIII] λ 5007	7.00
[NII] λ 5755	0.07
[NII] λ 6548	0.20
[NII] λ 6584	0.60
[SIII] λ 6312	0.10
[SII] λ 6717	0.36
[SII] λ 6731	0.30

Tabla 3.2: Límites superiores definidos para cada línea de emisión, con el fin de realizar a partir de estos números el último corte extra. Cada límite de línea de emisión se encuentra normalizada a $H\beta=1$. Cabe destacar que en otras líneas de emisión para una misma región, los valores no correspondían a galaxias Seyfert. Esta es la razón, por ejemplo, de poner un límite de 7 para [OIII] λ 5007, debido a que son valores que se pueden esperar, aunque de excitación no corresponde a región H II.

Finalmente, se realizó el corte extra para todas aquellas regiones que tenían líneas que superaran los parámetros definidos arriba. De esta forma, de tener 677 regiones, se consiguió tener una muestra final de 479 regiones H II de alta calidad. En la Tabla 3.3 se muestra un pequeño extracto de la muestra final correspondiente a las regiones de alta calidad, en donde se incluyen los valores calculados para este trabajo tales como la abundancia química en oxígeno ($12+\log(O/H)$) obtenida a través del método directo junto con su error, así como los indicadores empíricos de abundancias tales como el O3N2 y N2, expuestos en el capítulo anterior. La tabla completa para este catálogo final se puede hallar en el Apéndice E, en el cual también se encuentran los resultados de los cálculos hechos para las temperaturas electrónicas.

ID	Referencia	O3N2	N2	$12+\log(O/H)$
RHII-3	Annibali et al. (2015)	1.8905	-1.3919	7.97 ± 0.03
RHII-11	Annibali et al. (2017)	2.1765	-1.5533	8.36 ± 0.02
RHII-43	Berg et al. (2012)	2.6060	-1.9123	7.88 ± 0.01
RHII-277	Buckalew et al. (2005)	1.8711	-1.3270	8.30 ± 0.03
RHII-370	Esteban et al. (2009)	1.8065	-1.3041	8.09 ± 0.07
RHII-618	Hsyu et al. (2020)	2.3711	-2.0464	7.64 ± 0.11
RHII-756	Izotov et al. (2011)	2.9527	-2.2183	7.68 ± 0.02
RHII-1003	Lin et al. (2017)	2.5449	-1.8032	8.23 ± 0.02
RHII-1301	Nicholls et al. (2014)	2.1940	-1.5704	7.94 ± 0.02
RHII-1710	Stasińska et al. (2013)	1.4344	-1.0282	8.24 ± 0.10
RHII-1787	Thuan et al. (1995)	2.5777	-1.9379	7.65 ± 0.04
RHII-1802	van Zee et al. (1997)	1.9285	-1.3196	8.15 ± 0.03
RHII-1909	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	1.7015	-1.1446	8.37 ± 0.03

Tabla 3.3: Extracto del catálogo final de las 479 regiones H II con líneas aurales de alta calidad. Aquí se muestran los resultados para los indicadores empíricos de abundancias tales como el O3N2 y N2, además de la abundancia química en oxígeno ($12+\log(O/H)$) calculada por el método directo junto con su error.

En la Figura 3.9 podemos ver un ejemplo de los histogramas de frecuencia de las intensidades de línea en cada corte hecho. Mientras que en la Figura 3.10 podemos observar un ejemplo de los

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE REGIONES H II

histogramas de frecuencia en los errores porcentuales de las intensidades de línea en cada corte hecho. El resto de los histogramas de ambos tipos, se encuentran disponibles en el Apéndice C.

Línea [OIII] $\lambda 5007/H\beta$

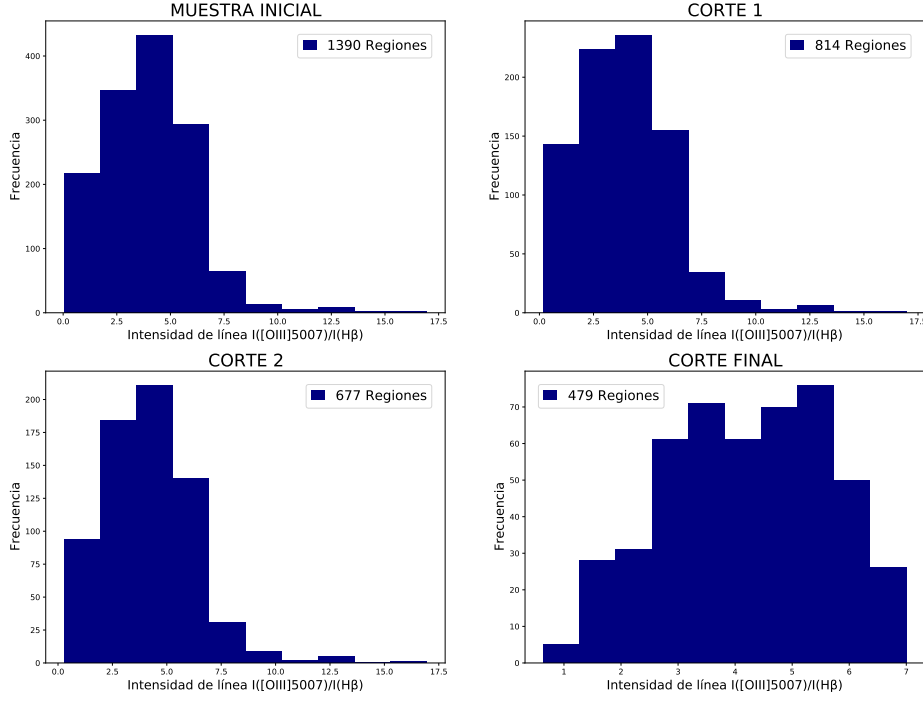


Figura 3.9: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 5007$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 5007$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en este capítulo.

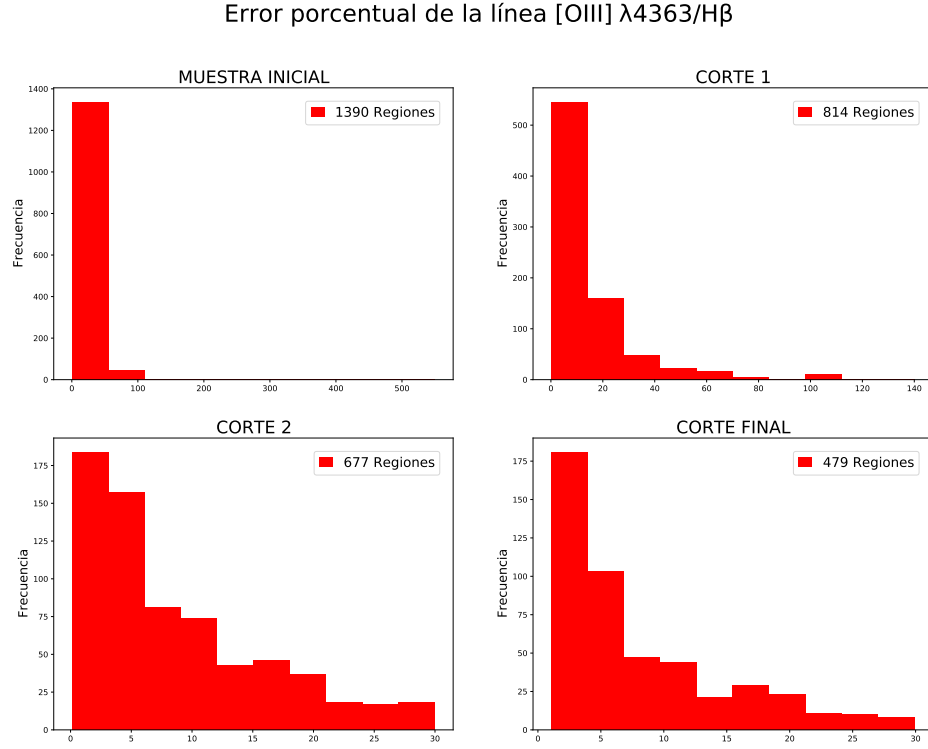


Figura 3.10: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 4363$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 4363$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. Otro rasgo a destacar es que en la muestra inicial y en el corte 1 existen regiones con errores mayores al 100 %, este tipo de regiones han sido encontradas en los trabajos de [Pustilnik et al. \(2005\)](#), [Hodge & Miller \(1995\)](#), [Stanghellini et al. \(2010\)](#), [Pilyugin & Thuan \(2007\)](#), entre otros, donde reportan regiones que comparten un valor típico del 192.6 % en el error dado.

Por otra parte, se logró hallar el número de coincidencias de esta muestra final con las fuentes usadas en [Marino et al. \(2013\)](#), las cuales podemos observar en la Figura 3.11.

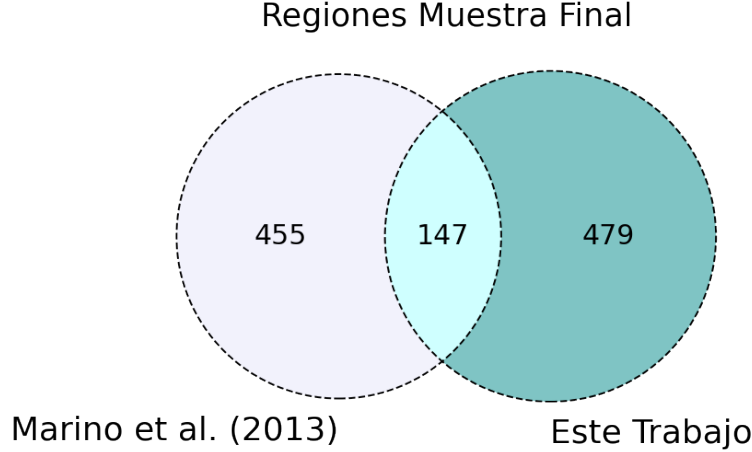


Figura 3.11: Diagrama de Venn que muestra visualmente el número de regiones (147) que coinciden entre el catálogo hecho por [Marino et al. \(2013\)](#) y la muestra final de este trabajo.

Para esta muestra final, se realizaron un par de las pruebas de calidad de datos espectroscópicos más sencillas que existen, las cuales consisten en comprobar la validez de cocientes de líneas teóricos, tales como:

$$\frac{[OIII]\lambda 5007}{[OIII]\lambda 4959} = 3, \quad (3.19)$$

$$\frac{[NII]\lambda 6584}{[NII]\lambda 6548} = 3. \quad (3.20)$$

Estas relaciones vienen de que algunos iones, de los cuales [O III] y [N II] son los mejores ejemplos, tienen estructuras de nivel de energía que dan como resultado líneas de emisión de dos niveles superiores diferentes con energías de excitación considerablemente diferentes que ocurren en la región de longitud de onda observable. Los diagramas de niveles de energía de estos dos iones se muestran en la Figura 1.6, donde se puede ver que, por ejemplo, [O III] $\lambda 4363$ ocurre desde el nivel superior ^1S , mientras que, $\lambda 4959$ y $\lambda 5007$ ocurren desde el nivel intermedio ^1D . Está claro que las tasas relativas de excitación a los niveles ^1S y ^1D dependen en gran medida de la temperatura, por lo que la fuerza relativa de las líneas emitidas por estos niveles puede usarse para medir la temperatura electrónica. En el límite de baja densidad (desexcitaciones por colisión insignificantes), cada excitación al nivel ^1D da como resultado la emisión de un fotón en $\lambda 5007$ o $\lambda 4959$, con probabilidades relativas dadas por la razón de las dos probabilidades de transición, dicha está muy cerca de 3 a 1 ([Osterbrock & Ferland, 2006](#)), de ahí la existencia de los cocientes de las ecuaciones (3.19) y (3.20).

Para mostrar la validez de dichos cocientes, hicimos uso de una dispersión de los datos asociando los errores de cada línea y de cada cociente. En la Figura 3.12 podemos observar la dispersión de nuestros datos para el cociente teórico de [OIII] $\lambda 5007/4959$, donde los errores de la línea corresponden a los reportados en la literatura, mientras que los errores de [OIII] $\lambda 5007/4959$ fueron calculados a través del error asociado a una función con operación cociente, de la siguiente forma:

$$\frac{x}{y} \pm \sqrt{\left(\frac{\delta x}{y}\right)^2 + \left(\frac{x}{y^2}\delta y\right)^2}. \quad (3.21)$$

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE REGIONES H II

En la Figura 3.12 podemos observar que la gran mayoría de las regiones de la muestra final tienen una distribución centrada en el valor teórico, es decir, cumple congruentemente con el requisito teórico ya mencionado. Para obtener cuantitativamente la dispersión de esta distribución en torno al valor teórico, primero necesitamos calcular una medida de centralización de la muestra, como es la media aritmética, pero resultará necesario acompañarla con otra medida que indique el grado de dispersión del resto de valores de la distribución, respecto a esta media. La mejor medida de dispersión, y a su vez, la más generalizada, suele ser la varianza, o su raíz cuadrada, la desviación estándar. Cualquiera de las dos medidas de dispersión, indica por medio de un número si las diferentes puntuaciones de una variable están muy alejadas de la media. Cuanto mayor sea ese valor, mayor será la variabilidad y cuanto menor sea, más homogénea será a la media. Así se sabe si todos los casos son parecidos o varían mucho entre sí. De esta forma, para el caso de la Figura 3.12, referente al cociente teórico de [OIII] $\lambda 5007/\lambda 4959$, se realizó primero el cálculo de la media aritmética usando la relación:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = 2.9808, \quad (3.22)$$

y para la dispersión se hizo primero el cálculo de la varianza

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.0076, \quad (3.23)$$

con este valor podemos obtener el valor de la desviación estándar como sigue

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0870, \quad (3.24)$$

el cual representa la dispersión de la distribución alrededor del valor teórico del cociente [OIII] $\lambda 5007/\lambda 4959$ en la muestra final.

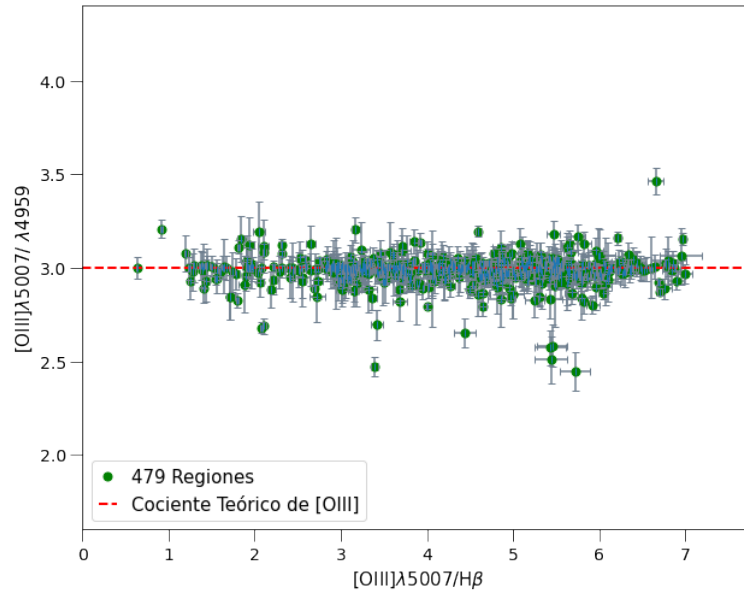


Figura 3.12: Cociente teórico de [OIII] $\lambda 5007/\lambda 4959$ para la muestra final de regiones H II, donde la línea roja punteada corresponde al valor del cociente teórico de [OIII] igual a 3.

Repetimos el mismo ejercicio pero ahora con el cociente $[\text{NII}] \lambda 6584/6548$, donde se obtuvo que la media aritmética es de

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 2.9616, \quad (3.25)$$

mientras que la varianza tiene un valor de

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.1391, \quad (3.26)$$

obteniendo así, la estimación de la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = 0.3730, \quad (3.27)$$

el cual representa la dispersión de la distribución alrededor del valor teórico del cociente $[\text{NII}] \lambda 6584/6548$ en la muestra final. Esto lo podemos visualizar en la Figura 3.13.

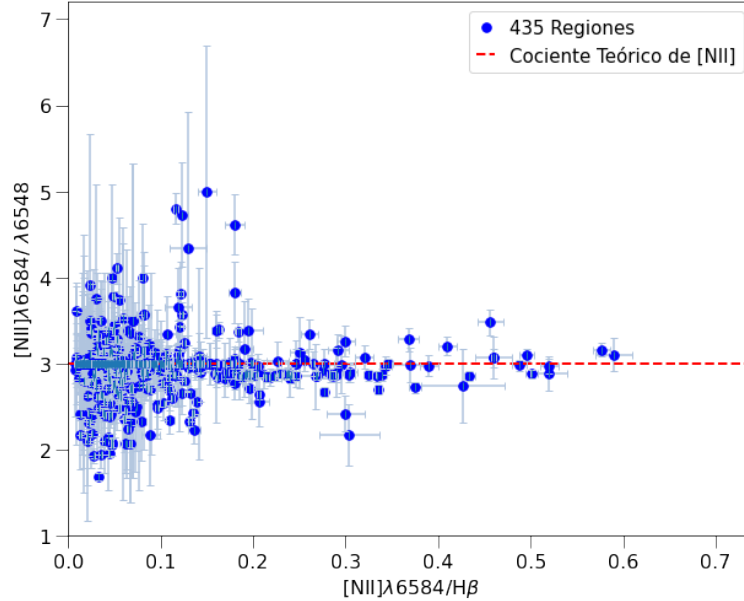


Figura 3.13: Cociente teórico de $[\text{NII}] \lambda 6584/6548$ para la muestra final de regiones H II, donde la línea roja punteada corresponde al valor del cociente teórico de $[\text{NII}]$ igual a 3.

3.3. Comparación con la literatura

Muchas de las publicaciones que se usaron en este trabajo para extraer los datos de las líneas de emisión de las múltiples regiones H II, calcularon con las líneas de oxígeno la temperatura electrónica T_e , para de esta forma medir la abundancia química de esas regiones. Anteriormente sólo habíamos registrado el valor de la intensidad de líneas de emisión, pero se procedió por hacer un nuevo registro, y este fue el recabar todas las abundancias de oxígeno que estuvieran disponibles en las publicaciones en las que usaran un procedimiento similar al nuestro para la obtención de dichos datos, y esto es, usando la temperatura electrónica, ya que varias publicaciones lo calculan directamente con calibradores empíricos. Con la información recabada, se realizaron comparaciones

en gráficos uno a uno entre las abundancias de oxígeno reportadas en la literatura y las abundancias de oxígeno calculadas en este trabajo. Lo anterior se realizó para cada uno de los cortes hechos, con tal de mostrar la limpieza de datos que se fue generando a raíz de cada corte de calidad, hasta llegar a la muestra final, tal como lo podemos observar en la Figura 3.14.

Tal y como lo muestran los gráficos de la Figura 3.14, después de hacer los cortes de calidad, para la muestra final contamos con regiones que tienen una mejor consistencia en valores de abundancias reportados y calculados. Esto es de suma importancia, ya que a raíz de haber registrado los errores asociados a las intensidades de línea en este nuevo catálogo de regiones H II, conseguimos hacer una limpieza exitosa, algo que es difícil de hacer si no se cuenta con esta medición, ya que muchos trabajos, incluyendo el trabajo publicado por [Marino et al. \(2013\)](#), presentan resultados que podrían ser erróneos por tomar regiones que cuentan con una mala calidad en su observación. Por esta razón, lo hecho hasta ahora ayudará en gran medida a realizar una recalibración más fina de indicadores empíricos de abundancias químicas basadas en regiones H II con líneas aurales, tales como N2 y O3N2, siendo de mayor confianza y seguridad.

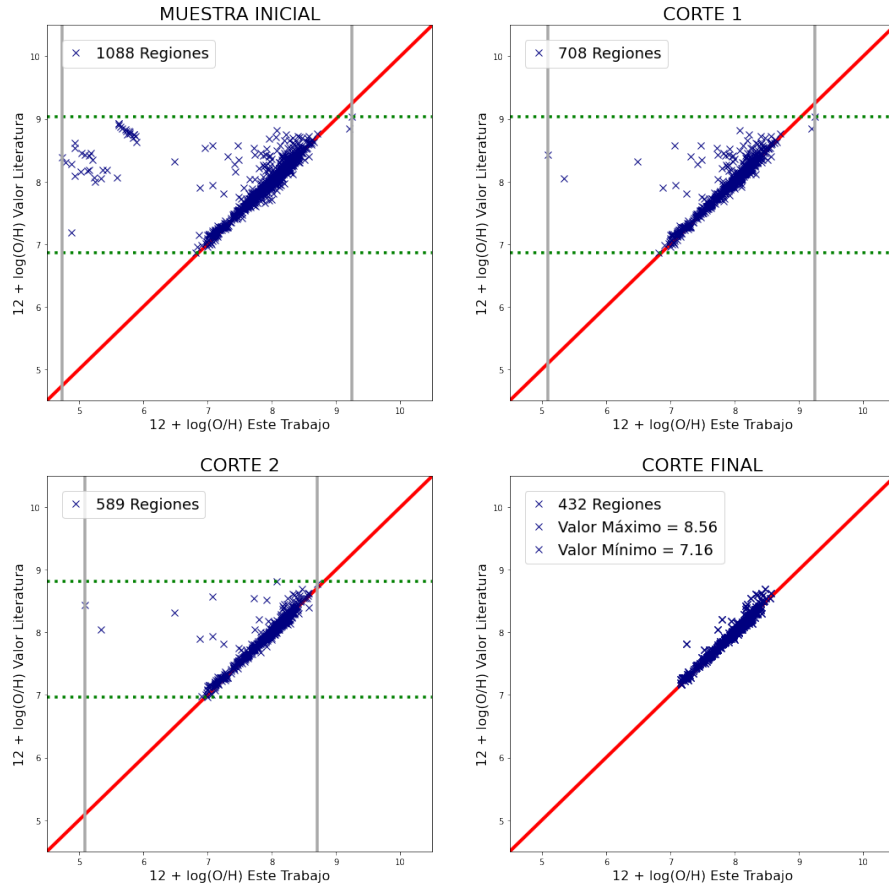


Figura 3.14: Comparación de los valores de metalicidad reportados en la literatura contra los calculados por el método directo en este trabajo para cada uno de los cortes hechos. En los tres primeros paneles se muestran los valores máximos y mínimos de cada eje con líneas verdes punteadas (correspondientes a las abundancias reportadas en la literatura), y líneas grises (correspondientes a las abundancias calculadas en este trabajo). En el último panel se reporta el valor máximo y el mínimo correspondientes a las abundancias de este trabajo. Cabe destacar que el valor máximo de metalicidad es de $12 + \log(\text{O}/\text{H}) = 8.56$, esto significa que la metodología llevada a cabo no alcanza valores de alta metalicidad, ni siquiera el valor solar ($12 + \log(\text{O}/\text{H}) = 8.7$).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.3. COMPARACIÓN CON LA LITERATURA

En este capítulo se ha mostrado la forma en la que se creó el catálogo de regiones H II con líneas aurorales, así como todo el proceso de caracterización del mismo con el fin de obtener una muestra final de mayor calidad en sus datos. Se mostró algunos comparativos de cómo se estuvieron comportando los datos a lo largo de los cortes hechos, llegando a unos primeros resultados a raíz del último corte, donde se observa que los datos finales son más fidedignos que los datos iniciales, esto a través de los gráficos expuestos. En el siguiente capítulo mostraremos cómo esta muestra final del catálogo de regiones H II nos ayudará a re-calibrar indicadores empíricos de abundancias químicas tales como O3N2 y N2, así como la comparación de los valores de propiedades físicas derivadas por el método directo y aquellas derivadas por PyNeb, este último descrito con mayor claridad en el Apéndice B.

Capítulo 4

Resultados

En el capítulo anterior se mostró el proceso que se usó para la obtención de un nuevo catálogo de regiones H II con líneas aurorales, así como se ha descrito la caracterización del mismo para conseguir una muestra de mayor calidad en las mediciones de sus datos, adquiriendo así una muestra final de estas regiones, además, se mostró que dicha muestra comenzó a arrojar primeros resultados positivos sobre lo que se desea lograr en este trabajo, lo cual es realizar recalibraciones de indicadores empíricos de abundancias químicas más fidedignas que las que se han publicado en la literatura hasta ahora, todo esto a través de la muestra final creada, lo cual es precisamente lo que se mostrará en este capítulo 4, la recalibración de los indicadores O3N2 y N2, así como la comparación de los valores de propiedades físicas derivadas por el método directo y aquellas derivadas por una librería especial llamada PyNeb.

4.1. Comparación de propiedades físicas con PyNeb

Además de haber utilizado el Método Directo para la obtención de parámetros físicos y abundancias químicas tal y como se describe en el capítulo anterior, también se empleó una librería de programación llamada PyNeb, la cual se usa en el lenguaje de programación Python. En el Apéndice B se describe a detalle la forma en la que se aplicó la librería PyNeb para este trabajo. La razón de dejar fuera este recurso de la metodología del capítulo anterior, radica en que su uso consiste en mostrar al lector una alternativa para replicar un trabajo como el expuesto en esta tesis, además de que no se cuentan con todos los recursos para poder ejercer correctamente este método, lo cual haría menos precisos los resultados finales de este trabajo. Lo que si es posible mostrar es la comparación de propiedades físicas entre el método directo descrito en el capítulo anterior, y la librería PyNeb, con el fin de mostrar su eficacia. PyNeb tiene la capacidad de permitir el análisis nebular utilizando métodos directos y visualizar los resultados. Una de sus tantas aplicaciones es el calcular la temperatura [OIII], la cual, corresponde a la temperatura electrónica de la región H II, así como su densidad, todo esto a través de ciertos datos de intensidad de línea de dichas regiones. En el Apéndice B se explica la forma de obtener estos valores en un código de python.

Así que, guiándonos con las instrucciones del uso de PyNeb en el Apéndice B para obtener la temperatura t_3 , así como la densidad n_e , esta última exclusivamente para aquellas regiones que tengan la información necesaria de líneas para hacer este cálculo, podemos hacer una comparación directa con las calculadas a través del método directo de este trabajo. Para visualizar dichas comparaciones, podemos observar la Figura 4.1, la cual muestra la comparación correspondiente a las temperaturas t_3 , mientras que en la Figura 4.2 hace lo propio para aquellas regiones en las que se pudo aplicar la herramienta de PyNeb para la obtención de densidades n_e .

Temperatura t_3

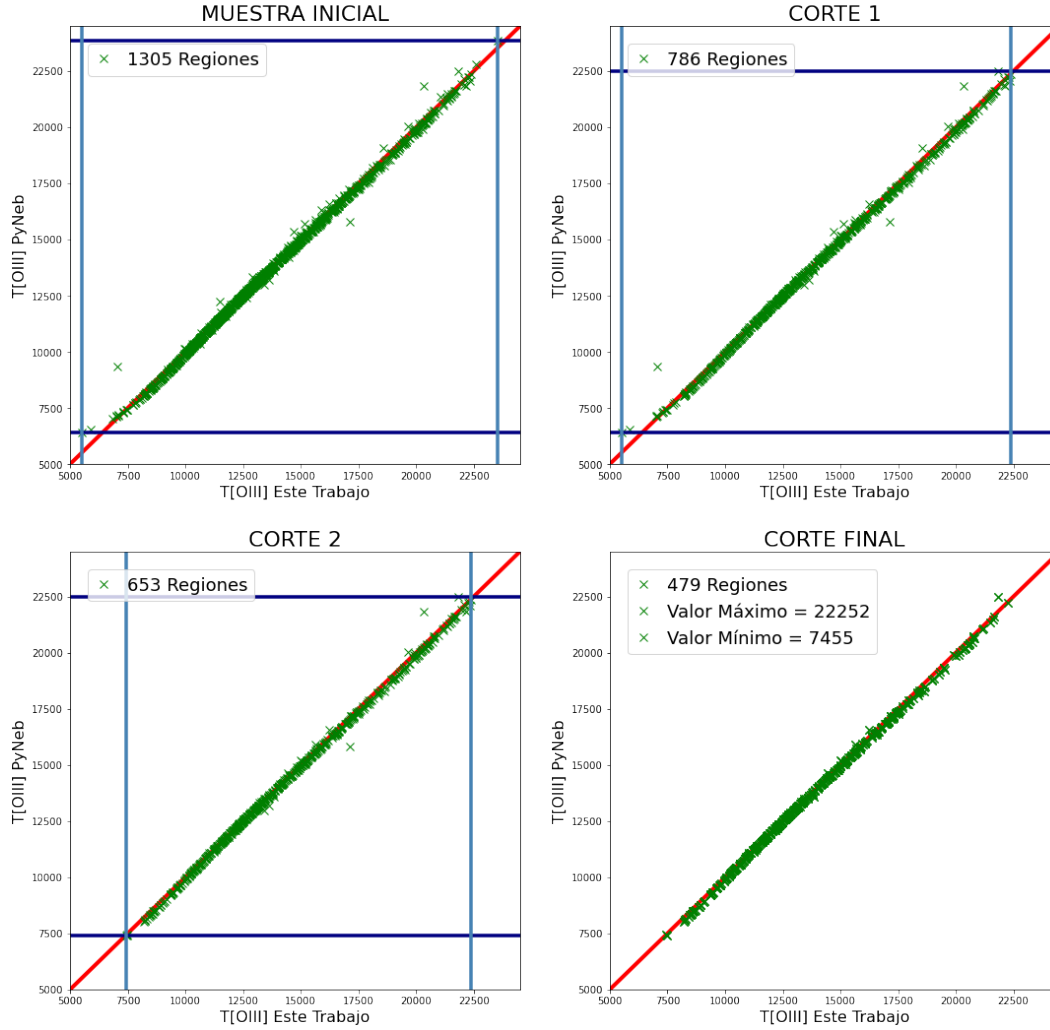


Figura 4.1: Comparación de los valores de t_3 calculados con la librería PyNeb contra los calculados por el método directo en este trabajo para cada uno de los cortes hechos. En los tres primeros paneles se muestran los valores máximos y mínimos de cada eje con líneas de color azul oscuro (correspondientes a las temperaturas calculadas por PyNeb) y azul claro (correspondientes a las temperaturas calculadas en este trabajo). En el último panel se reporta el valor máximo y el mínimo correspondientes a las temperaturas de este trabajo. Los rangos en todos los paneles permanecen iguales, mientras que el mayor cambio a observar en los gráficos es que en el panel inferior derecho, se muestra una menor cantidad de valores atípicos que en el panel superior izquierdo, correspondiente al inicio del trabajo. En el panel superior derecho se cuenta con un total de 1305 regiones en el gráfico, en el panel superior izquierdo se tiene un total de 786 regiones graficadas, mientras que en el panel inferior izquierdo se ha graficado para 653 regiones, y en el inferior derecho correspondiente a la muestra final, un total de 479 regiones.

En la Figura 4.1 podemos observar que las temperaturas calculadas con el método directo son sumamente consistentes con las calculadas a través de PyNeb, lo cual es de gran ayuda para confiar

en los cálculos que se han hecho en este trabajo. Además, es de gran ayuda observar que conforme se han estado haciendo los cortes, se van limpiando aquellas temperaturas que representan valores atípicos en la muestra, lo cual nos hace confiar que el proceso que se llevó a cabo para llegar a una muestra final ha sido adecuado.

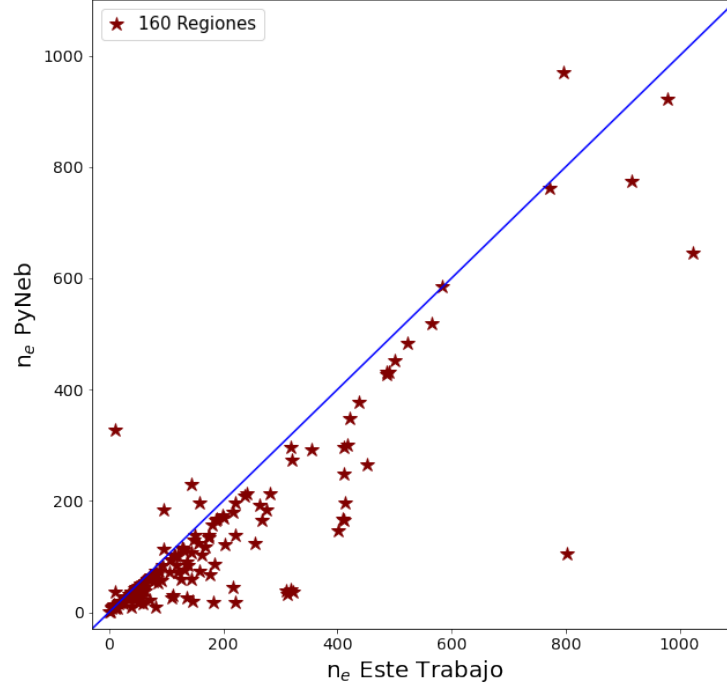


Figura 4.2: Comparación de los valores de la densidad n_e calculados con la librería PyNeb contra los calculados por el método directo en este trabajo. Este gráfico cuenta solo con 160 regiones, aquellas que cumplen los requisitos suficientes para que PyNeb pueda calcular su densidad. Se ha marcado una línea 1 a 1 de color azul que sirve como guía para denotar que tan dispersos suelen ser unos cálculos de los otros. Cabe resaltar que aquellos valores atípicos que presenta el gráfico, tales como los que se encuentran en la parte superior e inferior derecho, los valores se alejan del valor típico de la densidad en regiones H II (100 cm^{-3}). Estas regiones se encuentran registradas en los trabajos de [Croxall et al. \(2015\)](#), [Guseva et al. \(2009\)](#), [Guseva et al. \(2011\)](#), [Izotov & Thuan \(2004\)](#) e [Izotov et al. \(2009\)](#), donde tienen un alto porcentaje de error reportado en su información nebulosa, de hecho, ninguna de estas regiones se encuentran incluidas en la muestra final generada a partir de la metodología empleada en el capítulo anterior.

Por su parte, podemos observar en la Figura 4.2 que el gráfico particularmente cuenta con apenas 160 regiones graficadas, esto a causa de que no es posible usar la herramienta de PyNeb en toda la muestra inicial (1390 regiones), debido a que la información que se necesita tener en todas ellas de forma simultánea son las intensidades de línea [NII] $\lambda 5755$, [NII] $\lambda 6548$, [SII] $\lambda 6731$ y [SII] $\lambda 6717$, de las cuales sólo 160 regiones lo cumplen. Sin embargo, el gráfico también nos muestra una tendencia prometedora. Se puede observar que muchas de las regiones aquí graficadas calculan valores muy similares con ambas formas, además nos sugiere que para futuros catálogos de varios miles de regiones H II con líneas aurales, se pueda extraer una muestra de calidad superior que

la que hemos extraído en este trabajo, ya que un parámetro extra para realizar un corte podría ser justamente el del cálculo de densidad con la herramienta PyNeb. Es claro que dicho parámetro no es conveniente usarlo en este trabajo, ya que nuestra muestra podría reducirse a un total de ~ 0 regiones, a raíz de los demás cortes expuestos en el capítulo anterior.

4.2. Recalibración de indicadores empíricos de abundancias químicas

Una vez obtenida la muestra final de mayor calidad de nuestro catálogo de regiones H II con líneas aurales, se procedió a usarla para generar la recalibración de los indicadores empíricos O3N2 y N2. Para el caso de O3N2, y recordando lo visto en el Capítulo 2, depende de dos proporciones de líneas de emisión fuertes, y fue introducido este índice por primera vez por [Alloin et al. \(1979\)](#) como:

$$O3N2 = \log \left(\frac{[OIII]\lambda 5007}{H\beta} \times \frac{H\alpha}{[NII]\lambda 6584} \right), \quad (4.1)$$

Así que se procedió a determinar la abundancia directa de oxígeno $12 + \log(O/H)$ en función del índice O3N2 para las regiones de la muestra final. Se debe de tomar en cuenta de que para realizar este cálculo con nuestras regiones, estas deben de contar de forma simultánea con información en las líneas de emisión $[OIII]\lambda 5007$ y $[NII]\lambda 6584$, donde sólo un total de 435 de las 479 regiones cumplen esta característica. Así que, la cantidad de regiones usadas de la muestra final para generar la recalibración sufrió una pequeña reducción. Por otra parte, hay que recordar que en el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, hay muchos niveles de energía distintos, entre los cuales los electrones pueden transferir si emiten o absorben la cantidad adecuada de energía. Los movimientos ascendentes requieren la absorción de energía, mientras que las bajadas liberan la energía. Las transiciones de electrones descendentes que terminan en el segundo nivel de energía se denominan como la serie de Balmer (como lo vimos en el Capítulo 1), las cuales son de gran importancia ya que estas son las únicas transiciones que involucran la luz visible. Los tres primeros de estos se llaman $H\alpha$, $H\beta$ y $H\gamma$, para las transiciones de 3 a 2, 4 a 2 y 5 a 2, respectivamente y como lo podemos observar en la Figura 1.5. Cuando muchos átomos de hidrógeno ionizados se recombinan, los electrones capturados se conectan a través de los niveles de energía, emitiendo fotones de las longitudes de onda apropiadas a medida que caen. La probabilidad de cualquier salto descendente en particular está dictado por constantes atómicas, y por lo tanto se pueden calcular las proporciones de todas las transiciones posibles. Esto conduce al decremento de Balmer donde se adoptó la siguiente relación:

$$\frac{H\alpha}{H\beta} = 2.86, \quad (4.2)$$

la cual fue predicha por [Osterbrock & Ferland \(2006\)](#) para la emisión de una región H II a temperatura electrónica de 10000 K para el caso de recombinación.

Como vimos en el Capítulo 3, todas las regiones que registramos para la creación del nuevo catálogo están normalizadas a $H\beta=1$, esto significa que, para obtener el cálculo del índice O3N2, podemos usar la relación (4.2) en la ecuación (4.1) de tal manera que obtengamos lo siguiente:

$$O3N2 = \log \left(\frac{[OIII]\lambda 5007}{[NII]\lambda 6584} \times 2.86 \right), \quad (4.3)$$

de esta forma será más sencillo calcular el índice con las intensidades de línea correspondientes, todo esto a través de una hoja de cálculo.

En nuestra muestra final, las abundancias de oxígeno tienen valores que van de 7.16 a 8.56, esto se debe a la falta de observaciones de alta calidad en regiones H II con alta metalicidad. Así

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.2. RECALIBRACIÓN DE INDICADORES EMPÍRICOS DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS

que para poder completar el calibrador donde este abarque valores mayores de metalicidad de los que ya se tienen, se anexaron datos de alta metalicidad provenientes de Díaz et al. (2007) y de Pilyugin et al. (2012). Una vez hecho esto se procedió a realizar la correlación lineal de los datos, tanto de la muestra final exclusivamente como también la unión de la misma con los datos de alta metalicidad. Para hacer esto se hizo el cálculo de la covarianza entre los datos del índice O3N2 y la abundancia de oxígeno $12+\log(\text{O}/\text{H})$, esto para obtener el comportamiento de una variable en función de la otra. Para dicho cálculo se usó la ecuación siguiente:

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}), \quad (4.4)$$

donde N son pares de datos (x_i, y_i) , $\bar{x}$ es la media de la variable x que, en nuestro caso, representa a los valores del índice O3N2 calculado de la ecuación (4.3), mientras que $\bar{y}$ es la media de la variable y que representa a los valores obtenidos de las abundancias de oxígeno. Posteriormente se calculó el coeficiente de correlación, el cual nos ayudará a cuantificar la dependencia lineal de ambas variables como sigue:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (4.5)$$

donde σ_{xy} es la covarianza, σ_x la desviación estándar de la variable x (índice O3N2) y σ_y la desviación estándar de la variable y ($12+\log(\text{O}/\text{H})$). Finalmente se realizó una regresión lineal simple para generar la ecuación de una recta la cual nos ayudará a explicar la relación lineal que existe con ambas variables, donde el modelo de regresión lineal simple se da como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon, \quad (4.6)$$

donde β_0 es la ordenada en el origen, β_1 la pendiente y ϵ el error aleatorio. Se obtienen las estimaciones de los coeficientes $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, consiguiendo así las siguientes relaciones:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x, \quad (4.7)$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r, \quad (4.8)$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}, \quad (4.9)$$

donde σ_x y σ_y son las desviaciones estándar de cada variable, y r es el coeficiente de correlación obtenido previamente con la ecuación (4.5). Toda esta parte sobre la correlación lineal, el lector podrá hallarla en el Apéndice A. Cabe destacar que este método de *Mínimos Cuadrados* es el más usado en la literatura, debido a que es el más sencillo de implementar, además de que este método es objetivo, ya que sólo depende de los resultados experimentales, y también es reproducible, puesto que proporciona la misma ecuación sin importar quién realice el análisis. Anexando los datos de alta metalicidad para este análisis estadístico, en consecuencia se obtuvo el ajuste de las regiones de la muestra final siendo:

$$12 + \log(\text{O}/\text{H}) = 8.57 - 0.25 \times \text{O3N2}. \quad (4.10)$$

Se generó un error asociado para diversos contenedores de abundancias químicas correspondientes a la muestra final, donde básicamente se repitieron los cálculos de la abundancia de oxígeno pero con la diferencia de que se usó el error asociado en la línea auroral [OIII] λ 4363, la cual, como hemos visto anteriormente, es la línea principal para llevar a cabo el método directo. La forma en la que se usó el error asociado de dicha intensidad de línea fue haciendo el cálculo del método directo

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.2. RECALIBRACIÓN DE INDICADORES EMPÍRICOS DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS

con $\pm$ su error, de esta forma se obtendrán valores diferentes de abundancias de oxígeno, de las cuales se calcula su diferencia y se divide entre dos, ya que son dos los valores nuevos calculados aquí, obteniendo así un error sistemático para esta variable. Finalmente se asocian con los valores de abundancia de oxígeno inicialmente calculadas con el valor central de $[\text{OIII}]\lambda 4363$ y se calculan las medias para diferentes contenedores de valores de la metalicidad, asociando un cierto valor de error a cada uno.

Asimismo, se procedió a calcular el error asociado a la correlación lineal. Lo más adecuado es aplicar el método de Monte Carlo a los datos de manera que el error sea propagado, obteniendo así una muy buena estimación del error, sin embargo, esta labor dada su dificultad se encuentra dentro del trabajo a futuro. No obstante, es posible hacer una estimación admisible a través de regresiones lineales. Hay que notar que el hecho de implementar diversas técnicas para obtener ajustes llevará a regresiones lineales diferentes. Por esta razón, se realizó nuevamente la correlación de los datos pero ahora a través de los métodos de *Regresión Ortogonal* y *Minimización por χ^2* , los cuales son explicados en el Apéndice A. Una vez llevado a cabo estos cálculos se obtuvieron un par de ajustes a los datos de la muestra final, los cuales fueron de:

$$\text{Regresión Ortogonal: } 12 + \log(O/H) = 8.60 - 0.28 \times \text{O3N2}. \quad (4.11)$$

$$\text{Minimización por } \chi^2: 12 + \log(O/H) = 8.58 - 0.24 \times \text{O3N2}. \quad (4.12)$$

De esta forma se obtienen límites superiores e inferiores para el ajuste, los cuales pasarán a ser el error de la correlación principal del trabajo, descrita en la ecuación 4.10. Calculando la diferencia y la media entre los datos de las dos regresiones anteriores con la regresión principal, se obtiene un error asociado al ajuste de la muestra final. Esto nos lleva a conseguir finalmente el siguiente ajuste:

$$12 + \log(O/H) = 8.57[\pm 0.02] - 0.25[\pm 0.02] \times \text{O3N2}. \quad (4.13)$$

En la Figura 4.3 podemos observar el producto final del nuevo calibrador empírico O3N2 de este trabajo. Por su parte, en la Figura 4.4 podemos observar el método empleado para obtener los límites del error en el nuevo calibrador empírico O3N2.

Podemos observar algunas diferencias de esta nueva propuesta de la calibración O3N2 con la generada en [Marino et al. \(2013\)](#) (Figura 2.8). Una de las diferencias más claras es que el calibrador de este trabajo presenta un número menor de valores atípicos que el de la Figura 2.8, lo cual se debe a limpieza ejecutada raíz de los diferentes cortes en la metodología de este trabajo, donde es importante resaltar que las abundancias de oxígeno de este trabajo tienen valores que van de 7.16 a 8.56, mientras que las de [Marino et al. \(2013\)](#) comienzan desde 7.00 a 8.60, en ambos casos sin considerar datos de alta metalicidad de otras publicaciones. Estos valores atípicos impactan en gran medida, debido a que otra diferencia radica en la correlación lineal de los datos de cada gráfico generado, ya que, el ajuste hecho por [Marino et al. \(2013\)](#) varía significativamente del ajuste hecho para las regiones de la muestra final de este trabajo, donde en ambos casos se consideran los datos de alta metalicidad, tal y como se menciona en la Figura 4.3. Cabe destacar que una similitud de los gráficos es el error sistemático de las abundancias de oxígeno.

Adicionalmente, al analizar el gráfico de la Figura 4.3 podemos darnos cuenta de que aún con el mejor catálogo de regiones H II con líneas aurales, no hay certidumbre de poder obtener la metalicidad si medimos un valor del índice O3N2 entre 2 y 3, esto debido a que existe una dispersión de valores en el eje y que van de 7.2 a 8.3 aproximadamente, es decir, no es posible hacer una diferenciación ante un rango grande de valores de metalicidad. Hay que destacar que obtener el índice O3N2 realmente no es complicado, ya que es un cálculo de intensidades de líneas "fuertes", líneas que se pueden encontrar en la gran mayoría de espectros de regiones H II de forma simultánea, el verdadero problema es obtener el valor de la metalicidad (el eje y del gráfico), ya que, para obtener este valor es necesario contar con la línea auroral $[\text{OIII}]\lambda 4363$, lo cual, como se ha dicho anteriormente, no es fácil de observar y no suele reportarse regularmente en la literatura.

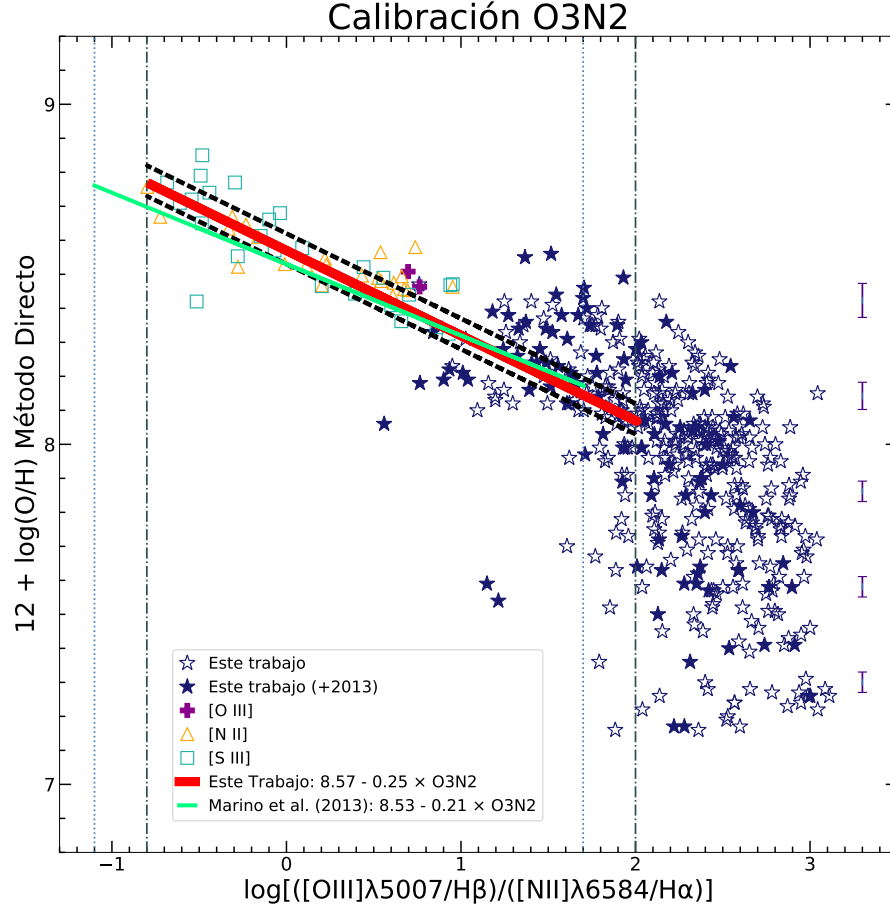


Figura 4.3: Recalibración del indicador empírico O3N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas. La línea roja representa el ajuste $12 + \log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, la cual se encuentra delimitada entre los valores del índice O3N2 -0.8 y 2 . Más allá del límite tomado, el índice O3N2 se encuentra degenerado. Este ajuste incluye datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Las líneas punteadas de color negro a los lados de la línea roja representan el error estadístico asociado al ajuste. Las estrellas de color azul oscuro representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Las estrellas que se encuentran rellenas corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Los datos de alta metalicidad tomados de la literatura se encuentran representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos morados representan aquellas calculadas con la línea $[\text{OIII}]\lambda 4363$, los triángulos naranjas representan las regiones derivadas por la línea $[\text{NII}]\lambda 5755$, mientras que los cuadrados verdes representan a las regiones derivadas de la línea $[\text{SIII}]\lambda 6312$. La línea de color verde representa el ajuste $12 + \log(\text{O}/\text{H})$ correspondiente a la Fig. 2 del trabajo de [Marino et al. \(2013\)](#) (Véase Capítulo 2, Figura 2.8). Esta línea se encuentra definida entre los límites de validez dados en dicho trabajo. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo.

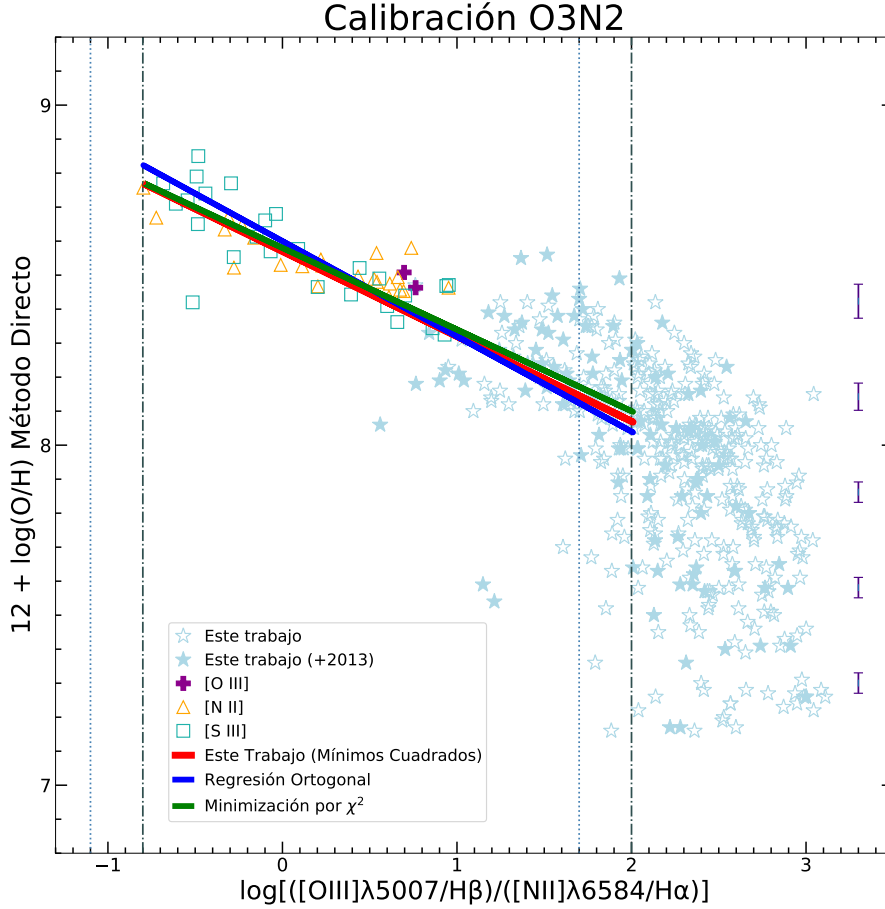


Figura 4.4: Ajustes para la recalibración del indicador empírico O3N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas a través de diferentes métodos de regresiones lineales para la obtención de un rango de error. La línea roja representa el ajuste $12 + \log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, hecha por el método de *Mínimos Cuadrados*. La línea verde representa el ajuste hecho a través de *Minimización por χ^2* . La línea azul representa el ajuste hecho por *Regresión Ortogonal*. Todos los ajustes se encuentran delimitados entre los valores del índice O3N2 -0.8 y 2. En los ajustes se incluyen datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Las estrellas de color azul claro representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Las estrellas que se encuentran rellenas corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Los datos de alta metalicidad tomados de la literatura se encuentran representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos morados representan aquellas calculadas con la línea [OIII] $\lambda 4363$, los triángulos naranjas representan las regiones derivadas por la línea [NII] $\lambda 5755$, mientras que los cuadrados verdes representan a las regiones derivadas de la línea [SIII] $\lambda 6312$. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo.

Por otra parte, si realizamos un gráfico de la intensidad de línea $[\text{OIII}]\lambda 4363$ en función de la metalicidad, podemos observar el porque O3N2 tiene problemas en la parte de baja metalicidad, lo cual es que para un buen rango de metalicidades el cociente de la línea $[\text{OIII}]\lambda 4363/\text{H}\beta$ se encuentra en dicha zona, así que por lo mismo no se puede hacer la diferenciación. Esto último lo podemos observar en la Figura 4.5.

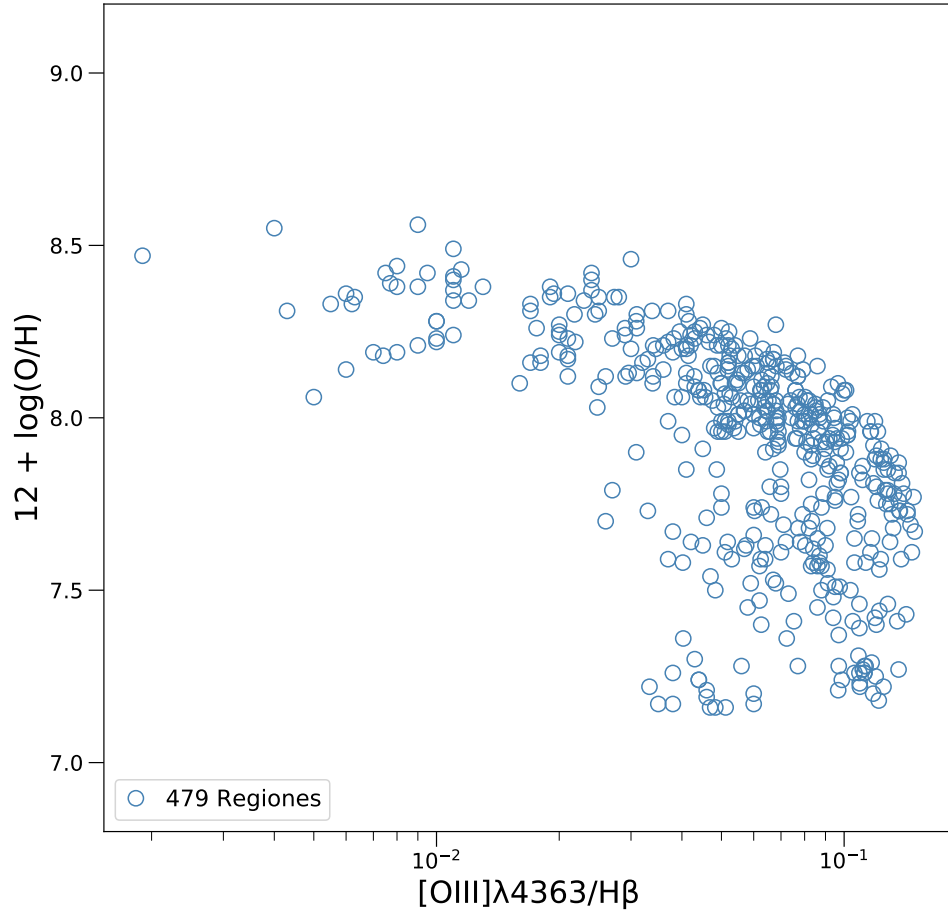


Figura 4.5: Gráfica de la metalicidad calculada por el método directo en función de la línea auroral $[\text{OIII}]\lambda 4363$, producida para las 479 regiones pertenecientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales de este trabajo.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.2. RECALIBRACIÓN DE INDICADORES EMPÍRICOS DE ABUNDANCIAS QUÍMICAS

Por otra parte, se llevó a cabo la recalibración del indicador empírico N2, el cual, como lo vimos en capítulos anteriores, fue estudiado por varios grupos, tales como [Storchi-Bergmann et al. \(1994\)](#), [van Zee et al. \(1998\)](#) y [Denicoló et al. \(2002\)](#), donde se define como:

$$N2 = \log \left(\frac{[NII]\lambda 6584}{H\alpha} \right), \quad (4.14)$$

pero por la relación (4.2), nuestra ecuación (4.14) se convierte en:

$$N2 = \log \left(\frac{[NII]\lambda 6584}{2.86 \times H\beta} \right). \quad (4.15)$$

Para la obtención de este calibrador se realizó exactamente el mismo proceso que se usó para el índice O3N2, comenzando por calcular el índice N2 para las 435 regiones pertenecientes a la muestra final, posteriormente añadiendo los valores de alta metalicidad de los artículos de [Díaz et al. \(2007\)](#) y [Pilyugin et al. \(2012\)](#), así como también el proceso para obtener la correlación de los datos de los valores del índice N2 con respecto a los valores de la abundancia de oxígeno, donde, al unir los datos de alta metalicidad con los de la muestra final, se obtuvo el siguiente ajuste:

$$12 + \log(O/H) = 8.86 + 0.57 \times N2. \quad (4.16)$$

Se usaron los mismos errores sistemáticos hallados para el calibrador anterior, ya que se trata de la misma variable de la metalicidad. Del mismo modo, se procedió a calcular la correlación de los datos a través de los métodos de *Regresión Ortogonal* y *Minimización por χ^2* , esto para obtener el error asociado a la correlación lineal tal como se hizo en el calibrador de O3N2, obteniendo así los siguientes ajustes para este calibrador:

$$\text{Regresión Ortogonal: } 12 + \log(O/H) = 8.943 + 0.628 \times N2. \quad (4.17)$$

$$\text{Minimización por } \chi^2: 12 + \log(O/H) = 8.84 + 0.57 \times N2. \quad (4.18)$$

En consecuencia y de manera análoga con O3N2, se consiguió finalmente el siguiente ajuste:

$$12 + \log(O/H) = 8.86[\pm 0.05] + 0.57[\pm 0.03] \times N2. \quad (4.19)$$

De esta forma conseguimos realizar una nueva recalibración para el indicador empírico N2 tal y como se muestra en la Figura 4.6. En la Figura 4.7 podemos observar el método empleado para obtener los límites del error en el nuevo calibrador empírico N2.

Para el caso de la calibración N2, podemos observar algunas diferencias de esta nueva propuesta con la generada en [Marino et al. \(2013\)](#) (Figura 2.7). Una diferencia radica en que este nuevo calibrador presenta un número ligeramente menor de valores atípicos que el de la Figura 2.7, que, al igual que en el calibrador O3N2, se debe a limpieza dada a partir de los diferentes cortes en la metodología de este trabajo, aunque aquí es un poco menos notorio, ya que, en donde más se observa esto es en el rango inferior de las abundancias, comenzando en 7.16 en este trabajo, mientras que en [Marino et al. \(2013\)](#) comienza desde 7.00. Por su parte, con lo que respecta a las correlaciones lineales, a pesar de que varían, en el gráfico se observa un cambio ligero, lo cual nos sugiere que esta nueva propuesta del calibrador N2 ha sufrido un cambio diminuto con sus antecesoras ante el uso de regiones con intensidades de línea de mayor calidad. Finalmente, la similitud del error sistemático de las abundancias de oxígeno persiste de la misma manera que como ocurre en O3N2.

Por último, este gráfico nos muestra que, a diferencia del calibrador O3N2, este es más consistente en sus valores de metalicidad en los diferentes rangos del índice N2, es decir, este calibrador es mejor para realizar una diferenciación en los valores de la abundancia de oxígeno en función del índice, ya que no existen una dispersión de los valores del eje y tal como ocurre en el calibrador O3N2.

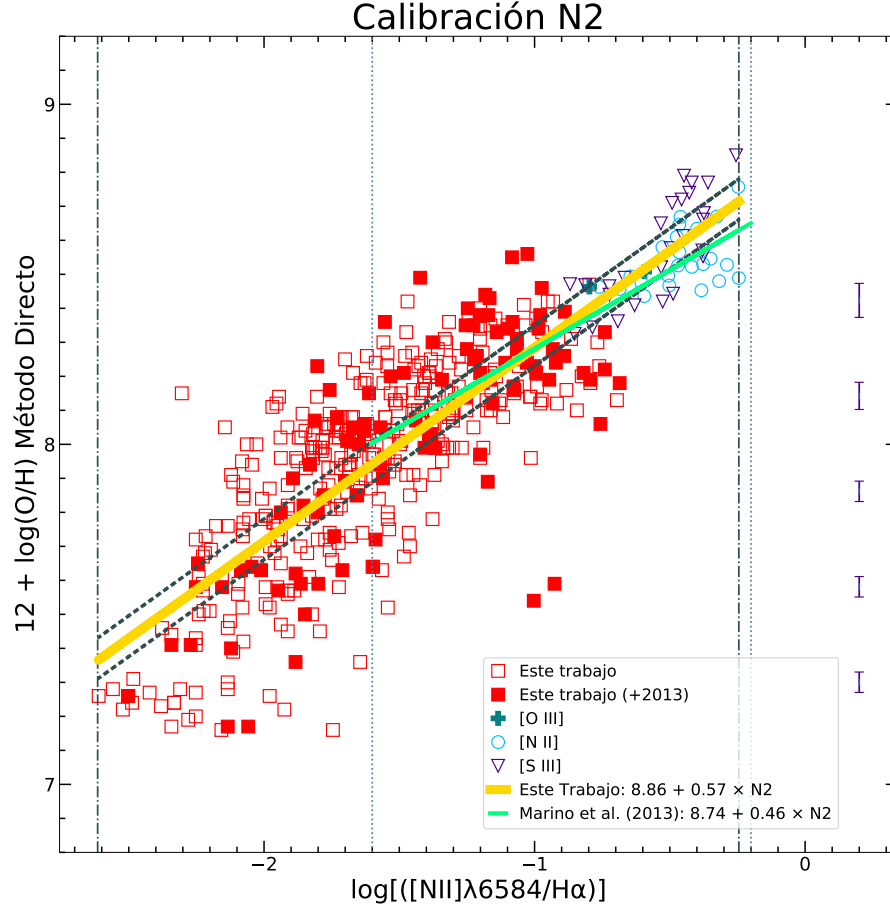


Figura 4.6: Recalibración del indicador empírico N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas. La línea amarilla representa el ajuste $12 + \log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, la cual se encuentra delimitada entre los valores del índice N2 -2.6 y -0.25. Este ajuste incluye datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Las líneas punteadas de color azul a los lados de la línea amarilla representan el error estadístico asociado al ajuste. Los cuadrados de color rojo representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Los cuadrados que se encuentran rellenos corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Se tomaron de la literatura datos de alta metalicidad, representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos verdes representan las regiones calculadas con la línea $[\text{OIII}]\lambda 4363$, los círculos azules representan las regiones derivadas por la línea $[\text{NII}]\lambda 5755$, mientras que los triángulos invertidos morados representan a las regiones derivadas de la línea $[\text{SIII}]\lambda 6312$. La línea de color verde representa el ajuste $12 + \log(\text{O}/\text{H})$ correspondiente a la Fig. 4 del trabajo de [Marino et al. \(2013\)](#) (Véase Capítulo 2, Figura 2.7). Esta línea se encuentra definida entre los límites de validez dados en dicho trabajo. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo.

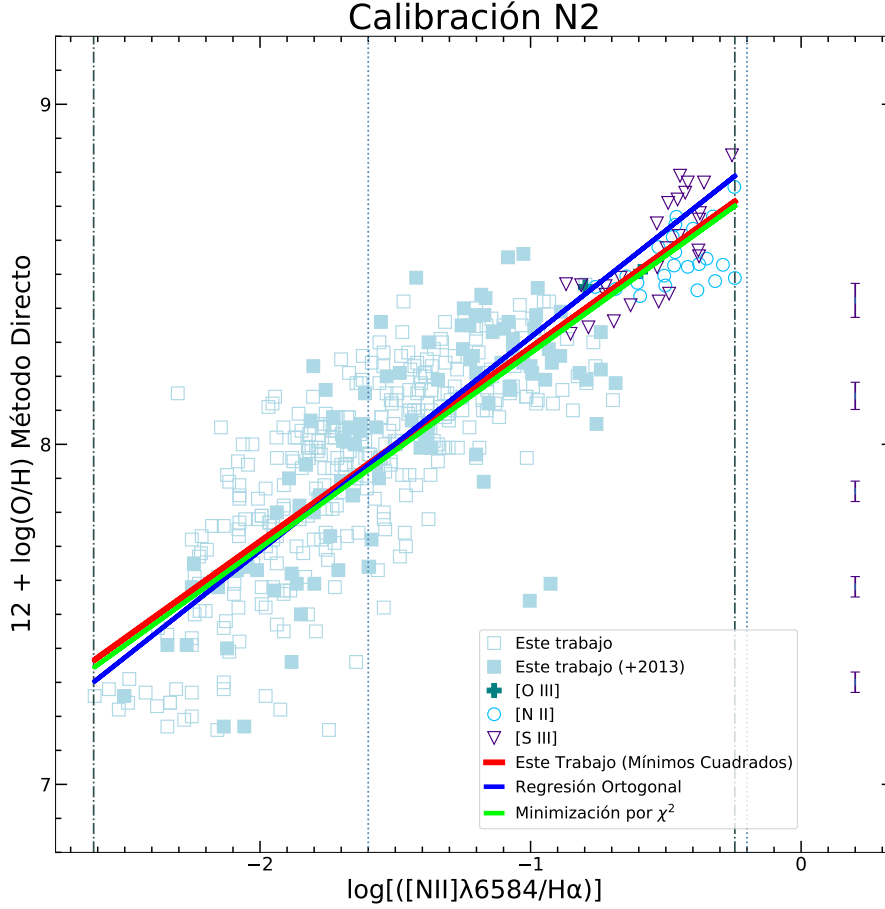


Figura 4.7: Ajustes para la recalibración del indicador empírico N2 para abundancias químicas en regiones H II extragalácticas a través de diferentes métodos de regresiones lineales para la obtención de un rango de error. La línea roja representa el ajuste $12 + \log(\text{O}/\text{H})$ de este trabajo, hecha por el método de *Mínimos Cuadrados*. La línea verde limón representa el ajuste hecho a través de *Minimización por χ^2* . La línea azul representa el ajuste hecho por *Regresión Ortogonal*. Todos los ajustes se encuentran delimitados entre los valores del índice N2 -2.6 y -0.25. En los ajustes se incluyen datos de alta metalicidad tomados de la literatura. Los cuadrados de color azul claro representan un total de 435 regiones correspondientes a la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales generado en este trabajo. Los cuadrados que se encuentran rellenos corresponden a datos publicados que van del año 2013 al 2020. Los datos de alta metalicidad tomados de la literatura se encuentran representados con diferentes símbolos y colores según la línea auroral utilizada para calcular la temperatura electrónica en dichas regiones, donde los símbolos positivos verdes representan las regiones calculadas con la línea $[\text{OIII}]\lambda 4363$, los círculos azules representan las regiones derivadas por la línea $[\text{NII}]\lambda 5755$, mientras que los triángulos invertidos morados representan a las regiones derivadas de la línea $[\text{SIII}]\lambda 6312$. En el lateral derecho del gráfico, se encuentran barras de errores correspondientes a los diferentes rangos de la metalicidad calculados por el método directo.

Durante este capítulo se ha mostrado la comparación de los valores de propiedades físicas derivadas por el método directo y por la herramienta PyNeb, así como también, se ha presentado la obtención de los calibradores O3N2 y N2 a través de los datos de la muestra final de nuestro catálogo de regiones H II con líneas aurales, discutiendo las diferencias que estos gráficos presentan con respecto a la última propuesta publicada por [Marino et al. \(2013\)](#), las cuales vimos en el Capítulo 2; además, se ha mostrado el gráfico de [OIII]4363 contra metalicidad, discutiendo su impacto sobre el calibrador O3N2. En el próximo capítulo se expondrán las conclusiones finales de este trabajo, asimismo, la importancia que tiene el generar la recalibración de estos indicadores empíricos, al igual que el trabajo a futuro que se puede realizar con lo obtenido hasta ahora.

Capítulo 5

Conclusiones y trabajo futuro

En el capítulo anterior, se presentó la obtención de los calibradores empíricos O3N2 y N2 a través de los datos de la muestra final de nuestro catálogo de regiones H II con líneas aurales y errores asociados, así como las diferencias que dichos gráficos mantienen con respecto a la propuesta hecha por [Marino et al. \(2013\)](#). En este capítulo se expondrán las conclusiones finales de este trabajo, mostrando la importancia que se ha obtenido al generar la recalibración de los indicadores empíricos antes mencionados, así como el trabajo a futuro partiendo desde lo realizado hasta este momento.

5.1. Conclusiones finales

En esta tesis se han investigado diferentes temas relacionados con la determinación de condiciones físicas y abundancias químicas en regiones H II. Se utilizaron datos observacionales recopilados de una amplia gama de trabajos relacionados a este tipo de objetos astronómicos, donde se trabajó cuidadosamente con la información nebular a través de un proceso estadístico riguroso para mejorar una serie de calibradores empíricos de abundancias químicas del medio interestelar. Con estos datos se obtuvo lo siguiente:

- ★ Ampliar la estadística de regiones H II con líneas aurales de emisión, registrando además los errores observacionales asociados a cada medición, haciendo de este compendio posiblemente el único de su tipo.
- ★ Caracterizar los datos recopilados de los espectros de las regiones H II, esto a través de diversas técnicas estadísticas aplicadas a los errores asociados en las mediciones, generando cortes particulares en la muestra inicial, consiguiendo una submuestra de alta calidad de los datos.
- ★ Calcular propiedades físicas de las regiones H II compiladas, tales como la temperatura electrónica (T_e) y la densidad electrónica (n_e), esto a través de las diferentes ecuaciones del método directo expuestas en la literatura.
- ★ Con el uso del procedimiento del método directo, se determinaron las abundancias químicas de oxígeno ($12+\log(\text{O}/\text{H})$) de todas las regiones catalogadas, en particular, aquellas que pertenecen a la submuestra de alta calidad en sus mediciones.
- ★ Con la metodología propuesta en este trabajo, no se pueden alcanzar valores de alta metalicidad, ni siquiera el valor solar de $12+\log(\text{O}/\text{H}) = 8.7$, siendo la metalicidad más alta de $12+\log(\text{O}/\text{H}) = 8.56$.
- ★ Se calcularon los índices empíricos de abundancias químicas basadas en regiones H II con líneas aurales, tales como O3N2 y N2.

- ★ Se consiguió hacer una re-calibración de los indicadores empíricos O3N2 y N2 a través de la submuestra de alta calidad de las mediciones, obteniendo un ajuste nuevo entre los valores de las abundancias químicas de oxígeno ($12+\log(\text{O}/\text{H})$) y los índices de cada calibrador.

5.2. Trabajo futuro

- Una diferencia particularmente notable es la zona de alta metalicidad, donde los valores obtenidos a raíz de este trabajo llegan a un valor máximo de $12+\log(\text{O}/\text{H}) = 8.56$, lo cual se debe principalmente a la falta de observaciones de alta calidad de las regiones H II en esta zona. Por esta razón, se planea completar esta zona con una mayor cantidad de datos observacionales recopilados de la literatura, ya que, explorar la región de alta metalicidad es útil en la determinación de abundancias en galaxias del universo cercano.
- A través de ecuaciones dadas en la literatura, realizar estudios con la línea de [OIII] $\lambda 4363$ para [NII] $\lambda 5755$ y [SIII] $\lambda 6312$, con el fin de examinar el área de alta metalicidad, tal y como se ha hecho en trabajos anteriores y en el actual para completar esta zona.
- A través de una recopilación más rigurosa de la literatura, obtener una mayor cantidad de regiones que cuenten con la línea auroral [OIII] $\lambda 4363$ y a su vez con [NII] $\lambda 5755$, con el fin de calcular nuevas temperaturas electrónicas a través del cociente [N II] ($\lambda 6548 + \lambda 6584$)/ $\lambda 5755$, y posteriormente determinar abundancias con base a esta propiedad física. En la presente tesis, se realizó el experimento de usar dicho cociente de nitrógeno para obtener temperaturas de las regiones H II correspondientes a la muestra inicial (un total de 1390 objetos), pero únicamente fue posible realizar esto para al menos 185 regiones, debido a que no en todas existía la información suficiente de ambas líneas prohibidas para realizarlo con más fuentes. La importancia de tener la línea [OIII] $\lambda 4363$, es para llevar a cabo el proceso de caracterización expuesto en esta tesis. Dicho experimento se muestra en la Figura 5.1.

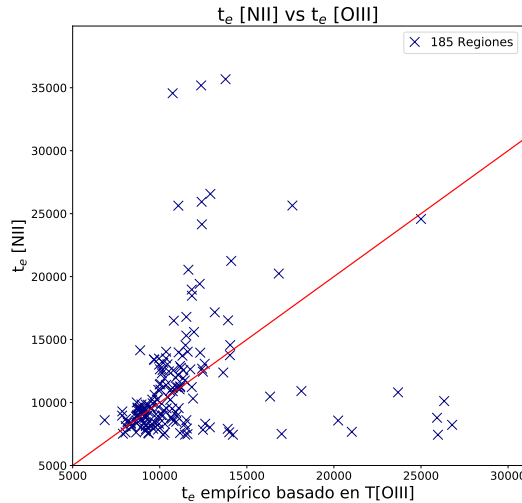


Figura 5.1: Comparación de los valores de la temperatura electrónica T_e calculados con el cociente de oxígeno y con el cociente de nitrógeno. Este gráfico cuenta con 185 regiones, aquellas que cuentan con las líneas aurales [OIII] $\lambda 4363$ y [NII] $\lambda 5755$ y que pertenecen a la muestra inicial de 1390 fuentes de este trabajo. Se ha marcado una línea 1 a 1 de color rojo que sirve como guía para denotar que tan dispersos suelen ser unos cálculos de los otros.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

5.2. TRABAJO FUTURO

- Revisar la validez de otros indicadores empíricos de la literatura, tales como O2N2 y R23, y hacer comparaciones cuantitativas entre los nuevos indicadores y las abundancias químicas obtenidas por el método directo de la submuestra de alta calidad.
- Realizar estudios del gradiente de metalicidad en galaxias espirales del universo cercano. El gradiente de metalicidad se representa como $\Delta \log(\text{O}/\text{H})/R_G$, donde R_G es la distancia galactocéntrica. El gradiente de abundancia de oxígeno proporciona una prueba importante de la evolución química de las galaxias y su estudio ayuda a comprender sus procesos de formación. Estudios anteriores de regiones H II en el disco de galaxias espirales mostró la existencia de un gradiente de abundancia de oxígeno con pendiente negativa, lo que indica que las mayores metalicidades se encuentran hacia los centros de las galaxias.
- Aplicar el método Monte Carlo a los datos del catálogo final de alta calidad en la información nebular para hacer una mejor evaluación de la propagación de errores observacionales y sistemáticos, y de esta manera obtener una mejor estimación del error asociado a los calibradores de indicadores empíricos de abundancias químicas reproducidos en este trabajo.

Apéndice A

Guía estadística

A continuación se expondrán las diferentes técnicas estadísticas usadas a lo largo de este trabajo, así como fórmulas y definiciones breves que fueron de gran utilidad en distintas partes del mismo, con el fin de dar una pequeña guía estadística al lector.

A.1. Definiciones

La Media

La media aritmética o, simplemente, media de una muestra $x_1, x_2, \dots, x_n$, frecuentemente llamada el “valor promedio”, es la suma de los valores divididos entre el número de valores. Esto es:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}. \quad (\text{A.1})$$

La Mediana

Suponga que los datos $x_1, x_2, \dots, x_n$ ahora se clasifican en orden ascendente. La mediana de los datos se denota por M o mediana, que se define como el “valor medio” o valor que se encuentra al centro de la clasificación ordenada.

Varianza

La varianza es una medida de dispersión que se utiliza para representar la variabilidad de un conjunto de datos respecto de la media aritmética de los mismos. Esto es:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (\text{A.2})$$

Desviación Estándar

La desviación estándar es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos. Esto es:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (\text{A.3})$$

Incertidumbre absoluta

El error absoluto se define como la diferencia absoluta entre el valor verdadero de una magnitud y el valor medido. Para propósitos prácticos se usará como incertidumbre absoluta a δX , que es simplemente la incertidumbre asociada a la medición.

Incertidumbre relativa

La incertidumbre relativa es el cociente que resulta entre la incertidumbre absoluta y la magnitud observada:

$$\delta_r X = \frac{\delta_x}{x_0}, \quad (\text{A.4})$$

donde la incertidumbre relativa es una magnitud adimensional.

Incertidumbre porcentual

La incertidumbre porcentual es el índice más comúnmente usado para especificar la precisión de una medida y se evalúa multiplicando la incertidumbre relativa por 100 %, tal como sigue:

$$\delta_{\%} X = \delta_r X \times 100 \%, \quad (\text{A.5})$$

A.2. Distribución Normal o Gaussiana

La distribución normal es una distribución con forma de campana (conocida como la campana de Gauss) donde las desviaciones estándar sucesivas con respecto a la media establecen valores de referencia para estimar el porcentaje de observaciones de los datos. Una distribución se dice que es normal si sigue un comportamiento del tipo:

$$G_{\mu,\sigma}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (\text{A.6})$$

donde μ es la media y σ la desviación estándar.

La probabilidad de que una medición se encuentre dentro de n desviaciones estándar de μ está dada por:

$$Prob(n\sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-n}^n e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (\text{A.7})$$

la cual es conocida como la función de error.

Por ejemplo:

$$Prob(\sigma) = 68 \, \%.$$

$$Prob(2\sigma) = 95.4 \, \%.$$

$$Prob(3\sigma) = 99.7 \, \%.$$

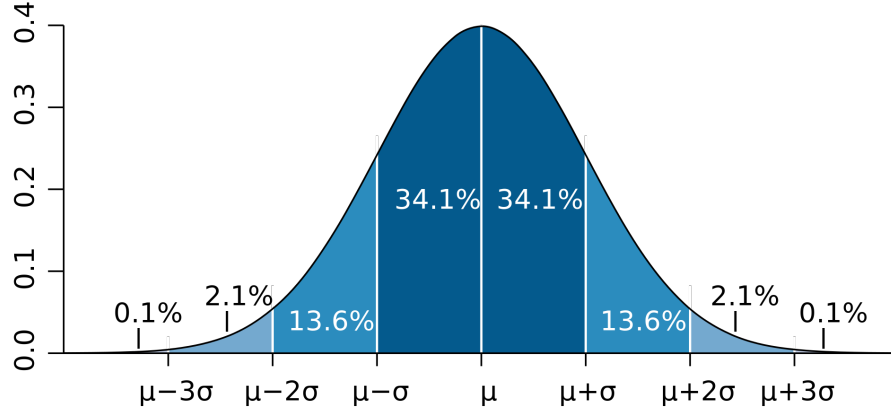


Figura A.1: Representación gráfica de una distribución normal con media μ y donde se muestra el área cubierta por errores de $\pm\sigma$.

A.3. Error de las funciones más comunes

Sea $\{x_i\} = \{x \pm \delta x, y \pm \delta y\}$ y definimos una función $f(x \pm \delta x, y \pm \delta y) = f(x, y) \pm \delta f$, podemos calcular las operaciones más comunes y su respectivo error asociado como sigue:

$$(x \pm y) \pm \sqrt{(\delta x)^2 + (\delta y)^2}. \quad (\text{A.8})$$

$$xy \pm \sqrt{(y\delta x)^2 + (x\delta y)^2}. \quad (\text{A.9})$$

$$\frac{x}{y} \pm \sqrt{\left(\frac{\delta x}{y}\right)^2 + \left(\frac{x}{y^2}\delta y\right)^2}. \quad (\text{A.10})$$

$$x^y \pm \sqrt{(yx^{y-1}\delta x)^2 + (x^y \ln x \delta y)^2}. \quad (\text{A.11})$$

A.4. Sigma clipping

El recorte σ se define como una forma de evitar el efecto de valores atípicos que pueden sesgar significativamente la medición de una muestra de datos. El σ -clipping se define como una iteración simple. En cada iteración, el rango de datos de entrada puede disminuir y, por lo tanto, cuando los valores atípicos tienen las condiciones anteriores, los valores atípicos se eliminarán mediante esta iteración. Los criterios de salida son los siguientes:

1. Calcular la desviación estándar (σ) y la mediana (m) de una distribución.
2. Eliminar todos los puntos que sean más pequeños o más grandes que $m \pm \alpha\sigma$.
3. Regresar al paso 1, a menos que se alcance el nivel de tolerancia o de salida.

La razón por la que se usa la mediana como referencia y no la media es que la media se ve afectada de manera muy significativa por la presencia de valores atípicos, mientras que la mediana se ve menos afectada. Por lo general, existen dos criterios de salida para detener la iteración de recorte σ :

1. Cuando se ha realizado un cierto número de iteraciones fijas.
2. Cuando la nueva desviación estándar medida se encuentra dentro de la anterior desviación calculada, es decir:

$$\frac{\sigma_{old} - \sigma_{new}}{\sigma_{new}}. \quad (\text{A.12})$$

Se utiliza la desviación estándar porque está muy influenciada por la presencia de valores atípicos. Por lo tanto, el hecho de que deje de cambiar entre dos iteraciones es una señal de que hemos eliminado con éxito los valores atípicos. Hay que tomar en cuenta que en cada recorte, la dispersión en la distribución es menor o igual. Entonces:

$$\sigma_{old} \geq \sigma_{new}. \quad (\text{A.13})$$

A.5. Correlación lineal

Covarianza

La covarianza nos permite saber cómo se comporta una variable en función de lo que hace otra variable. La covarianza de x y y está dada como:

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}), \quad (\text{A.14})$$

donde N son pares de datos (x_i, y_i) , $\bar{x}$ es la media de la variable x y $\bar{y}$ es la media de la variable y .

Coefficiente de correlación

La correlación, también conocida como coeficiente de correlación lineal, es una medida de regresión que pretende cuantificar el grado de variación conjunta entre dos variables. Es una medida estadística que cuantifica la dependencia lineal entre dos variables, es decir, si se representan en un diagrama de dispersión los valores que toman dos variables, el coeficiente de correlación lineal señalará lo bien o lo mal que el conjunto de puntos representados se aproxima a una recta. El coeficiente de correlación lineal está dado como:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (\text{A.15})$$

donde σ_{xy} es la covarianza, σ_x la desviación estándar de la variable x y σ_y la desviación estándar de la variable y . Además, $-1 \leq r \leq 1$, donde si r es cercano a ± 1 los puntos se encuentran cercanos a algún tipo de recta, mientras que si r es cercano a 0, entonces los puntos no están correlacionados.

Regresión lineal simple

Consiste en generar un modelo de regresión (ecuación de una recta) que permita explicar la relación lineal que existe entre dos variables. A la variable dependiente se le identifica como y y a la variable independiente como x . El modelo de regresión lineal simple esta dada como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon, \quad (\text{A.16})$$

donde β_0 es la ordenada en el origen, β_1 la pendiente y ϵ el error aleatorio, también conocido como residuo. Dado que los regularmente los valores de β_0 y β_1 son desconocidos, se pueden obtener las estimaciones de los coeficientes $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ a través del método de **Mínimos Cuadrados Ordinarios**, obteniendo así las siguientes relaciones:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x, \quad (\text{A.17})$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r, \quad (\text{A.18})$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}, \quad (\text{A.19})$$

donde σ_x y σ_y son las desviaciones estándar de cada variable, y r es el coeficiente de correlación.

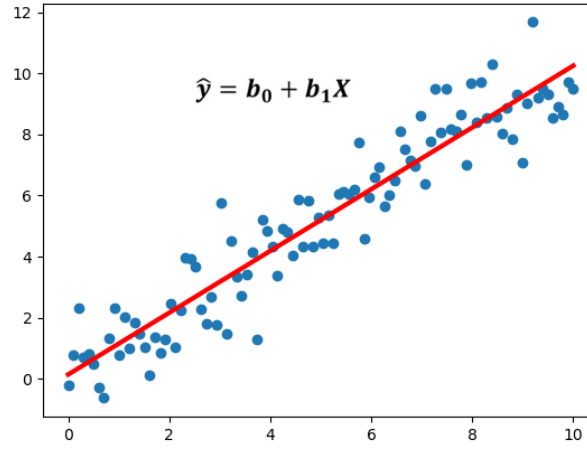


Figura A.2: Representación gráfica de una regresión lineal simple.

Regresión Ortogonal

La Regresión Ortogonal ó *Major-axis Regression*, es un método que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias perpendiculares entre los puntos de datos y la línea. Esta técnica, a pesar de ser invariante en el cambio de variables X y Y, lleva a regresiones lineales completamente diferentes, tanto matemáticamente como en aplicaciones reales. La ecuación base del método es:

$$\lambda^2 - (\sigma_x^2 + \sigma_y^2)\lambda + ((\sigma_x^2 + \sigma_y^2) - (\sigma_{xy})^2) = 0, \quad (\text{A.20})$$

la cual es una ecuación de segundo grado donde al solucionarla se obtienen dos raíces tales que cumplen la siguiente relación

$$\lambda_1 > \lambda_2 > 0, \quad (\text{A.21})$$

mientras que la pendiente de la recta de regresión está dada como

$$m = \frac{\sigma_{xy}}{\lambda_1 - \sigma_y^2}, \quad (\text{A.22})$$

obteniendo así la ecuación del ajuste:

$$Y = a + bX, \quad (\text{A.23})$$

$$\text{con } a = \bar{y} - m\bar{x}, \quad b = m.$$

Minimización por χ^2

Está basado en el método de máxima probabilidad para el caso en el que los errores de la variable dependiente sean gaussianos con variancia σ_i^2 . En esta técnica se usan los errores de la variable y . Sean $\{x_i, y_i, \sigma_i\}$, con $i = 1, \dots, N$ y un modelo $Y = a + bX$, donde se define que

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i - a - bx_i}{\sigma_i} \right)^2. \quad (\text{A.24})$$

La estimación de parámetros estará dada a través de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{\partial \chi^2}{\partial a} = - \sum_{i=1}^N 2 \frac{(y_i - a - bx_i)}{\sigma_i^2}, \\ 0 &= \frac{\partial \chi^2}{\partial b} = - \sum_{i=1}^N 2 \frac{x_i (y_i - a - bx_i)}{\sigma_i^2} \end{aligned} \quad (\text{A.25})$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \quad a \sum_i \frac{1}{\sigma_i^2} + b \sum_i \frac{x_i}{\sigma_i^2} &= \sum_i \frac{y_i}{\sigma_i^2}, \\ a \sum_i \frac{x_i}{\sigma_i^2} + b \sum_i \frac{x_i^2}{\sigma_i^2} &= \sum_i \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2} \end{aligned} \quad (\text{A.26})$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \quad a &= \frac{S_{xx} \cdot S_y - S_{xy} \cdot S_x}{\Delta}, \\ b &= \frac{S_{xy} \cdot S - S_y \cdot S_x}{\Delta}, \end{aligned} \quad (\text{A.27})$$

donde se tiene que:

$$\begin{aligned} S_x &\equiv \sum_i \frac{x_i}{\sigma_i^2}, & S_y &\equiv \sum_i \frac{y_i}{\sigma_i^2}, \\ S_{xx} &\equiv \sum_i \frac{x_i^2}{\sigma_i^2}, & S_{yy} &\equiv \sum_i \frac{y_i^2}{\sigma_i^2}, \\ S_{xy} &\equiv \sum_i \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2}, & S &\equiv \sum_i \frac{1}{\sigma_i^2}, \\ \Delta &= S \cdot S_{xx} - S_x^2. \end{aligned} \quad (\text{A.28})$$

Apéndice B

PyNeb

El análisis de las líneas de emisión en las nebulosas gaseosas arroja medidas directas de las condiciones físicas y las abundancias químicas. Aunque el problema físico es conceptualmente simple, su complejidad práctica puede ser abrumadora, ya que la cantidad de datos a analizar aumenta constantemente, además, los resultados dependen fundamentalmente de los datos atómicos de entrada, cuya determinación también mejora cada año. Para abordar estos desafíos, existe PyNeb, un código innovador para analizar líneas de emisión. PyNeb calcula las condiciones físicas y las abundancias iónicas elementales, además de producir gráficos de diagnóstico tanto teóricos como observacionales. Está escrito en su totalidad en el lenguaje de programación Python y utiliza bibliotecas estándar de Python. Está completamente vectorizado, lo que lo hace apto para analizar grandes cantidades de datos. Es público, está completamente documentado y ya se ha utilizado satisfactoriamente en varios artículos publicados. A continuación se describirá su uso especial para determinar la temperatura electrónica usando los cocientes de algunas líneas intensas, es decir, la forma de usar esta herramienta para realizar el método directo.

B.1. Determinación de temperaturas y densidad

Para comenzar el código, se debe solicitar importar la librería PyNeb, así como definir los átomos físicos a usar, esto a través de una herramienta de PyNeb llamada Atom, la cual contiene la forma en que se leen y gestionan los datos atómicos para determinar, por ejemplo, los diagnósticos a partir de las proporciones de las líneas, así como las abundancias iónicas y totales. Para crear un objeto Atom se realiza especificando un ion. En nuestro caso usaremos el de [OII] y [OIII], así que el código comienza de la siguiente forma:

```
1 import pyneb as pn
2 import numpy as np
3
4 O3 = pn.Atom('O', 3)
5 O2 = pn.Atom('O', 2)
```

Posteriormente, necesitamos haber creado previamente un archivo csv (comma separated value) el cual contenga la información de los valores de las intensidades de línea en las regiones H II con las que se está trabajando, esto con el fin de cargar el archivo al código y también crear diccionarios vacíos en donde se guardará la información que se vaya calculando. Aquí se crearán librerías para cada temperatura y la abundancia de oxígeno. De esta forma el código continúa con las siguientes líneas:

APÉNDICE B. PYNEB

B.1. DETERMINACIÓN DE TEMPERATURAS Y DENSIDAD

```

1 outfile = open('archivo.csv','w') #Datos
2
3 #Diccionarios:
4
5 t_OIII = [] # Temperatura OIII
6 t_OII = [] # Temperatura OII
7 AO = [] # Abundancia de Oxigeno

```

Ahora, para poder proceder al cálculo de la temperatura t_3 , en PyNeb se usa un método llamado `Atom.getTemDen`, el cual se usa para poder determinar la temperatura a una densidad dada, o bien, calcular la densidad a una temperatura dada. Así que, antes de obtener la temperatura debemos calcular la densidad, y para hacer esto debemos usar el método `getCrossTemDen`, el cual converge de forma cruzada la temperatura y la densidad derivadas de dos relaciones de línea sensibles, tales como el nitrógeno y el azufre, ingresando la cantidad derivada con una relación de línea en la otra y luego iterando. Cuando finaliza el proceso de iteración, los dos diagnósticos dan resultados autoconsistentes. Un ejemplo de la línea de programación para hacer esto es:

```

1 diags.getCrossTemDen('[NII] 5755/6548', '[SII] 6731/6716', 0.02, 1.0)

```

Aunque aquí el problema radica en que no tenemos la línea $[\text{NII}]\lambda 5755$ para todas las regiones de la muestra inicial de este trabajo, tan sólo hay información de dicha línea en 202 regiones de 1390, además, la gran mayoría de ellas han sido de mala calidad en su medición como se expuso en la sección de la Metodología, así que, en este caso se tuvo que normalizar la densidad a una densidad típica en las regiones H II, con un valor de 100 cm^{-3} , tal como sigue:

```

1 n_e = 100

```

Una vez definida la densidad, procedemos ahora a calcular la temperatura t_3 , usando como se había dicho previamente, el método `Atom.getTemDen`, esto a través de un ciclo *for* para guardar la información calculada en el diccionario vacío correspondiente a esta temperatura, y usando aquellas columnas de nuestro archivo csv donde se encuentren las líneas que nos solicitan para realizar el cálculo, las cuales son $[\text{OIII}]\lambda 4363$ y $[\text{OIII}]\lambda 5007$. La línea del código para realizar esto será:

```

1 for i in range(0,len(4363)):
2     t_OIII.append(10**(-4) * 03.getTemDen(int_ratio=4363[i]/5007[i], den=100,
3     wave1=4363, wave2=5007))

```

Y ahora se puede proceder a calcular t_2 , para realizar esto con PyNeb necesitamos la razón de las líneas $[\text{OII}]\lambda 3726/3729$, o bien, la razón de las líneas $[\text{OII}]\lambda 3726/7325$ y aplicar de nuevo el método `Atom.getTemDen`. Para el primer caso no contamos con la información de la intensidad de las líneas separadas de $[\text{OII}]$, es decir, sólo tenemos la información de $[\text{OII}]\lambda 3727$. Y para el segundo, no tenemos el registro de la línea $[\text{OII}]\lambda 7325$, ya que es una línea difícil de detectar en los espectros por su débil intensidad. Así que, con lo que se tiene en este trabajo, no será posible obtener esta temperatura con el mismo método, por lo tanto se deberá usar la relación propuesta en Pilyugin et al. (2012) para obtener la temperatura t_2 , la cual ha sido mencionada en el capítulo 3, y viene siendo:

$$t_2 = t_{\text{OII}} = (0.672 \cdot t_3) + 0.314 \quad (\text{B.1})$$

De esta forma, en el código de python se pueden colocar las siguientes líneas de programación para la obtención de la temperatura t_2 usando la temperatura t_3 previamente obtenida y guardando la información en el diccionario vacío correspondiente ahora a esta temperatura:

```

1 for i in range(0,len(t_OIII)):
2     t_OII.append( (0.672*t_OIII[i]) + 0.314)

```

B.2. Cálculo de la abundancia de oxígeno

En este punto ya contamos con los valores de t_3 , t_2 y de la densidad fija. Ahora se continua con el cálculo de las abundancias de oxígeno. Para realizar esto se usa otro método de PyNeb llamado `Atom.getIonAbundance`, la cual nos ayudará a obtener la abundancia de la intensidad de una línea que se encuentre normalizada a un cierto $H\beta$. Así que se continúa con un ciclo "for".^{en} la que será empleado este método, primero haciendo uso de las intensidades de línea de OIII provenientes de la información del catálogo del archivo csv, y también de la temperatura t_3 previamente calculada, y posteriormente, se debe realizar un promedio de las tres abundancias obtenidas para obtener una sola abundancia correspondiente a OIII. Se realiza el mismo proceso para OII con la temperatura t_2 anteriormente calculada. En todas las abundancias que se están calculando, se debe especificar la normalización de $H\beta$ a la que se encuentran las intensidades de las líneas. Finalmente la abundancia total de oxígeno será la suma de la abundancia de OIII y la abundancia de OII, y llenamos el último diccionario vacío correspondiente a la abundancia de oxígeno para guardar la información de estos valores. Así que la parte final del código será de la siguiente forma:

```

1 for i in range(0,len(5007)):
2     # [OIII] 5007
3     Opp_abund1 = 03.getIonAbundance(int_ratio=5007[i], tem=t_OIII[i]*(10**4),
4     den=n_e, wave=5007, Hbeta=1.)
5     # [OIII] 4959
6     Opp_abund2 = 03.getIonAbundance(int_ratio=4959[i], tem=t_OIII[i]*(10**4),
7     den=n_e, wave=4959, Hbeta=1.)
8     # [OIII] 4363
9     Opp_abund3 = 03.getIonAbundance(int_ratio=4363[i], tem=t_OIII[i]*(10**4),
10    den=n_e, wave=4363, Hbeta=1.)
11
12    # Promedio
13    Opp = ( Opp_abund1 + Opp_abund2 + Opp_abund3 / 3 )
14
15    # [OII] 3727
16    Opp_abund4 = 02.getIonAbundance(int_ratio=3727[i], tem=t_OII[i]*(10**4),
17    den=n_e, wave=3727, Hbeta=1.)
18
19    # Abundancia Total
20    Opp_abundtotal = Opp + Opp_abund4
21    A0.append( 12 + np.log10(Opp_abundtotal) )

```

Obteniendo así la abundancia de oxígeno para cada región H II a través de la librería PyNeb. Hay que destacar que el caso idóneo es tener todos los elementos a disposición para obtener valores más acertados, ya que para este trabajo se tuvieron que fijar diversos valores o relaciones para obtener algunas propiedades, lo cual hace a un lado la esencia de utilizar completamente esta librería en vez de realizar el método directo numéricamente, por esta razón, en este trabajo no mencionamos esta sección de PyNeb en la Metodología, ya que esto ha sido un ejercicio extra para comprender un poco de su funcionamiento y al mismo tiempo mostrar al lector una alternativa para realizar este tipo de cálculo de abundancias químicas. Para mayor información sobre esta librería y sus diferentes usos, véase el sitio web oficial: [PyNeb](http://pyneb.sourceforge.net/).

Apéndice C

Histogramas de líneas de emisión e incertidumbres porcentuales

A continuación se muestran los histogramas de frecuencia de cada línea de emisión, así como los histogramas de frecuencia del error porcentual respectivamente, todos estos, en los diferentes cortes realizados para obtener la muestra final del catálogo de regiones H II con líneas aurales de este trabajo, los cuales han sido expuestos en el capítulo 3. La metodología empleada para cada corte mostrado en los histogramas, se resume en la Tabla C.1.

Cortes	Metodología Empleada
Muestra Inicial	Del catálogo completo de 1950 regiones H II se pasa a tener 1390, ya que este número de regiones cumple el requisito de tener información nebular en [OII] $\lambda 3727$, [OIII] $\lambda 4363$ y [OIII] $\lambda 5007$.
Corte 1	De 1390 regiones H II se pasa a tener un total de 814, debido al proceso de σ -clipping empleado a los valores del error porcentual de las líneas [OIII] $\lambda 5007$ y [OIII] $\lambda 4959$.
Corte 2	De 814 regiones H II se pasa a tener 677, a causa de los límites definidos en el error porcentual para cada línea reportada de cada objeto, dichos límites determinados en el Capítulo 3.
Corte Final	De tener 677 regiones H II se pasa a tener un número final de 479, a raíz de las discrepancias en los cálculos de abundancias de oxígeno en estas regiones, y las disimilitudes en los valores de las intensidades de línea de las regiones restantes, superando los límites definidos en el Capítulo 3.

Tabla C.1: Breve resumen de la metodología empleada para cada corte realizado en este trabajo.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [OII] $\lambda 3727/H\beta$

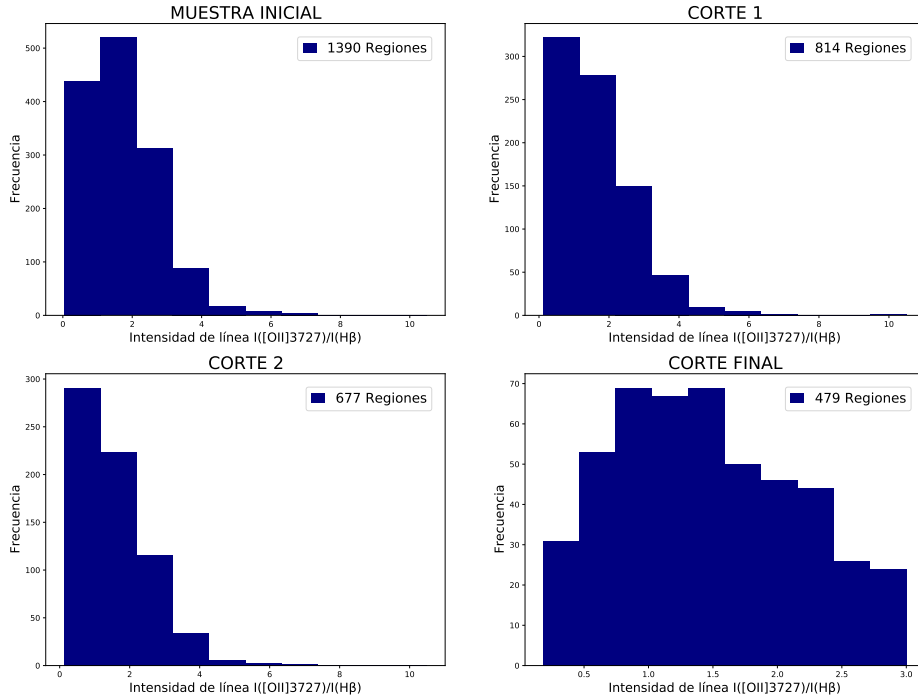


Figura C.1: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OII] $\lambda 3727$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OII] $\lambda 3727$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [OII] $\lambda 3727/H\beta$

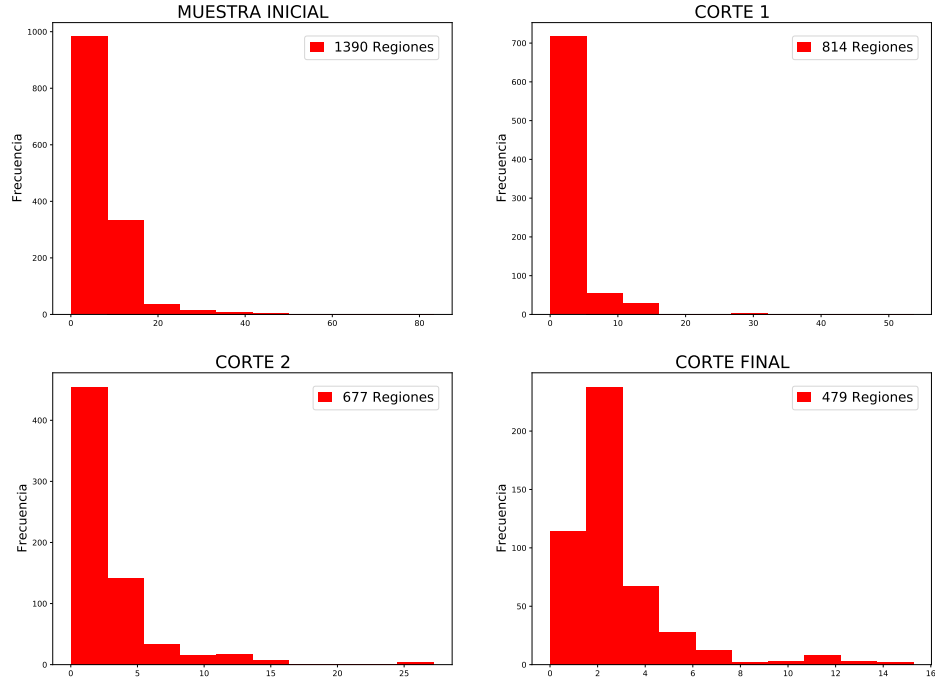


Figura C.2: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OII] $\lambda 3727$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OII] $\lambda 3727$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [OIII] $\lambda 4363/H\beta$

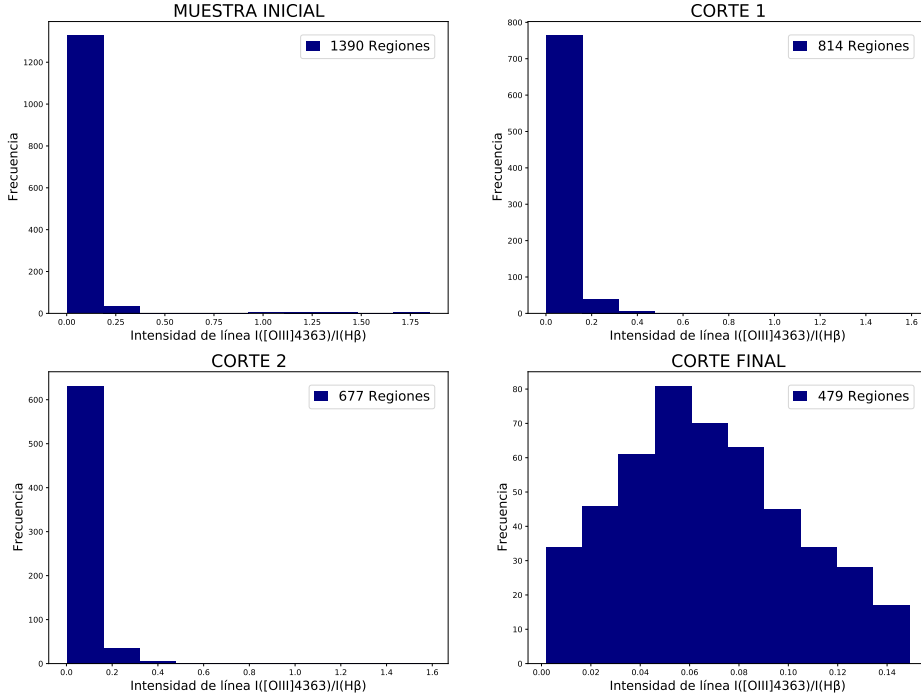


Figura C.3: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 4363$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 4363$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [OIII] $\lambda 4363/H\beta$

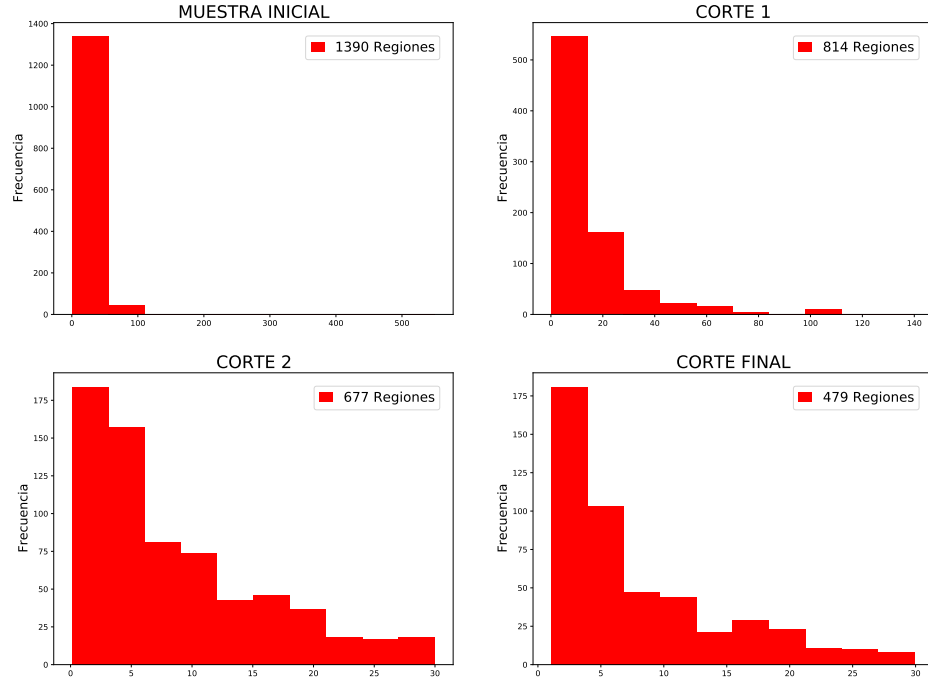


Figura C.4: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 4363$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 4363$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [OIII] $\lambda 4959/H\beta$

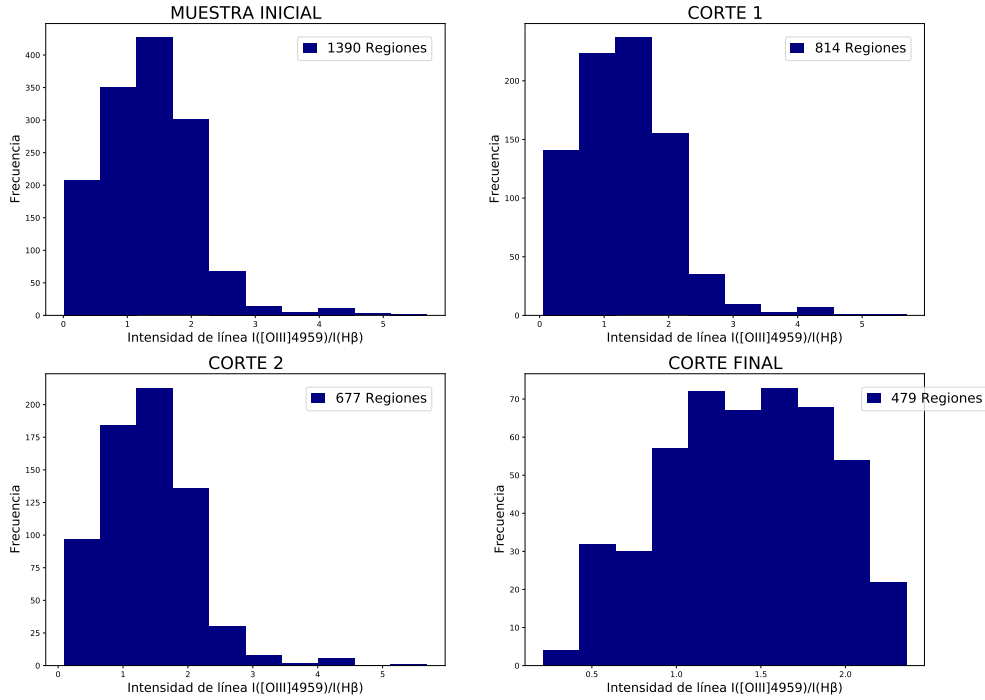


Figura C.5: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 4959$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 4959$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [OIII] $\lambda 4959/H\beta$

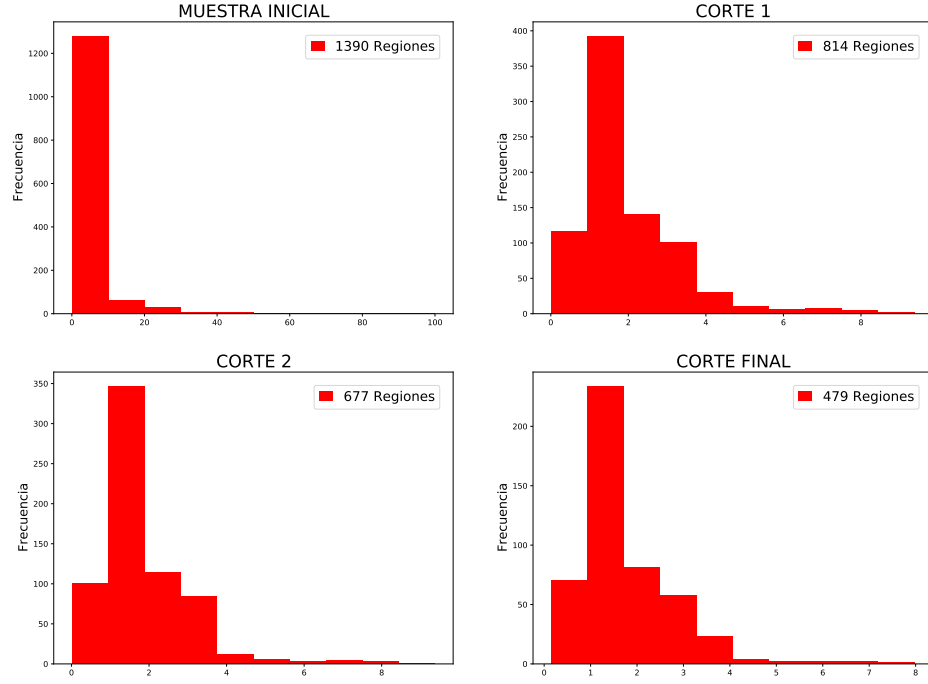


Figura C.6: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 4959$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 4959$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que el mayor cambio en el rango de los valores del eje del error se da desde el corte 1, esto se debe a la metodología aplicada aquí, ya que se usó la herramienta estadística de σ -clipping en los errores porcentuales de [OIII] $\lambda 4959$ y [OIII] $\lambda 5007$ para realizar el primer corte, tal como se explica en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [OIII] $\lambda 5007/H\beta$

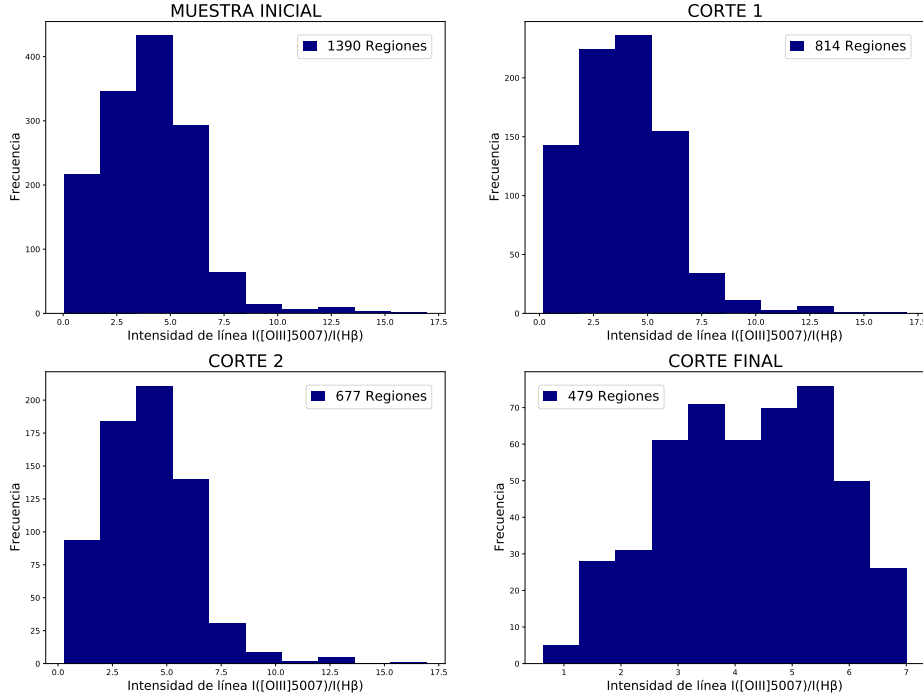


Figura C.7: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 5007$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 5007$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [OIII] $\lambda 5007/H\beta$

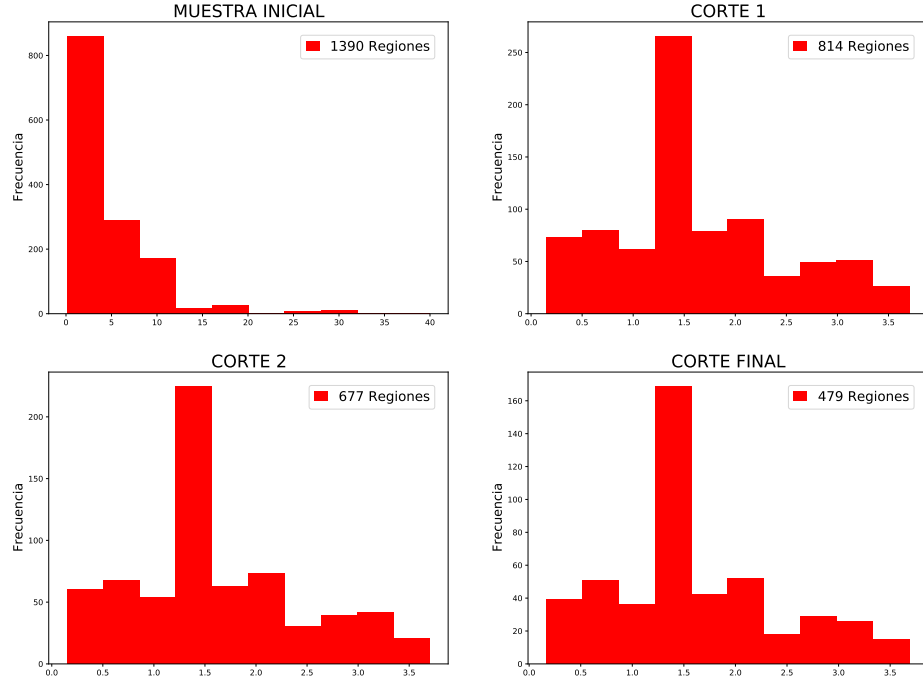


Figura C.8: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [OIII] $\lambda 5007$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1390 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 814 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 677 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [OIII] $\lambda 5007$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 479 regiones. En estos histogramas podemos observar que el mayor cambio en el rango de los valores del eje del error se da desde el corte 1, esto se debe a la metodología aplicada aquí, ya que se usó la herramienta estadística de σ -clipping en los errores porcentuales de [OIII] $\lambda 4959$ y [OIII] $\lambda 5007$ para realizar el primer corte, tal como se explica en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [NII] $\lambda 5755/H\beta$

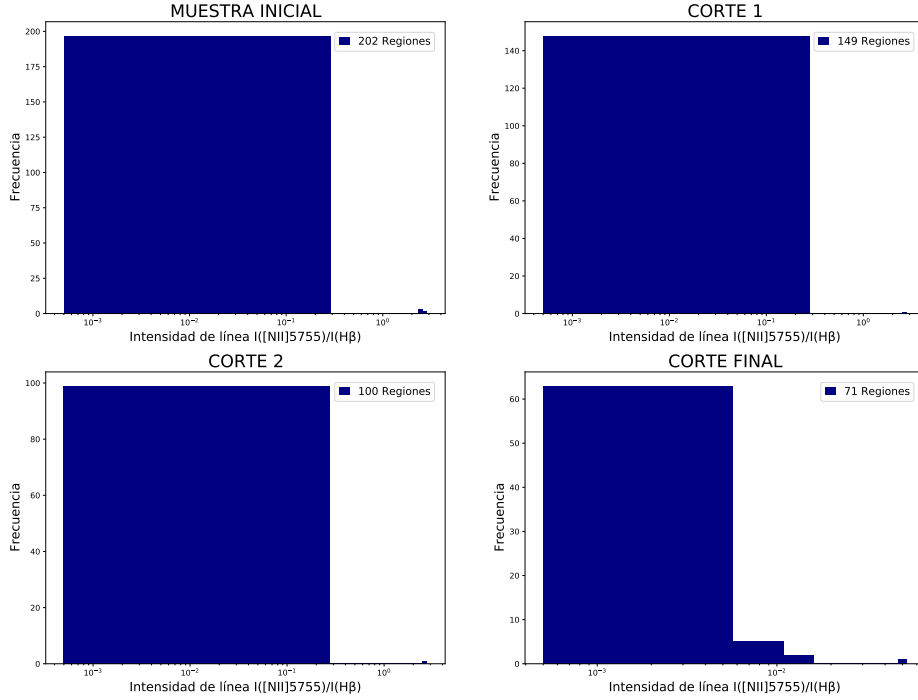


Figura C.9: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [NII] $\lambda 5755$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 202 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 149 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 100 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] $\lambda 5755$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 71 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [NII] $\lambda 5755/H\beta$

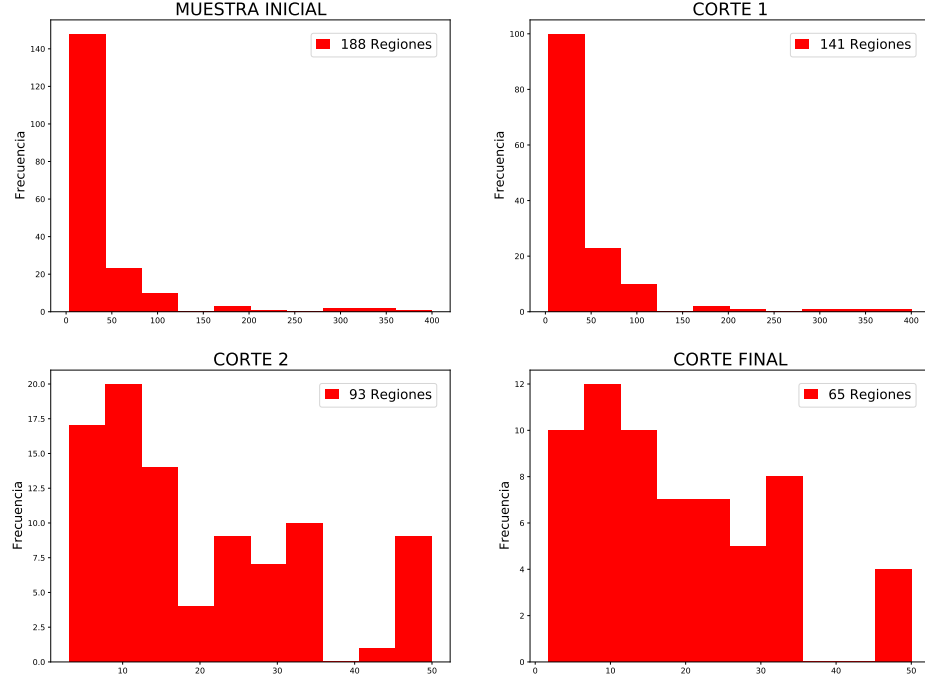


Figura C.10: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [NII] $\lambda 5755$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 188 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 141 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 93 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] $\lambda 5755$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 65 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [NII] $\lambda 6548/H\beta$

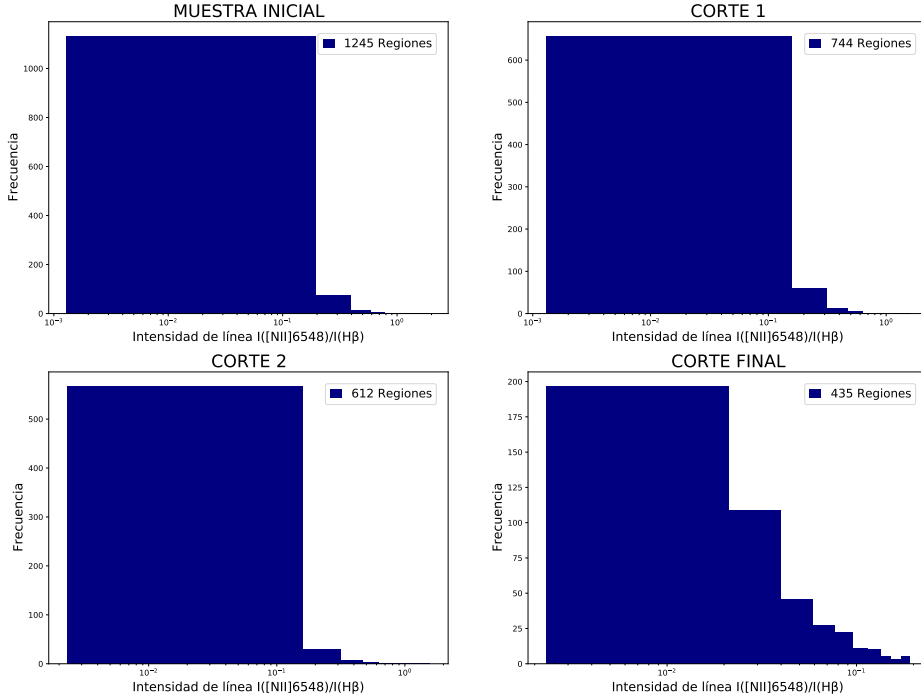


Figura C.11: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [NII] $\lambda 6548$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] $\lambda 6548$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [NII] $\lambda 6548/H\beta$

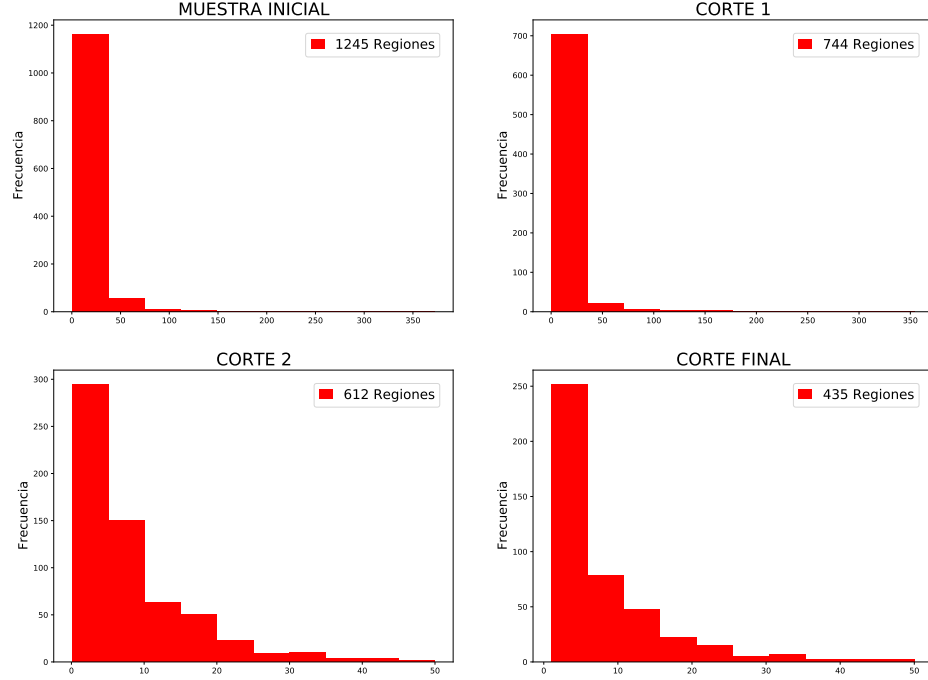


Figura C.12: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [NII] $\lambda 6548$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] $\lambda 6548$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [NII] $\lambda 6584/H\beta$

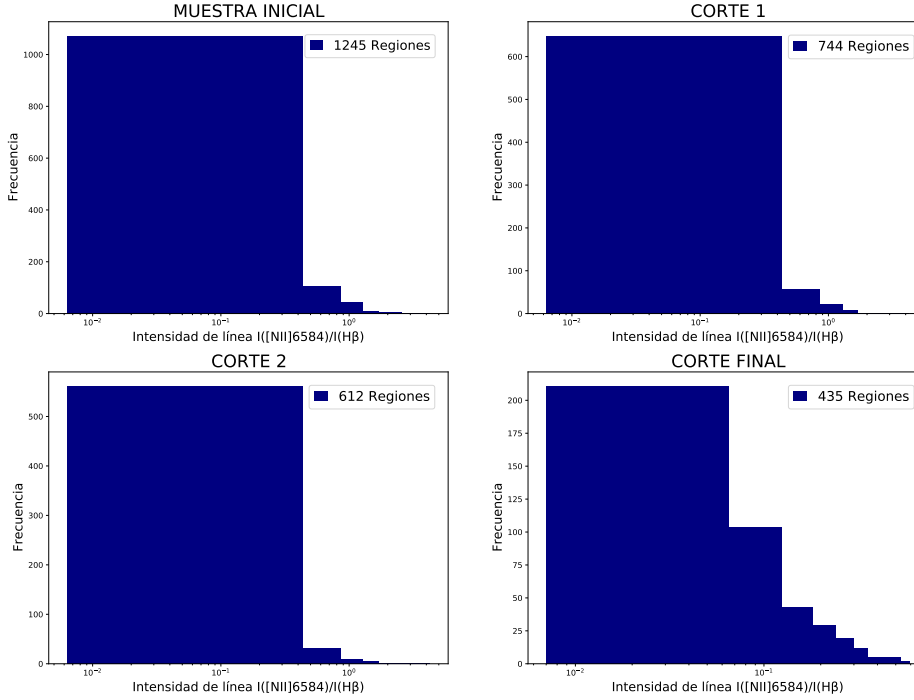


Figura C.13: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [NII] $\lambda 6584$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] $\lambda 6584$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [NII] $\lambda 6584/H\beta$

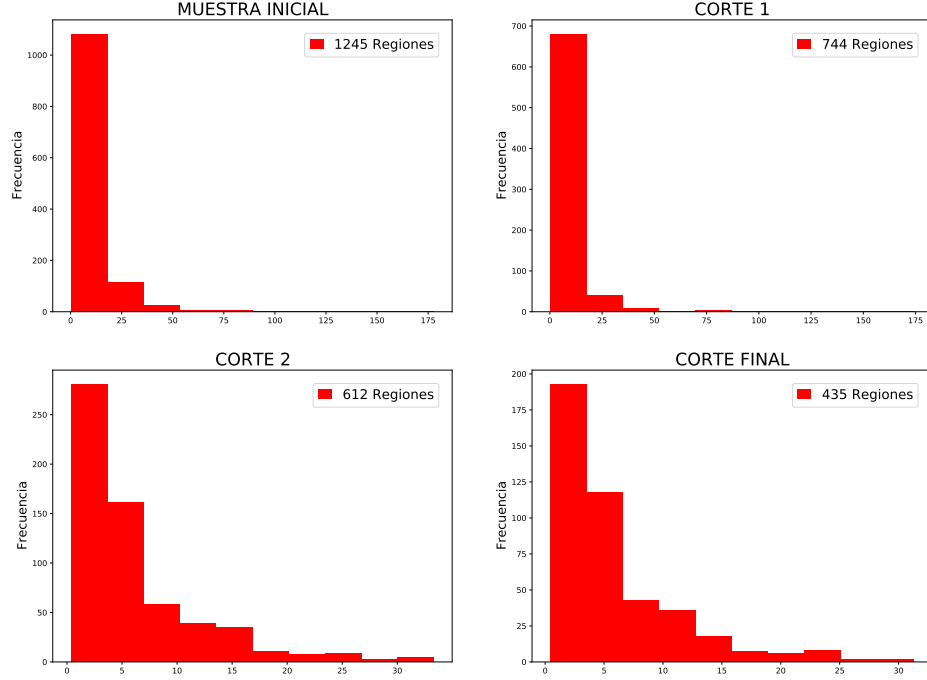


Figura C.14: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [NII] $\lambda 6584$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1245 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 744 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 612 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [NII] $\lambda 6584$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 435 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [SIII] $\lambda 6312/H\beta$

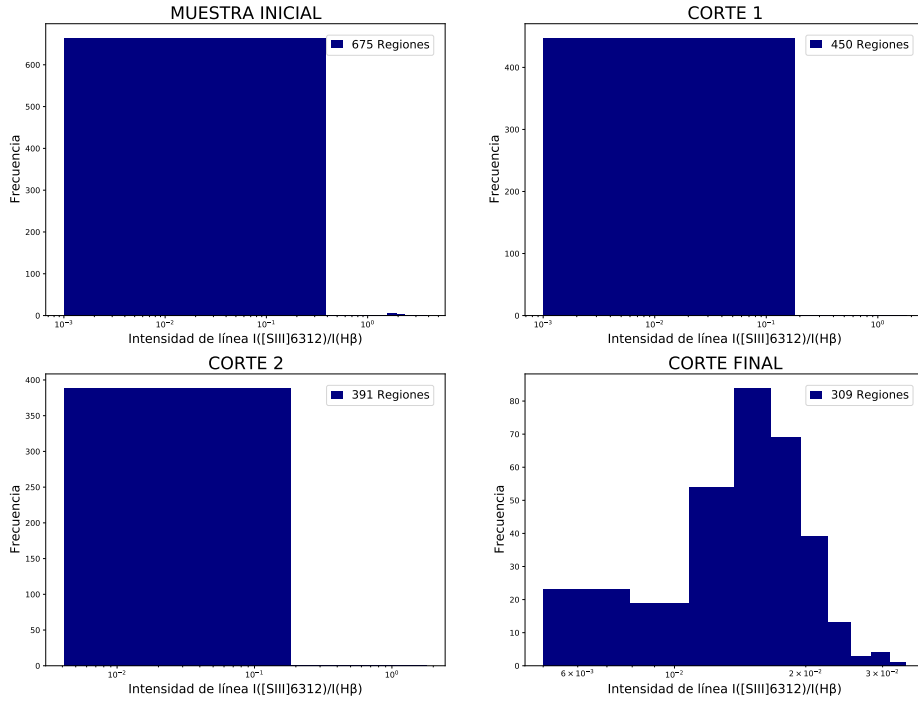


Figura C.15: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [SIII] $\lambda 6312$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 675 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 450 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 391 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SIII] $\lambda 6312$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 309 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3. Todos los histogramas cuentan con escala logarítmica, debido a que el rango que abarcan en el eje de la intensidad de la línea es grande, así que una escala logarítmica nos proporciona un medio de visualización de los datos que permite que se puedan determinar los valores a partir de la gráfica.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [SIII] $\lambda 6312/H\beta$

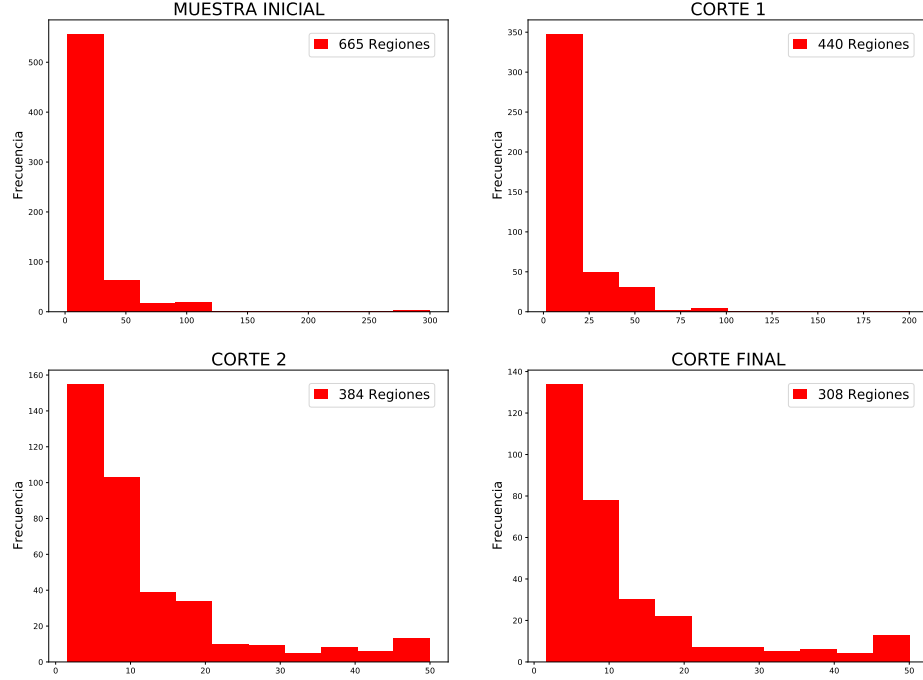


Figura C.16: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [SIII] $\lambda 6312$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 665 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 440 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 384 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SIII] $\lambda 6312$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 308 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [SII] $\lambda 6717/H\beta$

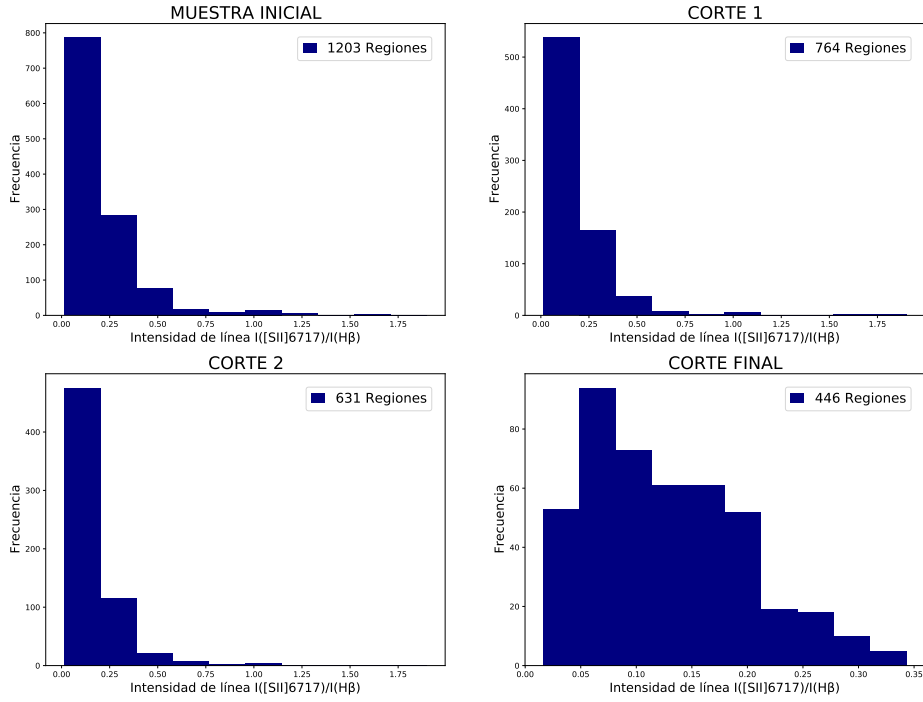


Figura C.17: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [SII] $\lambda 6717$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1203 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 764 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 631 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] $\lambda 6717$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 446 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [SII] $\lambda 6717/H\beta$

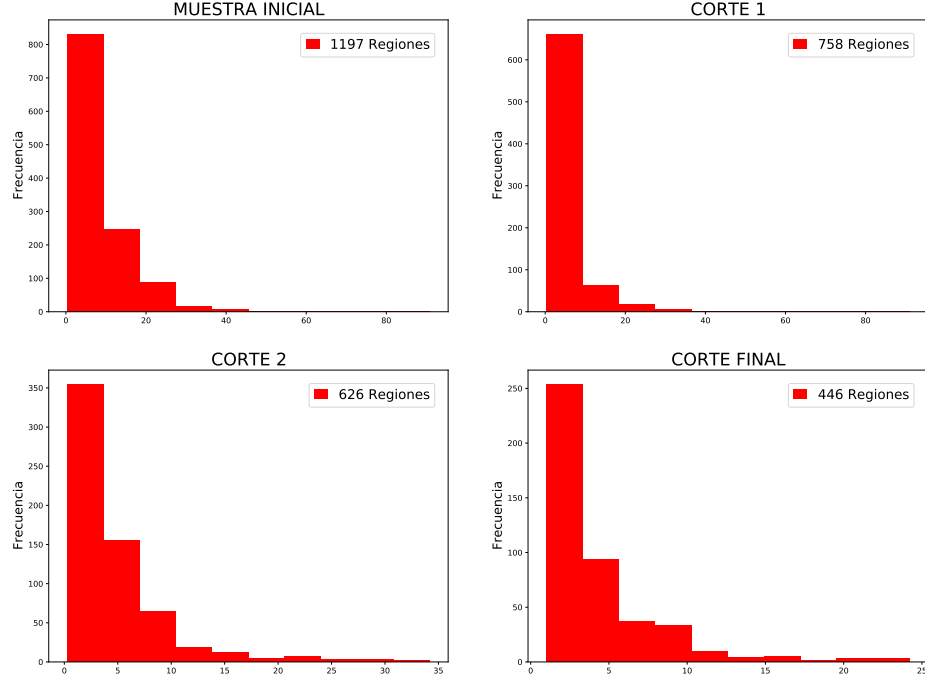


Figura C.18: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [SII] $\lambda 6717$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1197 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 758 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 626 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] $\lambda 6717$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 446 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Línea [SII] $\lambda 6731/H\beta$

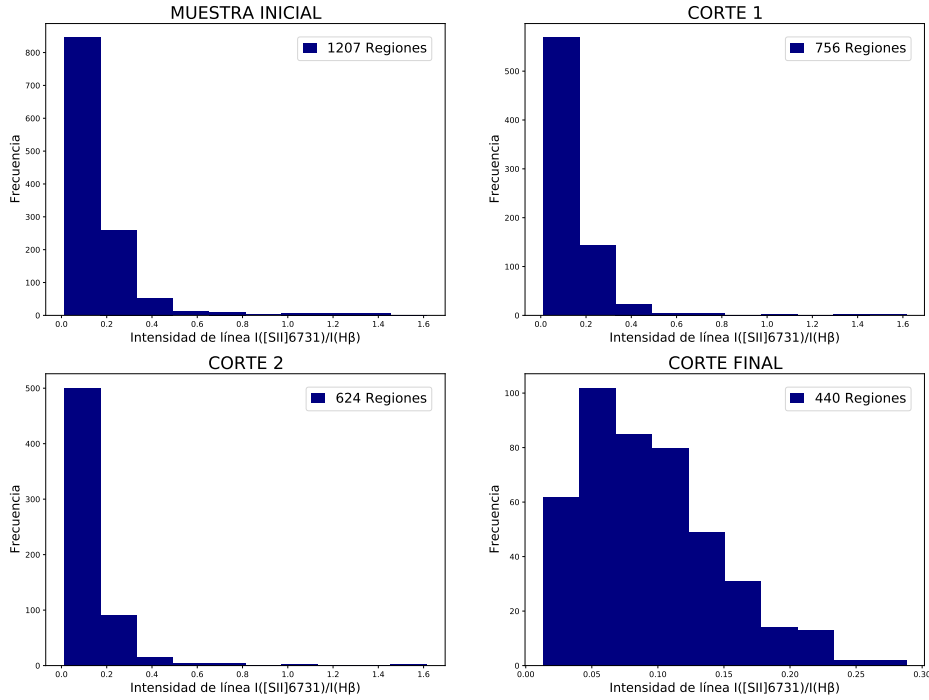


Figura C.19: Histogramas de frecuencias en la intensidad de la línea de [SII] $\lambda 6731$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1207 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 756 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 624 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] $\lambda 6731$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 440 regiones. Cabe destacar que en este último histograma, el rango en el eje de la intensidad de línea cambió considerablemente, esto a causa de la última consideración en el corte final hecho, el cual consiste en los límites superiores para cada línea de emisión registrada, como se expuso en el Capítulo 3.

APÉNDICE C. HISTOGRAMAS DE LÍNEAS DE EMISIÓN E INCERTIDUMBRES PORCENTUALES

Error porcentual de la línea [SII] $\lambda 6731/H\beta$

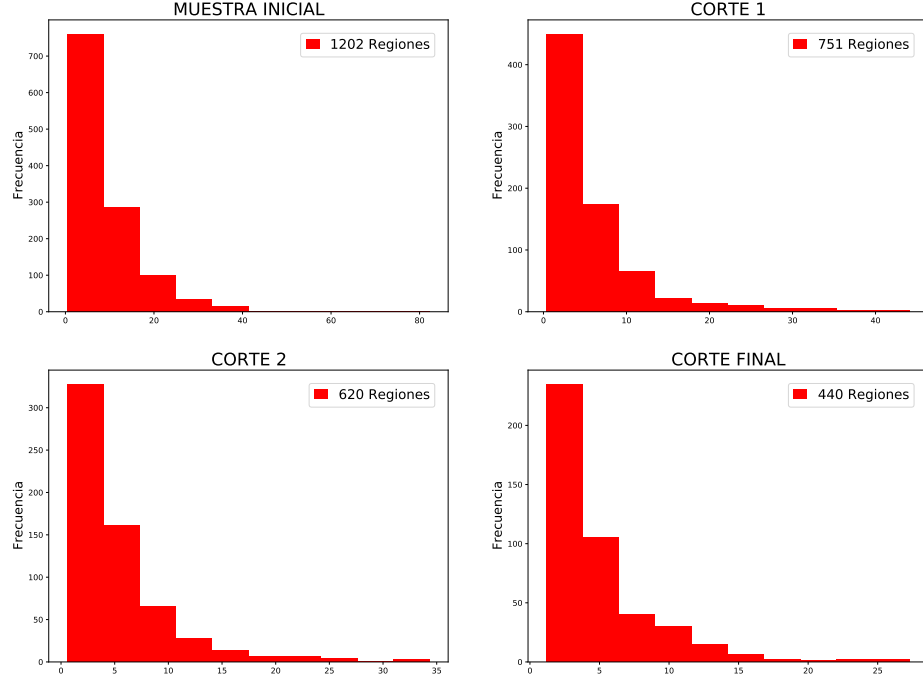


Figura C.20: Histogramas de frecuencias del error porcentual de la intensidad de la línea de [SII] $\lambda 6731$ en los diferentes cortes. En el panel superior izquierdo se observa la frecuencia de los errores porcentuales de los valores de intensidad de dicha línea para un total de 1202 regiones, correspondientes a la etapa de la muestra inicial. El panel superior derecho corresponde a aquellas que se mantuvieron después del primer corte, un total de 751 regiones. El panel inferior izquierdo corresponde a aquellas que se rescataron una vez hecho el segundo corte, siendo un total de 620 regiones. En el panel inferior derecho tenemos la frecuencia de la intensidad de la línea [SII] $\lambda 6731$ para aquellas regiones que pertenecen al corte final, es decir, a la muestra final, siendo un total de 440 regiones. En estos histogramas podemos observar que es constante el cambio del rango en los valores en el eje del error, esto conforme se va haciendo cada limpieza de la muestra, lo cual nos manifiesta que las regiones que componen a la muestra final son realmente de una mayor calidad al tener un error muy bajo comparado con aquellas que componían la muestra inicial del trabajo. A diferencia de los histogramas correspondientes a [OII] y [OIII], no necesariamente deben de mantener la misma cantidad de regiones con estas líneas reportadas, esto debido a la manera en la que se consideró obtener la muestra inicial, donde se buscó que al menos todas esas regiones tuvieran información tanto en [OII] como en [OIII], esto con el fin de poder realizar el método directo explicado en el capítulo 2 y 3.

Apéndice D

Catálogo Completo de Líneas Aurorales

A continuación se muestra la tabla referente al *Catálogo Completo de Líneas Aurorales*, la cual contiene el registro de las líneas aurorales [OIII] λ 4363, [NII] λ 5755 y [SIII] λ 6312 para las 1950 fuentes registradas. Asimismo, se incluye el *ID* que se brindó a cada fuente en este trabajo, así como la *Referencia* de donde esta se obtuvo.

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1	Annibali et al. (2015)	0.052 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-2	Annibali et al. (2015)	0.063 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-3	Annibali et al. (2015)	0.044 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-4	Annibali et al. (2015)	0.05 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-5	Annibali et al. (2015)	0.062 ± 0.006	0 ± 0	0.019 ± 0.001
RHII-6	Annibali et al. (2015)	0.065 ± 0.004	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-7	Annibali et al. (2015)	0.052 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-8	Annibali et al. (2015)	0.048 ± 0.002	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-9	Annibali et al. (2015)	0.053 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-10	Annibali et al. (2015)	0.071 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-11	Annibali et al. (2017)	0.021 ± 0.001	0 ± 0	0.0112 ± 0.0003
RHII-12	Annibali et al. (2017)	0.018 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-13	Annibali et al. (2017)	0.014 ± 0.001	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-14	Annibali et al. (2017)	0.016 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.002
RHII-15	Annibali et al. (2017)	0.019 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-16	Annibali et al. (2017)	0.024 ± 0.003	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-17	Annibali et al. (2017)	0.1 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0
RHII-18	Annibali et al. (2017)	0.2 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-19	Annibali et al. (2017)	0.2 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-20	Annibali et al. (2017)	0.2 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-21	Annibali et al. (2017)	0.2 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-22	Annibali et al. (2019)	0.058 ± 0.002	0 ± 0	0.0067 ± 0.0005
RHII-23	Annibali et al. (2019)	0.035 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-24	Annibali et al. (2019)	0.017 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-25	Berg et al. (2012)	0.09 ± 0.01	0 ± 0	0.03 ± 0.01
RHII-26	Berg et al. (2012)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-27	Berg et al. (2012)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-28	Berg et al. (2012)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-29	Berg et al. (2012)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.019 ± 0.005
RHII-30	Berg et al. (2012)	0.051 ± 0.005	0 ± 0	0.02 ± 0.002
RHII-31	Berg et al. (2012)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.015 ± 0.003
RHII-32	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0.022 ± 0.003
RHII-33	Berg et al. (2012)	0.012 ± 0.002	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-34	Berg et al. (2012)	0.016 ± 0.004	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-35	Berg et al. (2012)	0.033 ± 0.005	0 ± 0	0.013 ± 0.006
RHII-36	Berg et al. (2012)	0.046 ± 0.004	0 ± 0	0.013 ± 0.004
RHII-37	Berg et al. (2012)	0.021 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-38	Berg et al. (2012)	0.034 ± 0.008	0 ± 0	0.011 ± 0.005
RHII-39	Berg et al. (2012)	0.036 ± 0.005	0 ± 0	0.017 ± 0.005
RHII-40	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-41	Berg et al. (2012)	0.051 ± 0.008	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-42	Berg et al. (2012)	0.028 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-43	Berg et al. (2012)	0.083 ± 0.002	0 ± 0	0.02 ± 0.001
RHII-44	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-45	Berg et al. (2012)	0.07 ± 0.004	0 ± 0	0.021 ± 0.004
RHII-46	Berg et al. (2012)	0.07 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-47	Berg et al. (2012)	0.04 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-48	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0
RHII-49	Berg et al. (2012)	0.09 ± 0.02	0 ± 0	0.02 ± 0.02
RHII-50	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-51	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0.018 ± 0.002
RHII-52	Berg et al. (2012)	0.031 ± 0.006	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-53	Berg et al. (2012)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-54	Berg et al. (2012)	0.068 ± 0.002	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-55	Berg et al. (2012)	0.014 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-56	Berg et al. (2012)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-57	Berg et al. (2012)	0.062 ± 0.003	0 ± 0	0.012 ± 0.003
RHII-58	Berg et al. (2012)	0.08 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-59	Berg et al. (2012)	0.018 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.004
RHII-60	Berg et al. (2012)	0.018 ± 0.003	0 ± 0	0.012 ± 0.002
RHII-61	Berg et al. (2012)	0.019 ± 0.001	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-62	Berg et al. (2012)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0.01 ± 0.02
RHII-63	Berg et al. (2012)	0.05 ± 0.05	0 ± 0	0 ± 0
RHII-64	Berg et al. (2012)	0.09 ± 0.01	0 ± 0	0.03 ± 0.01
RHII-65	Berg et al. (2012)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.01

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-66	Berg et al. (2012)	0.03 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-67	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-68	Berg et al. (2012)	0.055 ± 0.003	0 ± 0	0.021 ± 0.001
RHII-69	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0.018 ± 0.003
RHII-70	Berg et al. (2012)	0.019 ± 0.003	0 ± 0	0.018 ± 0.002
RHII-71	Berg et al. (2012)	0.06 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.01
RHII-72	Berg et al. (2012)	0.02 ± 0.01	0 ± 0	0.01 ± 0.01
RHII-73	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.0067 ± 0.0005	0.0035 ± 0.0004
RHII-74	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.0077 ± 0.0005	0.003 ± 0.001
RHII-75	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.007 ± 0.001	0.006 ± 0.001
RHII-76	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.0048 ± 0.0016	0.001 ± 0.001
RHII-77	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.005 ± 0.001	0.008 ± 0.001
RHII-78	Berg et al. (2013)	0.015 ± 0.003	0.004 ± 0.001	0.009 ± 0.001
RHII-79	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.005 ± 0.001	0.009 ± 0.001
RHII-80	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.007 ± 0.001	0 ± 0
RHII-81	Berg et al. (2013)	0.0074 ± 0.0008	0.0053 ± 0.0003	0.009 ± 0.0003
RHII-82	Berg et al. (2013)	0.01 ± 0.001	0.0055 ± 0.0004	0.0115 ± 0.0004
RHII-83	Berg et al. (2013)	0.031 ± 0.002	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-84	Berg et al. (2013)	0.035 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-85	Berg et al. (2013)	0.029 ± 0.008	0 ± 0	0.016 ± 0.004
RHII-86	Berg et al. (2013)	0.036 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.005
RHII-87	Berg et al. (2013)	0.0055 ± 0.0012	0.0052 ± 0.0006	0.008 ± 0.001
RHII-88	Berg et al. (2013)	0 ± 0	0.0037 ± 0.0009	0.006 ± 0.0009
RHII-89	Berg et al. (2013)	0.007 ± 0.002	0.0035 ± 0.0004	0.006 ± 0.0004
RHII-90	Berg et al. (2013)	0.0077 ± 0.0005	0.0042 ± 0.0005	0.0116 ± 0.0004
RHII-91	Berg et al. (2013)	0.034 ± 0.001	0.0024 ± 0.0003	0.015 ± 0.001
RHII-92	Berg et al. (2013)	0.019 ± 0.002	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-93	Berg et al. (2013)	0.038 ± 0.001	0.0022 ± 0.0007	0.013 ± 0.001
RHII-94	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0.004 ± 0.001	0.003 ± 0.001
RHII-95	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.001
RHII-96	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0 ± 0	0.004 ± 0.001
RHII-97	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0.006 ± 0.001	0.004 ± 0.001
RHII-98	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0.005 ± 0.001	0 ± 0
RHII-99	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0.008 ± 0.001	0.007 ± 0.001
RHII-100	Berg et al. (2015)	0 ± 0	0 ± 0	0.003 ± 0.001
RHII-101	Berg et al. (2016)	0.116 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-102	Berg et al. (2016)	0.146 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-103	Berg et al. (2016)	0.103 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-104	Berg et al. (2016)	0.105 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-105	Berg et al. (2016)	0.116 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-106	Berg et al. (2016)	0.111 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-107	Berg et al. (2016)	0.129 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-108	Berg et al. (2016)	0.064 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-109	Berg et al. (2016)	0.131 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-110	Berg et al. (2016)	0.136 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-111	Berg et al. (2016)	0.112 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-112	Berg et al. (2016)	0.139 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-113	Berg et al. (2016)	0.035 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-114	Berg et al. (2016)	0.173 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-115	Berg et al. (2016)	0.22 ± 0.025	0 ± 0	0 ± 0
RHII-116	Berg et al. (2016)	0.062 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-117	Berg et al. (2016)	0.044 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-118	Berg et al. (2016)	0.008 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-119	Berg et al. (2016)	0.115 ± 0.003	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-120	Berg et al. (2016)	0.105 ± 0.003	0 ± 0	0.009 ± 0.001
RHII-121	Berg et al. (2020)	0.01 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-122	Berg et al. (2020)	0.006 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-123	Berg et al. (2020)	0.003 ± 0.003	0.001 ± 0.002	0.002 ± 0.002
RHII-124	Berg et al. (2020)	0.003 ± 0.002	0.004 ± 0.001	0.004 ± 0.003
RHII-125	Berg et al. (2020)	0.007 ± 0.004	0.006 ± 0.002	0 ± 0
RHII-126	Berg et al. (2020)	0.003 ± 0.002	0.003 ± 0.001	0.006 ± 0.002
RHII-127	Berg et al. (2020)	0.003 ± 0.002	0.004 ± 0.002	0.004 ± 0.001
RHII-128	Berg et al. (2020)	0.004 ± 0.003	0.006 ± 0.001	0.005 ± 0.003
RHII-129	Berg et al. (2020)	0.005 ± 0.003	0 ± 0	0.02 ± 0.008
RHII-130	Berg et al. (2020)	0.009 ± 0.003	0.002 ± 0.004	0.003 ± 0.003
RHII-131	Berg et al. (2020)	0.002 ± 0.002	0.007 ± 0.002	0.005 ± 0.001
RHII-132	Berg et al. (2020)	0.001 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.005 ± 0.001
RHII-133	Berg et al. (2020)	0.001 ± 0.001	0.006 ± 0.004	0.001 ± 0.003
RHII-134	Berg et al. (2020)	0.001 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0 ± 0
RHII-135	Berg et al. (2020)	0.004 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.001 ± 0.003
RHII-136	Berg et al. (2020)	0.002 ± 0.001	0.004 ± 0.001	0.004 ± 0.001
RHII-137	Berg et al. (2020)	0.002 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001
RHII-138	Berg et al. (2020)	0.002 ± 0.011	0.002 ± 0.007	0.006 ± 0.006
RHII-139	Berg et al. (2020)	0.013 ± 0.003	0.003 ± 0.009	0.002 ± 0.006
RHII-140	Berg et al. (2020)	0.003 ± 0.001	0.003 ± 0.003	0.006 ± 0.001
RHII-141	Berg et al. (2020)	0.005 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-142	Berg et al. (2020)	0.004 ± 0.002	0.007 ± 0.003	0.006 ± 0.002
RHII-143	Berg et al. (2020)	0.002 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.004 ± 0.004
RHII-144	Berg et al. (2020)	0.004 ± 0.002	0.003 ± 0.003	0.004 ± 0.001
RHII-145	Berg et al. (2020)	0.002 ± 0.002	0.009 ± 0.001	0.004 ± 0.008
RHII-146	Berg et al. (2020)	0.008 ± 0.001	0.005 ± 0.005	0.007 ± 0.004
RHII-147	Berg et al. (2020)	0.005 ± 0.007	0.001 ± 0.004	0.007 ± 0.003
RHII-148	Berg et al. (2020)	0.008 ± 0.006	0.003 ± 0.01	0.007 ± 0.003
RHII-149	Berg et al. (2020)	0.003 ± 0.001	0.003 ± 0.005	0.01 ± 0.004
RHII-150	Berg et al. (2020)	0.005 ± 0.005	0.006 ± 0.001	0.01 ± 0.002
RHII-151	Berg et al. (2020)	0.004 ± 0.001	0.004 ± 0.009	0.01 ± 0.001
RHII-152	Berg et al. (2020)	0.009 ± 0.006	0.006 ± 0.003	0.012 ± 0.007

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-153	Berg et al. (2020)	0.008 ± 0.002	0.003 ± 0.009	0.015 ± 0.008
RHII-154	Berg et al. (2020)	0.005 ± 0.002	0.007 ± 0.004	0.006 ± 0.004
RHII-155	Berg et al. (2020)	0.014 ± 0.001	0.005 ± 0.003	0.015 ± 0.003
RHII-156	Berg et al. (2020)	0 ± 0	0.002 ± 0.001	0.002 ± 0.001
RHII-157	Berg et al. (2020)	0 ± 0	0.004 ± 0.008	0 ± 0
RHII-158	Berg et al. (2020)	0 ± 0	0.008 ± 0.007	0.011 ± 0.005
RHII-159	Berg et al. (2020)	0 ± 0	0.007 ± 0.003	0.003 ± 0.002
RHII-160	Berg et al. (2020)	0 ± 0	0.006 ± 0.005	0 ± 0
RHII-161	Berg et al. (2020)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0.002 ± 0.001
RHII-162	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.005 ± 0.0004	0.003 ± 0.0003
RHII-163	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0054 ± 0.0007	0.0031 ± 0.0006
RHII-164	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0065 ± 0.0007	0.0044 ± 0.0006
RHII-165	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0043 ± 0.0004	0.0031 ± 0.0003
RHII-166	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0068 ± 0.0009	0.0031 ± 0.0007
RHII-167	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0048 ± 0.0008	0.0062 ± 0.0009
RHII-168	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0079 ± 0.0007	0 ± 0
RHII-169	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0028 ± 0.0004	0.0016 ± 0.0003
RHII-170	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0092 ± 0.0015	0 ± 0
RHII-171	Bresolin et al. (2004)	0 ± 0	0.0015 ± 0.0002	0 ± 0
RHII-172	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0 ± 0	0.0147 ± 0.0019
RHII-173	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0054 ± 0.0015	0.0066 ± 0.0011
RHII-174	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0066 ± 0.0026	0 ± 0
RHII-175	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0039 ± 0.0016	0.0036 ± 0.0015
RHII-176	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0084 ± 0.0012	0.008 ± 0.0012
RHII-177	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0045 ± 0.0018	0.0032 ± 0.0011
RHII-178	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0066 ± 0.0015	0.0063 ± 0.0013
RHII-179	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0 ± 0	0.0038 ± 0.0016
RHII-180	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0092 ± 0.0011	0.01 ± 0.0012
RHII-181	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0 ± 0	0.0078 ± 0.0028
RHII-182	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0 ± 0	0.0096 ± 0.0018
RHII-183	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0046 ± 0.0016	0.0054 ± 0.0011
RHII-184	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0058 ± 0.001	0.0096 ± 0.0012
RHII-185	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0064 ± 0.0016	0.0061 ± 0.0013
RHII-186	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0 ± 0	0.0028 ± 0.0009
RHII-187	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0074 ± 0.0017	0.0072 ± 0.0013
RHII-188	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0094 ± 0.0014	0 ± 0
RHII-189	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0081 ± 0.0033	0.005 ± 0.0017
RHII-190	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.004 ± 0.0005	0.0023 ± 0.0005
RHII-191	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.0042 ± 0.0017	0 ± 0
RHII-192	Bresolin et al. (2005)	0 ± 0	0.006 ± 0.0011	0.0035 ± 0.001
RHII-193	Bresolin (2007)	0 ± 0	0.0024 ± 0.0006	0.0027 ± 0.0007
RHII-194	Bresolin (2007)	0 ± 0	0.0051 ± 0.0012	0 ± 0
RHII-195	Bresolin (2007)	0.0024 ± 0.0003	0.0059 ± 0.0003	0.0077 ± 0.0005
RHII-196	Bresolin et al. (2007)	0.151 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-197	Bresolin et al. (2007)	0.039 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-198	Bresolin et al. (2009b)	0.028 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-199	Bresolin et al. (2009b)	0.007 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-200	Bresolin et al. (2009b)	0.027 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-201	Bresolin et al. (2009b)	0.029 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-202	Bresolin et al. (2009a)	0.0338 ± 0.0024	0 ± 0	0 ± 0
RHII-203	Bresolin et al. (2009a)	0.0559 ± 0.0035	0.0018 ± 0.0003	0.0185 ± 0.0013
RHII-204	Bresolin et al. (2009a)	0.0116 ± 0.0019	0 ± 0.0015	0 ± 0.0011
RHII-205	Bresolin et al. (2009a)	0.0214 ± 0.0017	0 ± 0.0012	0.0173 ± 0.0016
RHII-206	Bresolin et al. (2009a)	0.011 ± 0.0015	0 ± 0.0008	0.0134 ± 0.0016
RHII-207	Bresolin et al. (2009a)	0.0116 ± 0.0014	0 ± 0.0012	0.0138 ± 0.0016
RHII-208	Bresolin et al. (2009a)	0.0907 ± 0.0059	0 ± 0.0008	0 ± 0
RHII-209	Bresolin et al. (2009a)	0.0077 ± 0.001	0.005 ± 0.0008	0.0132 ± 0.0012
RHII-210	Bresolin et al. (2009a)	0.0089 ± 0.0008	0 ± 0.0004	0.0109 ± 0.0008
RHII-211	Bresolin et al. (2009a)	0.0091 ± 0.0007	0.0023 ± 0.0002	0.0111 ± 0.0008
RHII-212	Bresolin et al. (2009a)	0.0111 ± 0.0018	0 ± 0.0007	0.0134 ± 0.0012
RHII-213	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0011	0.0037 ± 0.0009	0.0073 ± 0.0007
RHII-214	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0021	0.0063 ± 0.0008	0.0104 ± 0.0009
RHII-215	Bresolin et al. (2009a)	0.0075 ± 0.0006	0.004 ± 0.0003	0.014 ± 0.001
RHII-216	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0011	0.0057 ± 0.0011	0.011 ± 0.001
RHII-217	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0034	0.0069 ± 0.0014	0.0099 ± 0.0012
RHII-218	Bresolin et al. (2009a)	0.0059 ± 0.0005	0.0034 ± 0.0004	0.0132 ± 0.0011
RHII-219	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.001	0.0041 ± 0.0006	0.0126 ± 0.001
RHII-220	Bresolin et al. (2009a)	0.0061 ± 0.0005	0.0025 ± 0.0003	0.0095 ± 0.0007
RHII-221	Bresolin et al. (2009a)	0.0071 ± 0.0006	0.0028 ± 0.0003	0.0115 ± 0.0008
RHII-222	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0009	0.0063 ± 0.0008	0.0109 ± 0.0012
RHII-223	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0016	0.0047 ± 0.0006	0.0082 ± 0.0008
RHII-224	Bresolin et al. (2009a)	0.0057 ± 0.0007	0.0028 ± 0.0002	0.0099 ± 0.0009
RHII-225	Bresolin et al. (2009a)	0.0062 ± 0.0005	0.0037 ± 0.0003	0 ± 0
RHII-226	Bresolin et al. (2009a)	0 ± 0.0026	0.006 ± 0.0012	0.0107 ± 0.0013
RHII-227	Bresolin et al. (2009a)	0.0119 ± 0.001	0.0027 ± 0.0003	0.0143 ± 0.001
RHII-228	Bresolin et al. (2009a)	0.0159 ± 0.0011	0.0054 ± 0.0007	0.015 ± 0.0011
RHII-229	Bresolin et al. (2009a)	0.0189 ± 0.0013	0.0043 ± 0.001	0.0151 ± 0.0019
RHII-230	Bresolin (2011)	0.0042 ± 0.0004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-231	Bresolin (2011)	0.0042 ± 0.0007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-232	Bresolin (2011)	0.0059 ± 0.0008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-233	Bresolin (2011)	0.0018 ± 0.0004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-234	Bresolin (2011)	0.0048 ± 0.0012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-235	Bresolin (2011)	0.003 ± 0.0008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-236	Bresolin (2011)	0.0278 ± 0.0032	0 ± 0	0 ± 0
RHII-237	Bresolin (2011)	0.0331 ± 0.0041	0 ± 0	0 ± 0
RHII-238	Bresolin et al. (2012)	0.059 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-239	Bresolin et al. (2012)	0.058 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-240	Bresolin et al. (2012)	0.034 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-241	Bresolin et al. (2012)	0.023 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-242	Bresolin et al. (2012)	0.024 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-243	Bresolin et al. (2012)	0.069 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-244	Bresolin et al. (2012)	0.152 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-245	Bresolin et al. (2012)	0.017 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-246	Bresolin et al. (2012)	0.017 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-247	Bresolin et al. (2012)	0.02 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-248	Bresolin et al. (2012)	0.033 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-249	Bresolin et al. (2012)	0.025 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-250	Bresolin et al. (2012)	0.018 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-251	Bresolin et al. (2012)	0.028 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-252	Bresolin et al. (2012)	0.031 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-253	Bresolin et al. (2012)	0.021 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-254	Bresolin et al. (2012)	0.035 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-255	Bresolin et al. (2012)	0.035 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-256	Brown et al. (2014)	0.076 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-257	Brown et al. (2014)	0.073 ± 0.017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-258	Brown et al. (2014)	0.025 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-259	Brown et al. (2014)	0.022 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-260	Buckalew et al. (2005)	0.0528 ± 0.0046	0 ± 0	0 ± 0
RHII-261	Buckalew et al. (2005)	0.1038 ± 0.0421	0 ± 0	0.0198 ± 0.0007
RHII-262	Buckalew et al. (2005)	0.212 ± 0.085	0 ± 0	0 ± 0
RHII-263	Buckalew et al. (2005)	0.1129 ± 0.0186	0 ± 0	0 ± 0
RHII-264	Buckalew et al. (2005)	0.0842 ± 0.0071	0 ± 0	0.0234 ± 0.0096
RHII-265	Buckalew et al. (2005)	0.0279 ± 0.0027	0 ± 0	0 ± 0
RHII-266	Buckalew et al. (2005)	0.0547 ± 0.008	0 ± 0	0.0271 ± 0.0066
RHII-267	Buckalew et al. (2005)	0.0274 ± 0.0038	0 ± 0	0.01475 ± 0.00202
RHII-268	Buckalew et al. (2005)	0.0552 ± 0.0093	0 ± 0	0.01277 ± 0.00745
RHII-269	Buckalew et al. (2005)	0.0643 ± 0.0141	0 ± 0	0 ± 0
RHII-270	Buckalew et al. (2005)	0.0606 ± 0.006	0 ± 0	0.01403 ± 0.0012
RHII-271	Buckalew et al. (2005)	0.0791 ± 0.0171	0 ± 0	0.0223 ± 0.0027
RHII-272	Buckalew et al. (2005)	0.0399 ± 0.0084	0 ± 0	0.01784 ± 0.00205
RHII-273	Buckalew et al. (2005)	0.0757 ± 0.009	0 ± 0	0.00594 ± 0.0018
RHII-274	Buckalew et al. (2005)	0.1233 ± 0.0013	0 ± 0	0.01363 ± 0.00026
RHII-275	Buckalew et al. (2005)	0.0981 ± 0.0021	0 ± 0	0.0156 ± 0.0006
RHII-276	Buckalew et al. (2005)	0.0417 ± 0.0018	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-277	Buckalew et al. (2005)	0.0218 ± 0.0015	0 ± 0	0.01165 ± 0.00085
RHII-278	Buckalew et al. (2005)	0.02 ± 0.003	0 ± 0	0.00984 ± 0.0021
RHII-279	Buckalew et al. (2005)	0.369 ± 0.012	0 ± 0	0.0181 ± 0.0017
RHII-280	Buckalew et al. (2005)	0.0345 ± 0.0022	0 ± 0	0.01606 ± 0.00079
RHII-281	Buckalew et al. (2005)	0.0352 ± 0.0078	0 ± 0	0 ± 0
RHII-282	Campbell et al. (1986)	0.045 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-283	Campbell et al. (1986)	0.04 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-284	Campbell et al. (1986)	0.041 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-285	Campbell et al. (1986)	0.12 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-286	Campbell et al. (1986)	0.096 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-287	Campbell et al. (1986)	0.077 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-288	Campbell et al. (1986)	0.058 ± 0.018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-289	Campbell et al. (1986)	0.101 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-290	Campbell et al. (1986)	0.195 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-291	Campbell et al. (1986)	0.061 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-292	Campbell et al. (1986)	0.102 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-293	Campbell et al. (1986)	0.16 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-294	Campbell et al. (1986)	0.105 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-295	Campbell et al. (1986)	0.08 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-296	Campbell et al. (1986)	0.129 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-297	Campbell et al. (1986)	0.154 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-298	Campbell et al. (1986)	0.131 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-299	Campbell et al. (1986)	0.114 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-300	Campbell et al. (1986)	0.07 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-301	Campbell et al. (1986)	0.03 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-302	Campbell et al. (1986)	0.033 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-303	Campbell et al. (1986)	0.109 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-304	Campbell et al. (1986)	0.086 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-305	Campbell et al. (1986)	0.052 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-306	Campbell et al. (1986)	0.054 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-307	Campbell et al. (1986)	0.052 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-308	Campbell et al. (1986)	0.078 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-309	Campbell et al. (1986)	0.097 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-310	Campbell et al. (1986)	0.054 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-311	Campbell et al. (1986)	0.111 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-312	Campbell et al. (1986)	0.115 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-313	Castellanos et al. (2002)	0.01 ± 0.002	0.005 ± 0.001	0.012 ± 0.001
RHII-314	Castellanos et al. (2002)	0.016 ± 0.002	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-315	Castellanos et al. (2002)	0 ± 0	0 ± 0	0.005 ± 0.001
RHII-316	Castellanos et al. (2002)	0 ± 0	0 ± 0	0.007 ± 0.002
RHII-317	Castellanos et al. (2002)	0 ± 0	0.004 ± 0.001	0.002 ± 0.001
RHII-318	Castellanos et al. (2002)	0 ± 0	0 ± 0	0.018 ± 0.005
RHII-319	Castellanos et al. (2002)	0 ± 0	0.008 ± 0.002	0.008 ± 0.002
RHII-320	Castellanos et al. (2002)	0 ± 0	0.008 ± 0.001	0.013 ± 0.002
RHII-321	Crowther & Bibby (2009)	0.079 ± 0.01975	0 ± 0	0 ± 0
RHII-322	Crowther & Bibby (2009)	0.074 ± 0.0185	0 ± 0	0 ± 0
RHII-323	Crowther & Bibby (2009)	0.07 ± 0.0175	0 ± 0	0 ± 0
RHII-324	Crowther & Bibby (2009)	0.074 ± 0.0185	0 ± 0	0 ± 0
RHII-325	Croxall et al. (2009)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.017 ± 0.004
RHII-326	Croxall et al. (2009)	0.07 ± 0.004	0 ± 0	0.018 ± 0.002
RHII-327	Croxall et al. (2009)	0.041 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-328	Croxall et al. (2009)	0.051 ± 0.007	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-329	Croxall et al. (2009)	0.053 ± 0.005	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-330	Croxall et al. (2009)	0 ± 0	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-331	Croxall et al. (2009)	0.06 ± 0.011	0 ± 0	0.017 ± 0.004
RHII-332	Croxall et al. (2009)	0.066 ± 0.009	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-333	Croxall et al. (2009)	0.05 ± 0.004	0 ± 0	0.01 ± 0.002
RHII-334	Croxall et al. (2009)	0.051 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-335	Croxall et al. (2009)	0.019 ± 0.003	0 ± 0	0.012 ± 0.003
RHII-336	Croxall et al. (2009)	0.084 ± 0.007	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-337	Croxall et al. (2009)	0.03 ± 0.005	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-338	Croxall et al. (2009)	0.036 ± 0.006	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-339	Croxall et al. (2009)	0.057 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-340	Croxall et al. (2009)	0.032 ± 0.005	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-341	Croxall et al. (2009)	0.065 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-342	Croxall et al. (2009)	0.069 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII]λ4363	[NII]λ5755	[SIII]λ6312
RHII-343	Croxall et al. (2009)	0.072 ± 0.006	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-344	Croxall et al. (2009)	0.032 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-345	Croxall et al. (2009)	0.08 ± 0.007	0 ± 0	0.02 ± 0.002
RHII-346	Croxall et al. (2009)	0.066 ± 0.006	0 ± 0	0.024 ± 0.002
RHII-347	Croxall et al. (2009)	0.053 ± 0.005	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-348	Croxall et al. (2009)	0.056 ± 0.006	0 ± 0	0.019 ± 0.002
RHII-349	Croxall et al. (2009)	0.08 ± 0.012	0 ± 0	0.024 ± 0.003
RHII-350	Croxall et al. (2009)	0.052 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-351	Croxall et al. (2009)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.003
RHII-352	Croxall et al. (2009)	0.063 ± 0.007	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-353	Croxall et al. (2009)	0.041 ± 0.004	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-354	Croxall et al. (2015)	0.0489 ± 0.0053	0.0654 ± 0.0029	0 ± 0
RHII-355	Croxall et al. (2016)	0 ± 0	0.00322 ± 0.00084	0.00218 ± 0.00067
RHII-356	Croxall et al. (2016)	0 ± 0	0.0043 ± 0.001	0 ± 0
RHII-357	de Blok & van der Hulst (1998)	0.051 ± 0.0204	0 ± 0	0 ± 0
RHII-358	de Blok & van der Hulst (1998)	0.033 ± 0.0132	0 ± 0	0 ± 0
RHII-359	Esteban et al. (2009)	0.0019 ± 0.0004	0.0039 ± 0.0002	0 ± 0
RHII-360	Esteban et al. (2009)	0.0063 ± 0.0005	0.0027 ± 0.0002	0 ± 0
RHII-361	Esteban et al. (2009)	0.0019 ± 0.0007	0.0043 ± 0.0005	0.0072 ± 0.0006
RHII-362	Esteban et al. (2009)	0.011 ± 0.001	0.0034 ± 0.0003	0.0116 ± 0.0008
RHII-363	Esteban et al. (2009)	0.02 ± 0.001	0.0029 ± 0.0003	0.012 ± 0.001
RHII-364	Esteban et al. (2009)	0.0043 ± 0.0008	0.0035 ± 0.0004	0.0086 ± 0.0005
RHII-365	Esteban et al. (2009)	0.006 ± 0.0008	0.0023 ± 0.0004	0.0055 ± 0.0004
RHII-366	Esteban et al. (2009)	0.0062 ± 0.0006	0.0033 ± 0.0003	0.0096 ± 0.0005
RHII-367	Esteban et al. (2009)	0.137 ± 0.005	0.00047 ± 0.00008	0.0124 ± 0.0006
RHII-368	Esteban et al. (2009)	0.0095 ± 0.0007	0.0039 ± 0.0002	0.0111 ± 0.0004
RHII-369	Esteban et al. (2009)	0.011 ± 0.003	0.0034 ± 0.0009	0.0109 ± 0.0009
RHII-370	Esteban et al. (2009)	0.025 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-371	Esteban et al. (2009)	0.082 ± 0.003	0.001 ± 0.0003	0.0204 ± 0.0009
RHII-372	Esteban et al. (2009)	0 ± 0	0.0019 ± 0.0007	0 ± 0
RHII-373	Esteban et al. (2013)	0.01877 ± 0.0009385	0 ± 0	0.01615 ± 0.000646
RHII-374	Esteban et al. (2014)	0.055 ± 0.002	0.0011 ± 0.0003	0.021 ± 0.001
RHII-375	Esteban et al. (2014)	0.12 ± 0.005	0.0007 ± 0.0001	0.0172 ± 0.0009
RHII-376	Esteban et al. (2014)	0.094 ± 0.004	0 ± 0	0.0144 ± 0.0009
RHII-377	Esteban et al. (2014)	0.037 ± 0.002	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-378	Esteban et al. (2014)	0.093 ± 0.004	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-379	Esteban et al. (2014)	0.099 ± 0.004	0 ± 0	0.021 ± 0.001
RHII-380	Esteban et al. (2014)	0.097 ± 0.005	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-381	Esteban et al. (2014)	0.052 ± 0.002	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-382	Esteban et al. (2014)	0.004 ± 0.0006	0 ± 0	0.0094 ± 0.0007
RHII-383	Esteban et al. (2017)	0.01145 ± 0.00065	0.00188 ± 0.00013	0.0144 ± 0.0011
RHII-384	Esteban et al. (2017)	0.0176 ± 0.0018	0.00616 ± 0.00028	0.01456 ± 0.0006
RHII-385	Esteban et al. (2017)	0.0058 ± 0.0011	0.00864 ± 0.00047	0.0129 ± 0.0011
RHII-386	Esteban et al. (2017)	0 ± 0	0.0129 ± 0.00043	0.0183 ± 0.0013
RHII-387	Esteban et al. (2017)	0.0248 ± 0.0061	0.00103 ± 0.00026	0.00605 ± 0.00063
RHII-388	Esteban et al. (2017)	0.0416 ± 0.005	0.00353 ± 0.00034	0.01566 ± 0.00085
RHII-389	Esteban et al. (2017)	0.177 ± 0.03	0.0053 ± 0.00091	0.0111 ± 0.0015
RHII-390	Esteban et al. (2017)	0.0636 ± 0.0028	0.0316 ± 0.0026	0.0361 ± 0.0021
RHII-391	French (1980)	0.104 ± 0.0104	0 ± 0	0.014 ± 0.0014
RHII-392	French (1980)	0.054 ± 0.0054	0 ± 0	0 ± 0
RHII-393	French (1980)	0.109 ± 0.0109	0 ± 0	0 ± 0
RHII-394	French (1980)	0.064 ± 0.0064	0 ± 0	0 ± 0
RHII-395	French (1980)	0.07 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-396	French (1980)	0.053 ± 0.0053	0 ± 0	0 ± 0
RHII-397	French (1980)	0.125 ± 0.0125	0 ± 0	0 ± 0
RHII-398	French (1980)	0.153 ± 0.0153	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-399	French (1980)	0 ± 0	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-400	French (1980)	0 ± 0	0 ± 0	0.03 ± 0.003
RHII-401	Fricke et al. (2001)	0.1731 ± 0.0021	0 ± 0	0.0059 ± 0.001
RHII-402	García-Benito et al. (2010)	0.002 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-403	García-Benito et al. (2010)	0.003 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-404	García-Benito et al. (2010)	0.006 ± 0.004	0 ± 0	0.006 ± 0.001
RHII-405	García-Benito et al. (2010)	0.003 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-406	García-Benito et al. (2010)	0.002 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-407	Garnett et al. (1997)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.003
RHII-408	Garnett et al. (1997)	0 ± 0	0 ± 0	0.004 ± 0.001
RHII-409	Garnett et al. (1997)	0 ± 0	0 ± 0	0.007 ± 0.001
RHII-410	Garnett et al. (1997)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-411	Garnett et al. (1997)	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.002
RHII-412	Garnett et al. (1997)	0.01 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-413	Garnett et al. (1997)	0.029 ± 0.004	0 ± 0	0.012 ± 0.002
RHII-414	Garnett et al. (1997)	0.038 ± 0.006	0 ± 0	0.016 ± 0.003
RHII-415	Garnett et al. (2004)	0 ± 0	0.002 ± 0.001	0.002 ± 0.001
RHII-416	Garnett et al. (2004)	0 ± 0	0.0027 ± 0.004	0.0014 ± 0.0007
RHII-417	Garnett et al. (2004)	0 ± 0	0.006 ± 0.002	0.004 ± 0.003
RHII-418	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.09 ± 0.04	0 ± 0	0.01 ± 0.03
RHII-419	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.165 ± 0.004	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-420	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.13 ± 0.07	0 ± 0	0 ± 0
RHII-421	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.148 ± 0.008	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-422	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.126 ± 0.007	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-423	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.123 ± 0.006	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-424	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.11 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-425	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.11 ± 0.02	0 ± 0	0.017 ± 0.006
RHII-426	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.125 ± 0.002	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-427	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.13 ± 0.005	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-428	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.14 ± 0.02	0 ± 0	0.016 ± 0.003
RHII-429	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.13 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-430	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.133 ± 0.004	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-431	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.09 ± 0.07	0 ± 0	0 ± 0
RHII-432	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.119 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-433	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.136 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-434	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.11 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-435	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.11 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-436	Guseva et al. (2000)	0.109 ± 0.004	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-437	Guseva et al. (2000)	0.043 ± 0.004	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-438	Guseva et al. (2000)	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-439	Guseva et al. (2000)	0.119 ± 0.016	0 ± 0	0 ± 0
RHII-440	Guseva et al. (2000)	0.046 ± 0.002	0 ± 0	0.018 ± 0.001
RHII-441	Guseva et al. (2001)	0.128 ± 0.002	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-442	Guseva et al. (2001)	0.142 ± 0.004	0 ± 0	0.01 ± 0.002
RHII-443	Guseva et al. (2003a)	0.084 ± 0.001	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-444	Guseva et al. (2003a)	0.07 ± 0.005	0 ± 0	0.011 ± 0.002
RHII-445	Guseva et al. (2003b)	0.138 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-446	Guseva et al. (2003b)	0.055 ± 0.028	0 ± 0	0 ± 0
RHII-447	Guseva et al. (2004)	0.143 ± 0.004	0 ± 0	0.015 ± 0.002

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-448	Guseva et al. (2004)	0.154 ± 0.001	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-449	Guseva et al. (2009)	0.051 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-450	Guseva et al. (2009)	0.037 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-451	Guseva et al. (2009)	0.069 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-452	Guseva et al. (2009)	0.082 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-453	Guseva et al. (2009)	0.087 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-454	Guseva et al. (2009)	0.041 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-455	Guseva et al. (2009)	0.067 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-456	Guseva et al. (2009)	0.053 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-457	Guseva et al. (2009)	0.055 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-458	Guseva et al. (2009)	0.078 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-459	Guseva et al. (2009)	0.073 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-460	Guseva et al. (2009)	0.123 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-461	Guseva et al. (2009)	0.087 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-462	Guseva et al. (2009)	0.0887 ± 0.0018	0 ± 0	0.0173 ± 0.0006
RHII-463	Guseva et al. (2009)	0.0897 ± 0.0037	0 ± 0	0.0174 ± 0.0011
RHII-464	Guseva et al. (2009)	0.0346 ± 0.0042	0 ± 0	0.0097 ± 0.0002
RHII-465	Guseva et al. (2009)	0.0443 ± 0.0092	0 ± 0	0 ± 0
RHII-466	Guseva et al. (2009)	0.0204 ± 0.0074	0 ± 0	0 ± 0
RHII-467	Guseva et al. (2009)	0.1466 ± 0.0027	0 ± 0	0.0101 ± 0.0007
RHII-468	Guseva et al. (2009)	0.0402 ± 0.0076	0 ± 0	0 ± 0
RHII-469	Guseva et al. (2009)	0.0403 ± 0.0036	0 ± 0	0 ± 0
RHII-470	Guseva et al. (2009)	0.0512 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-471	Guseva et al. (2009)	0.1504 ± 0.0024	0.0015 ± 0.0002	0.0078 ± 0.0002
RHII-472	Guseva et al. (2009)	0.0987 ± 0.002	0 ± 0	0.0066 ± 0.0006
RHII-473	Guseva et al. (2009)	0.0359 ± 0.0065	0 ± 0	0 ± 0
RHII-474	Guseva et al. (2009)	0.0161 ± 0.0069	0 ± 0	0 ± 0
RHII-475	Guseva et al. (2009)	0.149 ± 0.0024	0 ± 0	0.0121 ± 0.0006
RHII-476	Guseva et al. (2009)	0.0628 ± 0.0054	0 ± 0	0 ± 0
RHII-477	Guseva et al. (2009)	0.0947 ± 0.0016	0 ± 0	0.0166 ± 0.0004
RHII-478	Guseva et al. (2009)	0.0481 ± 0.0157	0 ± 0	0 ± 0
RHII-479	Guseva et al. (2011)	0.018 ± 0.0013	0 ± 0	0.0101 ± 0.0008
RHII-480	Guseva et al. (2011)	0.041 ± 0.0029	0 ± 0	0.0181 ± 0.0011
RHII-481	Guseva et al. (2011)	0.0339 ± 0.0023	0 ± 0	0.0161 ± 0.0007
RHII-482	Guseva et al. (2011)	0.0772 ± 0.0024	0 ± 0	0.0154 ± 0.0007
RHII-483	Guseva et al. (2011)	0.0833 ± 0.0018	0 ± 0	0.0152 ± 0.0004
RHII-484	Guseva et al. (2011)	0.128 ± 0.002	0 ± 0	0.0186 ± 0.0003
RHII-485	Guseva et al. (2011)	0.0809 ± 0.0019	0 ± 0	0.0162 ± 0.0005
RHII-486	Guseva et al. (2011)	0.1296 ± 0.0021	0 ± 0	0.0145 ± 0.0003
RHII-487	Guseva et al. (2011)	0.1251 ± 0.0024	0 ± 0	0.016 ± 0.0005
RHII-488	Guseva et al. (2011)	0.0466 ± 0.0022	0 ± 0	0.0163 ± 0.0009
RHII-489	Guseva et al. (2011)	0.0196 ± 0.0009	0.0074 ± 0.0004	0.009 ± 0.0003
RHII-490	Guseva et al. (2011)	0.0026 ± 0.0005	0 ± 0	0.0072 ± 0.0004
RHII-491	Guseva et al. (2011)	0.0513 ± 0.0008	0 ± 0	0.0206 ± 0.0004

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-492	Guseva et al. (2011)	0.0108 ± 0.0012	0.0065 ± 0.0008	0.0077 ± 0.0003
RHII-493	Guseva et al. (2011)	0.0831 ± 0.0012	0 ± 0	0.0127 ± 0.0002
RHII-494	Guseva et al. (2011)	0.0912 ± 0.0013	0 ± 0	0.0164 ± 0.0003
RHII-495	Guseva et al. (2011)	0.1729 ± 0.0026	0 ± 0	0.0083 ± 0.0003
RHII-496	Guseva et al. (2011)	0.1037 ± 0.0015	0.0032 ± 0.0001	0.0149 ± 0.0003
RHII-497	Guseva et al. (2011)	0.0745 ± 0.0011	0.0044 ± 0.0001	0.0232 ± 0.0004
RHII-498	Guseva et al. (2011)	0.0309 ± 0.0005	0.0024 ± 0.0002	0.0198 ± 0.0004
RHII-499	Guseva et al. (2011)	0 ± 0	0 ± 0	0.0185 ± 0.0005
RHII-500	Guseva et al. (2011)	0.0792 ± 0.0012	0.0056 ± 0.0002	0.0253 ± 0.0005
RHII-501	Guseva et al. (2011)	0.0338 ± 0.0007	0.0023 ± 0.0002	0.0169 ± 0.0003
RHII-502	Guseva et al. (2011)	0.0194 ± 0.0011	0 ± 0	0.0138 ± 0.0008
RHII-503	Guseva et al. (2011)	0.1977 ± 0.0029	0.0008 ± 0	0.02 ± 0.0003
RHII-504	Guseva et al. (2011)	0.1191 ± 0.0018	0.0022 ± 0.0002	0.0272 ± 0.0005
RHII-505	Guseva et al. (2011)	0.068 ± 0.001	0.001 ± 0.0001	0.0151 ± 0.0003
RHII-506	Guseva et al. (2011)	0.0536 ± 0.0009	0 ± 0	0.0133 ± 0.0003
RHII-507	Guseva et al. (2011)	0.0623 ± 0.0009	0 ± 0	0.0171 ± 0.0003
RHII-508	Guseva et al. (2011)	0.0518 ± 0.0008	0.001 ± 0.0001	0.0227 ± 0.0004
RHII-509	Guseva et al. (2011)	0.1455 ± 0.0027	0 ± 0	0.016 ± 0.0005
RHII-510	Guseva et al. (2011)	0.0652 ± 0.0011	0 ± 0	0.0199 ± 0.0004
RHII-511	Guseva et al. (2011)	0.0681 ± 0.0012	0 ± 0	0.0144 ± 0.0004
RHII-512	Guseva et al. (2011)	0.0591 ± 0.0018	0 ± 0	0.0154 ± 0.0006
RHII-513	Guseva et al. (2011)	0.058 ± 0.0014	0 ± 0	0.0176 ± 0.0006
RHII-514	Guseva et al. (2011)	0.0682 ± 0.0013	0 ± 0	0.0149 ± 0.0005
RHII-515	Guseva et al. (2011)	0.0684 ± 0.0014	0 ± 0	0.0169 ± 0.0004
RHII-516	Guseva et al. (2011)	0.0759 ± 0.0015	0 ± 0	0.0192 ± 0.0005
RHII-517	Guseva et al. (2011)	0.0623 ± 0.0013	0 ± 0	0.022 ± 0.0006
RHII-518	Guseva et al. (2011)	0.0658 ± 0.0013	0 ± 0	0.02 ± 0.0005
RHII-519	Guseva et al. (2011)	0.0453 ± 0.0009	0.0017 ± 0	0.0187 ± 0.0004
RHII-520	Guseva et al. (2011)	0.0507 ± 0.0014	0 ± 0	0.0155 ± 0.0006
RHII-521	Guseva et al. (2011)	0.0456 ± 0.0011	0 ± 0	0.0183 ± 0.0005
RHII-522	Guseva et al. (2011)	0.0651 ± 0.0062	0 ± 0	0 ± 0
RHII-523	Guseva et al. (2011)	0.1361 ± 0.0033	0 ± 0	0.013 ± 0.0009
RHII-524	Guseva et al. (2011)	0.1476 ± 0.0025	0 ± 0	0.0123 ± 0.0005
RHII-525	Guseva et al. (2011)	0.058 ± 0.0018	0 ± 0	0.0191 ± 0.0006
RHII-526	Guseva et al. (2011)	0.0663 ± 0.0027	0 ± 0	0.0178 ± 0.0008
RHII-527	Guseva et al. (2011)	0.0966 ± 0.0026	0 ± 0	0.0167 ± 0.001
RHII-528	Guseva et al. (2011)	0.1327 ± 0.003	0 ± 0	0.0156 ± 0.0007
RHII-529	Guseva et al. (2011)	0.1366 ± 0.0036	0 ± 0	0.0143 ± 0.0009
RHII-530	Guseva et al. (2011)	0.1387 ± 0.0032	0.0048 ± 0.0008	0.0087 ± 0.0007
RHII-531	Guseva et al. (2011)	0.0862 ± 0.004	0 ± 0	0.0175 ± 0.0011
RHII-532	Guseva et al. (2011)	0.0743 ± 0.0011	0 ± 0	0.0186 ± 0.0003
RHII-533	Guseva et al. (2011)	0.0649 ± 0.001	0 ± 0	0.0129 ± 0.0003
RHII-534	Guseva et al. (2011)	0.0628 ± 0.0012	0 ± 0	0.0166 ± 0.0004
RHII-535	Guseva et al. (2011)	0.0616 ± 0.001	0 ± 0	0.0191 ± 0.0004
RHII-536	Guseva et al. (2011)	0.0634 ± 0.001	0 ± 0	0.0192 ± 0.03

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-537	Guseva et al. (2011)	0.0637 $\pm$ 0.001	0 $\pm$ 0	0.0186 $\pm$ 0.0003
RHII-538	Guseva et al. (2011)	0.0646 $\pm$ 0.001	0 $\pm$ 0	0.0181 $\pm$ 0.0004
RHII-539	Guseva et al. (2011)	0.0643 $\pm$ 0.001	0 $\pm$ 0	0.0206 $\pm$ 0.0004
RHII-540	Guseva et al. (2011)	0.0682 $\pm$ 0.0011	0 $\pm$ 0	0.0172 $\pm$ 0.0003
RHII-541	Guseva et al. (2011)	0.0439 $\pm$ 0.0007	0.0018 $\pm$ 0.0001	0.0183 $\pm$ 0.0003
RHII-542	Guseva et al. (2011)	0.0475 $\pm$ 0.0009	0.0009 $\pm$ 0.0002	0.0162 $\pm$ 0.0003
RHII-543	Guseva et al. (2011)	0.0444 $\pm$ 0.0007	0.0012 $\pm$ 0.0002	0.0183 $\pm$ 0.0003
RHII-544	Guseva et al. (2011)	0.0444 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0.0152 $\pm$ 0.0021
RHII-545	Guseva et al. (2011)	0.0777 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0.0164 $\pm$ 0.0012
RHII-546	Guseva et al. (2011)	0.1254 $\pm$ 0.0023	0 $\pm$ 0	0.0119 $\pm$ 0.0005
RHII-547	Guseva et al. (2011)	0.1484 $\pm$ 0.0024	0 $\pm$ 0	0.0148 $\pm$ 0.0004
RHII-548	Guseva et al. (2011)	0.1724 $\pm$ 0.0026	0 $\pm$ 0	0.0069 $\pm$ 0.0003
RHII-549	Guseva et al. (2011)	0.1036 $\pm$ 0.0017	0 $\pm$ 0	0.0106 $\pm$ 0.0003
RHII-550	Guseva et al. (2011)	0.0913 $\pm$ 0.0023	0 $\pm$ 0	0.0148 $\pm$ 0.0011
RHII-551	Guseva et al. (2011)	0.0627 $\pm$ 0.0013	0 $\pm$ 0	0.0193 $\pm$ 0.0006
RHII-552	Guseva et al. (2011)	0.0663 $\pm$ 0.002	0 $\pm$ 0	0.0191 $\pm$ 0.001
RHII-553	Guseva et al. (2011)	0.0568 $\pm$ 0.0046	0 $\pm$ 0	0.0177 $\pm$ 0.003
RHII-554	Guseva et al. (2011)	0.1048 $\pm$ 0.0018	0.0027 $\pm$ 0.0005	0.0189 $\pm$ 0.0005
RHII-555	Guseva et al. (2011)	0.0987 $\pm$ 0.0031	0 $\pm$ 0	0.0166 $\pm$ 0.0015
RHII-556	Guseva et al. (2011)	0.1278 $\pm$ 0.0021	0 $\pm$ 0	0.0151 $\pm$ 0.0004
RHII-557	Guseva et al. (2011)	0.1269 $\pm$ 0.0022	0 $\pm$ 0	0.0245 $\pm$ 0.0005
RHII-558	Guseva et al. (2011)	0.1192 $\pm$ 0.002	0.0038 $\pm$ 0.0005	0.0088 $\pm$ 0.0004
RHII-559	Guseva et al. (2011)	0.0903 $\pm$ 0.002	0 $\pm$ 0	0.0179 $\pm$ 0.0006
RHII-560	Guseva et al. (2011)	0.0626 $\pm$ 0.0029	0 $\pm$ 0	0.0186 $\pm$ 0.0013
RHII-561	Guseva et al. (2011)	0.0429 $\pm$ 0.0007	0 $\pm$ 0	0.0194 $\pm$ 0.0013
RHII-562	Guseva et al. (2012)	0.0245 $\pm$ 0.0005	0.0116 $\pm$ 0.0002	0.011 $\pm$ 0.0003
RHII-563	Guseva et al. (2012)	0.0296 $\pm$ 0.0034	0.0525 $\pm$ 0.0016	0.0105 $\pm$ 0.0018
RHII-564	Guseva et al. (2012)	0.0959 $\pm$ 0.0017	0 $\pm$ 0	0.0132 $\pm$ 0.0006
RHII-565	Hadfield & Crowther (2007)	0.03 $\pm$ 0.0045	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-566	Hadfield & Crowther (2007)	0.034 $\pm$ 0.0051	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-567	Hadfield & Crowther (2007)	0.033 $\pm$ 0.00495	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-568	Hadfield & Crowther (2007)	0.052 $\pm$ 0.0078	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-569	Hadfield & Crowther (2007)	0.029 $\pm$ 0.00435	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-570	Hadfield & Crowther (2007)	0.045 $\pm$ 0.00675	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-571	Hägele et al. (2008)	0.1022 $\pm$ 0.0035	0 $\pm$ 0	0.016 $\pm$ 0.0006
RHII-572	Hägele et al. (2008)	0.042 $\pm$ 0.0021	0 $\pm$ 0	0.0164 $\pm$ 0.0009
RHII-573	Hägele et al. (2008)	0.05 $\pm$ 0.0022	0 $\pm$ 0	0.0168 $\pm$ 0.001
RHII-574	Hägele et al. (2008)	0.0291 $\pm$ 0.0017	0 $\pm$ 0	0.0139 $\pm$ 0.001
RHII-575	Hägele et al. (2008)	0.0851 $\pm$ 0.0026	0 $\pm$ 0	0.0186 $\pm$ 0.0011
RHII-576	Hägele et al. (2008)	0.0524 $\pm$ 0.0024	0 $\pm$ 0	0.0201 $\pm$ 0.0009
RHII-577	Hägele et al. (2008)	0.066 $\pm$ 0.003	0.006 $\pm$ 0.0006	0.0176 $\pm$ 0.0011
RHII-578	Hirschauer et al. (2016)	0.044 $\pm$ 0.013	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-579	Hirschauer et al. (2016)	0.0351 $\pm$ 0.0037	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-580	Hirschauer et al. (2016)	0.0428 $\pm$ 0.0037	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-581	Hirschauer et al. (2016)	0.0394 $\pm$ 0.0029	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-582	Hodge & Miller (1995)	0.09 $\pm$ 0.01	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-583	Hodge & Miller (1995)	0.05 $\pm$ 0.06	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-584	Hodge & Miller (1995)	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.02 $\pm$ 0.02
RHII-585	Hodge & Miller (1995)	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.05 $\pm$ 0.05
RHII-586	Hsyu et al. (2018)	0.0861 $\pm$ 0.0023	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-587	Hsyu et al. (2018)	0.0518 $\pm$ 0.0025	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-588	Hsyu et al. (2018)	0.062 ± 0.0016	0 ± 0	0 ± 0
RHII-589	Hsyu et al. (2018)	0.05569 ± 0.0035	0 ± 0	0 ± 0
RHII-590	Hsyu et al. (2018)	0.0661 ± 0.0042	0 ± 0	0 ± 0
RHII-591	Hsyu et al. (2018)	0.0592 ± 0.0033	0 ± 0	0 ± 0
RHII-592	Hsyu et al. (2018)	0.0723 ± 0.0085	0 ± 0	0 ± 0
RHII-593	Hsyu et al. (2018)	0.0575 ± 0.0032	0 ± 0	0 ± 0
RHII-594	Hsyu et al. (2018)	0.016 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-595	Hsyu et al. (2018)	0.022 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-596	Hsyu et al. (2018)	0.063 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-597	Hsyu et al. (2018)	0.0309 ± 0.0043	0 ± 0	0 ± 0
RHII-598	Hsyu et al. (2018)	0.0533 ± 0.0033	0 ± 0	0 ± 0
RHII-599	Hsyu et al. (2018)	0.0284 ± 0.0045	0 ± 0	0 ± 0
RHII-600	Hsyu et al. (2018)	0.0218 ± 0.0046	0 ± 0	0 ± 0
RHII-601	Hsyu et al. (2018)	0.0384 ± 0.0027	0 ± 0	0 ± 0
RHII-602	Hsyu et al. (2018)	0.0418 ± 0.0022	0 ± 0	0 ± 0
RHII-603	Hsyu et al. (2018)	0.0874 ± 0.0013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-604	Hsyu et al. (2018)	0.0305 ± 0.0063	0 ± 0	0 ± 0
RHII-605	Hsyu et al. (2018)	0.0332 ± 0.0044	0 ± 0	0 ± 0
RHII-606	Hsyu et al. (2018)	0.0626 ± 0.0012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-607	Hsyu et al. (2018)	0.0803 ± 0.0014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-608	Hsyu et al. (2018)	0.0641 ± 0.0022	0 ± 0	0 ± 0
RHII-609	Hsyu et al. (2018)	0.0603 ± 0.0017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-610	Hsyu et al. (2018)	0.0697 ± 0.0017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-611	Hsyu et al. (2018)	0.0624 ± 0.0012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-612	Hsyu et al. (2018)	0.0569 ± 0.0015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-613	Hsyu et al. (2018)	0.02904 ± 0.00018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-614	Hsyu et al. (2018)	0.0657 ± 0.0026	0 ± 0	0 ± 0
RHII-615	Hsyu et al. (2020)	0.064 ± 0.0016	0 ± 0	0 ± 0
RHII-616	Hsyu et al. (2020)	0.0906 ± 0.0012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-617	Hsyu et al. (2020)	0.0686 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-618	Hsyu et al. (2020)	0.0421 ± 0.0094	0 ± 0	0 ± 0
RHII-619	Hsyu et al. (2020)	0.0753 ± 0.0013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-620	Hu et al. (2018)	0.8244 ± 0.0009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-621	Hu et al. (2018)	0.2373 ± 0.0035	0 ± 0	0 ± 0
RHII-622	Hu et al. (2018)	0.0729 ± 0.0038	0 ± 0	0 ± 0
RHII-623	Izotov et al. (1994)	0.067 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-624	Izotov et al. (1994)	0.136 ± 0.005	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-625	Izotov et al. (1994)	0.082 ± 0.003	0 ± 0	0.024 ± 0.001
RHII-626	Izotov et al. (1994)	0.083 ± 0.004	0 ± 0	0.019 ± 0.002
RHII-627	Izotov et al. (1994)	0.069 ± 0.002	0.001 ± 0.001	0.015 ± 0.001
RHII-628	Izotov et al. (1994)	0.14 ± 0.003	0.002 ± 0.001	0.016 ± 0.001
RHII-629	Izotov et al. (1994)	0.109 ± 0.005	0.003 ± 0.001	0.012 ± 0.002
RHII-630	Izotov et al. (1994)	0.116 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-631	Izotov et al. (1994)	0.121 ± 0.004	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-632	Izotov et al. (1994)	0.088 ± 0.004	0 ± 0	0.018 ± 0.002

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-633	Izotov et al. (1997a)	0.109 ± 0.002	0 ± 0	0.006 ± 0.001
RHII-634	Izotov et al. (1997b)	0.143 ± 0.001	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-635	Izotov et al. (1997b)	0.082 ± 0.004	0 ± 0	0.022 ± 0.002
RHII-636	Izotov et al. (1997b)	0.068 ± 0.008	0 ± 0	0.022 ± 0.004
RHII-637	Izotov et al. (1997b)	0.098 ± 0.011	0 ± 0	0.018 ± 0.006
RHII-638	Izotov et al. (1997b)	0.115 ± 0.007	0 ± 0	0.016 ± 0.003
RHII-639	Izotov et al. (1997b)	0.121 ± 0.008	0 ± 0	0.015 ± 0.004
RHII-640	Izotov et al. (1997b)	0.092 ± 0.004	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-641	Izotov et al. (1997b)	0.083 ± 0.003	0 ± 0	0.019 ± 0.002
RHII-642	Izotov et al. (1997b)	0.06 ± 0.002	0 ± 0	0.005 ± 0.001
RHII-643	Izotov et al. (1997b)	0.135 ± 0.004	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-644	Izotov et al. (1997b)	0.156 ± 0.021	0 ± 0	0.023 ± 0.011
RHII-645	Izotov et al. (1997b)	0.104 ± 0.002	0 ± 0	0.018 ± 0.001
RHII-646	Izotov et al. (1997b)	0.095 ± 0.003	0 ± 0	0.021 ± 0.002
RHII-647	Izotov et al. (1997b)	0.117 ± 0.012	0 ± 0	0.014 ± 0.007
RHII-648	Izotov et al. (1997b)	0.071 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-649	Izotov et al. (1997b)	0.143 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-650	Izotov et al. (1997b)	0.083 ± 0.007	0 ± 0	0.015 ± 0.004
RHII-651	Izotov et al. (1997b)	0.102 ± 0.002	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-652	Izotov et al. (1997b)	0.127 ± 0.001	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-653	Izotov et al. (1997b)	0.089 ± 0.001	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-654	Izotov et al. (1997b)	0.093 ± 0.002	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-655	Izotov et al. (1997b)	0.05 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-656	Izotov et al. (1997b)	0.033 ± 0.003	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-657	Izotov et al. (1997b)	0.089 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-658	Izotov et al. (1997b)	0.069 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-659	Izotov et al. (1997b)	0.067 ± 0.006	0 ± 0	0.018 ± 0.003
RHII-660	Izotov et al. (1997b)	0.065 ± 0.004	0 ± 0	0.018 ± 0.002
RHII-661	Izotov et al. (1997b)	0.06 ± 0.007	0 ± 0	0.022 ± 0.005
RHII-662	Izotov & Thuan (1998a)	0.064 ± 0.0012	0 ± 0	0.0065 ± 0.0006
RHII-663	Izotov & Thuan (1998a)	0.062 ± 0.004	0 ± 0	0.0063 ± 0.0005
RHII-664	Izotov & Thuan (1998a)	0.0483 ± 0.002	0 ± 0	0.0061 ± 0.0007
RHII-665	Izotov & Thuan (1998a)	0.044 ± 0.007	0 ± 0	0.0057 ± 0.0005
RHII-666	Izotov & Thuan (1998b)	0.023 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-667	Izotov & Thuan (1998b)	0.065 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-668	Izotov & Thuan (1998b)	0.118 ± 0.003	0 ± 0	0.022 ± 0.001
RHII-669	Izotov & Thuan (1998b)	0.106 ± 0.003	0 ± 0	0.007 ± 0.001
RHII-670	Izotov & Thuan (1998b)	0.021 ± 0.004	0 ± 0	0.008 ± 0.004
RHII-671	Izotov & Thuan (1998b)	0.044 ± 0.005	0 ± 0	0.021 ± 0.004
RHII-672	Izotov & Thuan (1998b)	0.001 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-673	Izotov & Thuan (1998b)	0.102 ± 0.003	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-674	Izotov & Thuan (1998b)	0.096 ± 0.005	0 ± 0	0.018 ± 0.003
RHII-675	Izotov & Thuan (1998b)	0.04 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-676	Izotov & Thuan (1998b)	0.03 ± 0.004	0 ± 0	0.007 ± 0.003
RHII-677	Izotov & Thuan (1998b)	0.056 ± 0.003	0 ± 0	0.021 ± 0.002

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-678	Izotov & Thuan (1998b)	0.136 ± 0.007	0 ± 0	0.012 ± 0.004
RHII-679	Izotov & Thuan (1998b)	0.078 ± 0.002	0 ± 0	0.019 ± 0.001
RHII-680	Izotov & Thuan (1998b)	0.109 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-681	Izotov & Thuan (1998b)	0.108 ± 0.003	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-682	Izotov & Thuan (1998b)	0.086 ± 0.001	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-683	Izotov & Thuan (1998b)	0.184 ± 0.002	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-684	Izotov & Thuan (1998b)	0.05 ± 0.004	0 ± 0	0.013 ± 0.004
RHII-685	Izotov & Thuan (1999)	0.076 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-686	Izotov & Thuan (1999)	0.058 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-687	Izotov & Thuan (1999)	0.097 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-688	Izotov et al. (1999)	0.0684 ± 0.0036	0 ± 0	0.0072 ± 0.0017
RHII-689	Izotov et al. (1999)	0.0542 ± 0.0029	0 ± 0	0.0078 ± 0.0016
RHII-690	Izotov et al. (1999)	0.1129 ± 0.0018	0 ± 0	0.0078 ± 0.0004
RHII-691	Izotov et al. (1999)	0.1178 ± 0.0021	0 ± 0	0.0073 ± 0.0006
RHII-692	Izotov et al. (1999)	0.1216 ± 0.0033	0 ± 0	0.0071 ± 0.001
RHII-693	Izotov et al. (1999)	0.1077 ± 0.0032	0 ± 0	0 ± 0
RHII-694	Izotov et al. (1999)	0.0766 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-695	Izotov et al. (1999)	0.1168 ± 0.0021	0 ± 0	0.0073 ± 0.0006
RHII-696	Izotov et al. (1999)	0.1195 ± 0.0024	0 ± 0	0.0056 ± 0.0006
RHII-697	Izotov et al. (1999)	0.1093 ± 0.0033	0 ± 0	0 ± 0
RHII-698	Izotov et al. (1999)	0.0967 ± 0.0069	0 ± 0	0 ± 0
RHII-699	Izotov et al. (2001)	0.169 ± 0.003	0 ± 0	0.008 ± 0.001
RHII-700	Izotov et al. (2001)	0.095 ± 0.002	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-701	Izotov et al. (2004)	0.1775 ± 0.0031	0 ± 0	0.0076 ± 0.0005
RHII-702	Izotov et al. (2004)	0.0975 ± 0.002	0 ± 0	0.0114 ± 0.0005
RHII-703	Izotov et al. (2004)	0.0941 ± 0.0044	0 ± 0	0.0149 ± 0.0018
RHII-704	Izotov et al. (2004)	0.171 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-705	Izotov et al. (2004)	0.172 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-706	Izotov et al. (2004)	0.122 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-707	Izotov et al. (2004)	0.094 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-708	Izotov et al. (2004)	0.097 ± 0.029	0 ± 0	0 ± 0
RHII-709	Izotov et al. (2004)	0.119 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-710	Izotov & Thuan (2004)	0.0672 ± 0.0024	0.0045 ± 0.0012	0.0163 ± 0.001
RHII-711	Izotov & Thuan (2004)	0.0912 ± 0.0027	0 ± 0	0.0157 ± 0.0011
RHII-712	Izotov & Thuan (2004)	0.0768 ± 0.0022	0 ± 0	0.023 ± 0.001
RHII-713	Izotov & Thuan (2004)	0.0389 ± 0.0067	0 ± 0	0.0072 ± 0.0026
RHII-714	Izotov & Thuan (2004)	0.122 ± 0.0026	0 ± 0	0.0125 ± 0.0008
RHII-715	Izotov & Thuan (2004)	0.0896 ± 0.0017	0 ± 0	0.0166 ± 0.0006
RHII-716	Izotov & Thuan (2004)	0.1723 ± 0.0032	0 ± 0	0.014 ± 0.0011
RHII-717	Izotov & Thuan (2004)	0.0909 ± 0.0031	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-718	Izotov & Thuan (2004)	0.0588 ± 0.0022	0 ± 0	0.0132 ± 0.0012
RHII-719	Izotov & Thuan (2004)	0.02 ± 0.0037	0 ± 0	0 ± 0
RHII-720	Izotov & Thuan (2004)	0.1545 ± 0.0036	0 ± 0	0.0071 ± 0.0009
RHII-721	Izotov & Thuan (2004)	0.0631 ± 0.0019	0 ± 0	0.0162 ± 0.001
RHII-722	Izotov & Thuan (2004)	0.1163 ± 0.0024	0 ± 0	0.0159 ± 0.0009
RHII-723	Izotov & Thuan (2004)	0.1809 ± 0.0031	0.0051 ± 0.0008	0.009 ± 0.0007
RHII-724	Izotov & Thuan (2004)	0.0636 ± 0.0026	0.0044 ± 0.0013	0.0141 ± 0.0016
RHII-725	Izotov & Thuan (2004)	0.1298 ± 0.0022	0 ± 0	0.0146 ± 0.0004

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-726	Izotov & Thuan (2004)	0.1082 $\pm$ 0.0031	0 $\pm$ 0	0.0115 $\pm$ 0.001
RHII-727	Izotov & Thuan (2004)	0.0714 $\pm$ 0.0016	0.0027 $\pm$ 0.0008	0.017 $\pm$ 0.0007
RHII-728	Izotov & Thuan (2004)	0.1619 $\pm$ 0.0028	0 $\pm$ 0	0.0116 $\pm$ 0.0008
RHII-729	Izotov & Thuan (2004)	0.0728 $\pm$ 0.0018	0 $\pm$ 0	0.0197 $\pm$ 0.0008
RHII-730	Izotov & Thuan (2004)	0.0273 $\pm$ 0.001	0.0037 $\pm$ 0.0004	0.0121 $\pm$ 0.0004
RHII-731	Izotov & Thuan (2004)	0.0967 $\pm$ 0.0023	0 $\pm$ 0	0.0148 $\pm$ 0.0009
RHII-732	Izotov & Thuan (2004)	0.1343 $\pm$ 0.0026	0 $\pm$ 0	0.0147 $\pm$ 0.0008
RHII-733	Izotov & Thuan (2004)	0.0498 $\pm$ 0.003	0.0038 $\pm$ 0.0013	0.0114 $\pm$ 0.0011
RHII-734	Izotov & Thuan (2004)	0.0522 $\pm$ 0.001	0.0013 $\pm$ 0.0004	0.016 $\pm$ 0.0004
RHII-735	Izotov & Thuan (2004)	0.0256 $\pm$ 0.0019	0.0045 $\pm$ 0.0015	0.0164 $\pm$ 0.0012
RHII-736	Izotov & Thuan (2004)	0.0852 $\pm$ 0.0017	0 $\pm$ 0	0.0183 $\pm$ 0.0006
RHII-737	Izotov & Thuan (2004)	0.0443 $\pm$ 0.001	0.0013 $\pm$ 0.0003	0.0166 $\pm$ 0.0004
RHII-738	Izotov & Thuan (2004)	0.0488 $\pm$ 0.0015	0 $\pm$ 0	0.0197 $\pm$ 0.001
RHII-739	Izotov & Thuan (2004)	0.0524 $\pm$ 0.0015	0.0021 $\pm$ 0.0005	0.0196 $\pm$ 0.0007
RHII-740	Izotov & Thuan (2004)	0.0647 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0.0193 $\pm$ 0.0022
RHII-741	Izotov & Thuan (2004)	0.0802 $\pm$ 0.0034	0 $\pm$ 0	0.0177 $\pm$ 0.0016
RHII-742	Izotov & Thuan (2004)	0.1768 $\pm$ 0.0032	0 $\pm$ 0	0.0086 $\pm$ 0.0008
RHII-743	Izotov et al. (2009)	0.1122 $\pm$ 0.0019	0 $\pm$ 0	0.0061 $\pm$ 0.0004
RHII-744	Izotov et al. (2009)	0.0688 $\pm$ 0.0058	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-745	Izotov et al. (2009)	0.1133 $\pm$ 0.0017	0.0006 $\pm$ 0.01	0.0059 $\pm$ 0.0002
RHII-746	Izotov et al. (2009)	0.0615 $\pm$ 0.0018	0 $\pm$ 0	0.0051 $\pm$ 0.0012
RHII-747	Izotov et al. (2009)	0.0333 $\pm$ 0.0058	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-748	Izotov et al. (2009)	0.0509 $\pm$ 0.0072	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-749	Izotov et al. (2009)	0.0251 $\pm$ 0.008	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-750	Izotov et al. (2009)	0.1084 $\pm$ 0.0016	0 $\pm$ 0	0.0055 $\pm$ 0.0003
RHII-751	Izotov et al. (2009)	0.1092 $\pm$ 0.0017	0 $\pm$ 0	0.0067 $\pm$ 0.0002
RHII-752	Izotov et al. (2009)	0.1122 $\pm$ 0.0023	0 $\pm$ 0	0.0056 $\pm$ 0.0002
RHII-753	Izotov et al. (2009)	0.1249 $\pm$ 0.0028	0 $\pm$ 0	0.0064 $\pm$ 0.0006
RHII-754	Izotov et al. (2009)	0.1111 $\pm$ 0.0018	0 $\pm$ 0	0.0065 $\pm$ 0.0002
RHII-755	Izotov et al. (2009)	0.0392 $\pm$ 0.0015	0 $\pm$ 0	0.0074 $\pm$ 0.0005
RHII-756	Izotov et al. (2011)	0.1319 $\pm$ 0.0055	0 $\pm$ 0	0.0127 $\pm$ 0.0015
RHII-757	Izotov et al. (2018a)	0.076 $\pm$ 0.013	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-758	Izotov et al. (2018a)	0.146 $\pm$ 0.017	0 $\pm$ 0	0.043 $\pm$ 0.008
RHII-759	Izotov et al. (2018a)	0.155 $\pm$ 0.028	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-760	Izotov et al. (2018a)	0.177 $\pm$ 0.019	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-761	Izotov et al. (2018a)	0.164 $\pm$ 0.029	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-762	Izotov et al. (2018b)	0.0626 $\pm$ 0.002	0 $\pm$ 0	0.0041 $\pm$ 0.0006
RHII-763	Izotov et al. (2019)	0.0694 $\pm$ 0.0188	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-764	Izotov et al. (2019)	0.0773 $\pm$ 0.0029	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-765	Kehrig et al. (2004)	0.106 $\pm$ 0.0106	0 $\pm$ 0	0.023 $\pm$ 0.0023
RHII-766	Kehrig et al. (2004)	0.121 $\pm$ 0.0121	0 $\pm$ 0	0.027 $\pm$ 0.0027
RHII-767	Kehrig et al. (2004)	0.038 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-768	Kehrig et al. (2004)	0.059 $\pm$ 0.0059	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-769	Kehrig et al. (2004)	0.093 $\pm$ 0.0093	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-770	Kehrig et al. (2004)	0.071 $\pm$ 0.0071	0 $\pm$ 0	0.023 $\pm$ 0.0023
RHII-771	Kehrig et al. (2004)	0.05 $\pm$ 0.005	0 $\pm$ 0	0.021 $\pm$ 0.0021
RHII-772	Kehrig et al. (2004)	0.086 $\pm$ 0.0086	0 $\pm$ 0	0.02 $\pm$ 0.002
RHII-773	Kehrig et al. (2004)	0.059 $\pm$ 0.0059	0 $\pm$ 0	0.035 $\pm$ 0.0035

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-774	Kehrig et al. (2004)	0.047 ± 0.0047	0 ± 0	0 ± 0
RHII-775	Kehrig et al. (2004)	0.085 ± 0.0085	0 ± 0	0 ± 0
RHII-776	Kehrig et al. (2004)	0.081 ± 0.0081	0 ± 0	0 ± 0
RHII-777	Kehrig et al. (2004)	0.046 ± 0.0046	0.011 ± 0.0011	0.02 ± 0.002
RHII-778	Kehrig et al. (2004)	0.066 ± 0.0066	0 ± 0	0.014 ± 0.0014
RHII-779	Kehrig et al. (2004)	0.072 ± 0.0072	0 ± 0	0 ± 0
RHII-780	Kehrig et al. (2004)	0.045 ± 0.0045	0 ± 0	0 ± 0
RHII-781	Kehrig et al. (2004)	0.077 ± 0.0077	0 ± 0	0 ± 0
RHII-782	Kehrig et al. (2004)	0.116 ± 0.0116	0 ± 0	0 ± 0
RHII-783	Kehrig et al. (2004)	0.1 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-784	Kehrig et al. (2004)	0.062 ± 0.0062	0 ± 0	0.022 ± 0.0022
RHII-785	Kehrig et al. (2004)	0.07 ± 0.007	0 ± 0	0.019 ± 0.0019
RHII-786	Kehrig et al. (2004)	0.082 ± 0.0082	0 ± 0	0 ± 0
RHII-787	Kehrig et al. (2004)	0.068 ± 0.0068	0 ± 0	0 ± 0
RHII-788	Kehrig et al. (2004)	0.054 ± 0.0054	0 ± 0	0 ± 0
RHII-789	Kehrig et al. (2004)	0.056 ± 0.0056	0 ± 0	0 ± 0
RHII-790	Kehrig et al. (2004)	0.087 ± 0.0087	0.004 ± 0.0004	0.035 ± 0.0035
RHII-791	Kehrig et al. (2004)	0.065 ± 0.0065	0 ± 0	0 ± 0
RHII-792	Kehrig et al. (2004)	0.108 ± 0.0108	0 ± 0	0 ± 0
RHII-793	Kehrig et al. (2004)	0.071 ± 0.0071	0 ± 0	0.014 ± 0.0014
RHII-794	Kehrig et al. (2004)	0.101 ± 0.0101	0 ± 0	0 ± 0
RHII-795	Kehrig et al. (2004)	0.028 ± 0.0028	0 ± 0	0.021 ± 0.0021
RHII-796	Kehrig et al. (2004)	0.045 ± 0.0045	0 ± 0	0.017 ± 0.0017
RHII-797	Kehrig et al. (2004)	0.035 ± 0.0035	0 ± 0	0.016 ± 0.0016
RHII-798	Kehrig et al. (2004)	0.064 ± 0.0064	0 ± 0	0 ± 0
RHII-799	Kehrig et al. (2004)	0.073 ± 0.0073	0 ± 0	0 ± 0
RHII-800	Kehrig et al. (2004)	0.033 ± 0.0033	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-801	Kehrig et al. (2004)	0.032 ± 0.0032	0 ± 0	0.019 ± 0.0019
RHII-802	Kehrig et al. (2004)	0.033 ± 0.0033	0 ± 0	0.017 ± 0.0017
RHII-803	Kehrig et al. (2004)	0.049 ± 0.0049	0 ± 0	0 ± 0
RHII-804	Kehrig et al. (2004)	0.086 ± 0.0086	0 ± 0	0.031 ± 0.0031
RHII-805	Kehrig et al. (2004)	0.079 ± 0.0079	0 ± 0	0 ± 0
RHII-806	Kehrig et al. (2004)	0.124 ± 0.0124	0 ± 0	0 ± 0
RHII-807	Kehrig et al. (2004)	0.078 ± 0.0078	0 ± 0	0.025 ± 0.0025
RHII-808	Kehrig et al. (2004)	0.046 ± 0.0046	0 ± 0	0.026 ± 0.0026
RHII-809	Kehrig et al. (2004)	0.047 ± 0.0047	0 ± 0	0.017 ± 0.0017
RHII-810	Kehrig et al. (2004)	0.061 ± 0.0061	0 ± 0	0.029 ± 0.0029
RHII-811	Kehrig et al. (2004)	0.11 ± 0.011	0 ± 0	0.013 ± 0.0013
RHII-812	Kehrig et al. (2004)	0.071 ± 0.0071	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-813	Kehrig et al. (2004)	0.1 ± 0.01	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-814	Kehrig et al. (2004)	0.111 ± 0.0111	0 ± 0	0.016 ± 0.0016
RHII-815	Kehrig et al. (2004)	0.084 ± 0.0084	0 ± 0	0 ± 0
RHII-816	Kehrig et al. (2004)	0.043 ± 0.0043	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-817	Kehrig et al. (2004)	0.022 ± 0.0022	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-818	Kehrig et al. (2004)	0.06 ± 0.006	0 ± 0	0.039 ± 0.0039
RHII-819	Kehrig et al. (2004)	0.123 ± 0.0123	0 ± 0	0 ± 0
RHII-820	Kehrig et al. (2004)	0.094 ± 0.0094	0 ± 0	0 ± 0
RHII-821	Kehrig et al. (2004)	0.084 ± 0.0084	0 ± 0	0 ± 0
RHII-822	Kehrig et al. (2004)	0.091 ± 0.0091	0 ± 0	0 ± 0
RHII-823	Kehrig et al. (2004)	0.061 ± 0.0061	0 ± 0	0 ± 0
RHII-824	Kehrig et al. (2004)	0.078 ± 0.0078	0 ± 0	0 ± 0
RHII-825	Kehrig et al. (2004)	0.148 ± 0.0148	0 ± 0	0.018 ± 0.0018
RHII-826	Kehrig et al. (2004)	0.158 ± 0.0158	0 ± 0	0.018 ± 0.0018
RHII-827	Kehrig et al. (2004)	0.13 ± 0.013	0 ± 0	0.086 ± 0.0086
RHII-828	Kehrig et al. (2004)	0.072 ± 0.0072	0.009 ± 0.0009	0.011 ± 0.0011
RHII-829	Kehrig et al. (2004)	0.081 ± 0.0081	0.01 ± 0.001	0.018 ± 0.0018
RHII-830	Kehrig et al. (2004)	0.066 ± 0.0066	0 ± 0	0.022 ± 0.0022
RHII-831	Kehrig et al. (2004)	0.062 ± 0.0062	0 ± 0	0 ± 0
RHII-832	Kehrig et al. (2004)	0.068 ± 0.0068	0 ± 0	0 ± 0
RHII-833	Kehrig et al. (2004)	0.022 ± 0.0022	0 ± 0	0.02 ± 0.002
RHII-834	Kehrig et al. (2004)	0.097 ± 0.0097	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-835	Kehrig et al. (2004)	0.078 ± 0.0078	0 ± 0	0.015 ± 0.0015
RHII-836	Kehrig et al. (2004)	0.039 ± 0.0039	0 ± 0	0 ± 0
RHII-837	Kehrig et al. (2004)	0.041 ± 0.0041	0 ± 0	0 ± 0
RHII-838	Kehrig et al. (2004)	0.059 ± 0.0059	0 ± 0	0 ± 0
RHII-839	Kehrig et al. (2004)	0.027 ± 0.0027	0 ± 0	0.026 ± 0.0026
RHII-840	Kehrig et al. (2004)	0.023 ± 0.0023	0 ± 0	0.027 ± 0.0027
RHII-841	Kehrig et al. (2004)	0.093 ± 0.0093	0 ± 0	0 ± 0
RHII-842	Kehrig et al. (2004)	0.3 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0
RHII-843	Kehrig et al. (2004)	0.064 ± 0.0064	0 ± 0	0 ± 0
RHII-844	Kehrig et al. (2004)	0.152 ± 0.0152	0 ± 0	0.013 ± 0.0013
RHII-845	Kehrig et al. (2004)	0.038 ± 0.0038	0 ± 0	0.021 ± 0.0021
RHII-846	Kehrig et al. (2004)	0.12 ± 0.012	0 ± 0	0.021 ± 0.0021
RHII-847	Kehrig et al. (2004)	0.076 ± 0.0076	0 ± 0	0 ± 0
RHII-848	Kehrig et al. (2004)	0.182 ± 0.0182	0 ± 0	0 ± 0
RHII-849	Kehrig et al. (2004)	0.051 ± 0.0051	0 ± 0	0.021 ± 0.0021
RHII-850	Kehrig et al. (2004)	0.045 ± 0.0045	0 ± 0	0.025 ± 0.0025
RHII-851	Kehrig et al. (2004)	0.064 ± 0.0064	0 ± 0	0.022 ± 0.0022
RHII-852	Kehrig et al. (2004)	0.036 ± 0.0036	0 ± 0	0.031 ± 0.0031
RHII-853	Kehrig et al. (2004)	0.068 ± 0.0068	0 ± 0	0 ± 0
RHII-854	Kehrig et al. (2004)	0.033 ± 0.0033	0 ± 0	3.857 ± 0.3857
RHII-855	Kehrig et al. (2004)	0.039 ± 0.0039	0 ± 0	0.035 ± 0.0035
RHII-856	Kehrig et al. (2004)	0.068 ± 0.0068	0 ± 0	0 ± 0
RHII-857	Kehrig et al. (2004)	0.134 ± 0.0134	0 ± 0	0 ± 0
RHII-858	Kehrig et al. (2004)	0.088 ± 0.0088	0 ± 0	0.018 ± 0.0018
RHII-859	Kehrig et al. (2004)	0.079 ± 0.0079	0 ± 0	0.02 ± 0.002
RHII-860	Kehrig et al. (2004)	0.098 ± 0.0098	0 ± 0	0.016 ± 0.0016

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-861	Kehrig et al. (2004)	0.089 ± 0.0089	0 ± 0	0 ± 0
RHII-862	Kehrig et al. (2004)	0.116 ± 0.0116	0 ± 0	0 ± 0
RHII-863	Kehrig et al. (2004)	0.121 ± 0.0121	0 ± 0	0 ± 0
RHII-864	Kehrig et al. (2004)	0.03 ± 0.003	0 ± 0	0.144 ± 0.0144
RHII-865	Kehrig et al. (2004)	0.114 ± 0.0114	0 ± 0	0 ± 0
RHII-866	Kehrig et al. (2004)	0.047 ± 0.0047	0 ± 0	0 ± 0
RHII-867	Kehrig et al. (2011)	0.09 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0
RHII-868	Kehrig et al. (2011)	0.18 ± 0.05	0 ± 0	0 ± 0
RHII-869	Kehrig et al. (2011)	0.047 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-870	Kehrig et al. (2018)	0 ± 0	0 ± 0	0.0052 ± 0.0002
RHII-871	Kehrig et al. (2018)	0 ± 0	0 ± 0	0.00723 ± 0.00006
RHII-872	Kehrig et al. (2018)	0 ± 0	0 ± 0	0.0056 ± 0.00013
RHII-873	Kehrig et al. (2018)	0 ± 0	0 ± 0	0.0073 ± 0.0004
RHII-874	Kehrig et al. (2018)	0 ± 0	0 ± 0	0.00636 ± 0.00005
RHII-875	Kehrig et al. (2018)	0 ± 0	0 ± 0	0.00609 ± 0.00023
RHII-876	Kehrig et al. (2020)	0.084 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-877	Kehrig et al. (2020)	0.106 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-878	Kehrig et al. (2020)	0.113 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-879	Kennicutt & Skillman (2001)	0.04 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-880	Kennicutt et al. (2003)	0 ± 0	0.005 ± 0.001	0.008 ± 0.001
RHII-881	Kennicutt et al. (2003)	0.014 ± 0.001	0.004 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-882	Kennicutt et al. (2003)	0.019 ± 0.004	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-883	Kennicutt et al. (2003)	0.016 ± 0.002	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-884	Kennicutt et al. (2003)	0.024 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-885	Kennicutt et al. (2003)	0.047 ± 0.003	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-886	Kennicutt et al. (2003)	0.017 ± 0.002	0.003 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-887	Kennicutt et al. (2003)	0 ± 0	0 ± 0	0.019 ± 0.015
RHII-888	Kennicutt et al. (2003)	0.023 ± 0.002	0.009 ± 0.002	0.014 ± 0.002
RHII-889	Kennicutt et al. (2003)	0.018 ± 0.004	0.009 ± 0.002	0.014 ± 0.001
RHII-890	Kennicutt et al. (2003)	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
RHII-891	Kennicutt et al. (2003)	0 ± 0	0.032 ± 0.013	0 ± 0
RHII-892	Kennicutt et al. (2003)	0 ± 0	0.005 ± 0.001	0.006 ± 0.001
RHII-893	Kennicutt et al. (2003)	0.023 ± 0.002	0.004 ± 0.001	0.017 ± 0.001
RHII-894	Kennicutt et al. (2003)	0.035 ± 0.005	0 ± 0	0.018 ± 0.004
RHII-895	Kennicutt et al. (2003)	0.025 ± 0.005	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-896	Kennicutt et al. (2003)	0.059 ± 0.004	0 ± 0	0.019 ± 0.003
RHII-897	Kennicutt et al. (2003)	0.095 ± 0.005	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-898	Kennicutt et al. (2003)	0.066 ± 0.004	0.004 ± 0.001	0.013 ± 0.001
RHII-899	Kennicutt et al. (2003)	0.054 ± 0.003	0.012 ± 0.001	0.014 ± 0.001
RHII-900	Kennicutt et al. (2003)	0.08 ± 0.004	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-901	Kennicutt et al. (2003)	0.055 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-902	Kinkel & Rosa (1994)	0 ± 0	0.0049 ± 0.0005	0.0032 ± 0.0005
RHII-903	Knizhev et al. (2000)	0.123 ± 0.008	0 ± 0	0.01 ± 0.003
RHII-904	Kobulnicky & Skillman (1996)	0.021 ± 0.003	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-905	Kobulnicky & Skillman (1996)	0.024 ± 0.002	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-906	Kobulnicky & Skillman (1996)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-907	Kobulnicky et al. (1997)	0.049 ± 0.011	0 ± 0	0.017 ± 0.007
RHII-908	Kobulnicky et al. (1997)	0.041 ± 0.009	0 ± 0	0.029 ± 0.006
RHII-909	Kobulnicky et al. (1997)	0.047 ± 0.018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-910	Kobulnicky & Skillman (1997)	0.077 ± 0.002	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-911	Kobulnicky & Skillman (1997)	0.046 ± 0.017	0 ± 0	0.012 ± 0.004

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-912	Kobulnicky & Skillman (1997)	0.072 ± 0.005	0 ± 0	0.034 ± 0.001
RHII-913	Kobulnicky & Skillman (1997)	0.061 ± 0.022	0 ± 0	0.015 ± 0.006
RHII-914	Kobulnicky & Skillman (1998)	0.119 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-915	Kobulnicky & Skillman (1998)	0.055 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-916	Kobulnicky & Skillman (1998)	0.076 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-917	Kunth & Sargent (1983)	0.114 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.004
RHII-918	Kunth & Sargent (1983)	0.057 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-919	Kunth & Sargent (1983)	0.042 ± 0.003	0 ± 0	0.025 ± 0.01
RHII-920	Kunth & Sargent (1983)	0.098 ± 0.004	0 ± 0	0.025 ± 0.009
RHII-921	Kunth & Sargent (1983)	0.106 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-922	Kunth & Sargent (1983)	0.128 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-923	Kunth & Sargent (1983)	0.087 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-924	Kunth & Sargent (1983)	0.148 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-925	Kunth & Sargent (1983)	0.053 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-926	Kunth & Sargent (1983)	0.041 ± 0.002	0 ± 0	0.015 ± 0.006
RHII-927	Kunth & Sargent (1983)	0.057 ± 0.004	0 ± 0	0.025 ± 0.012
RHII-928	Kunth & Sargent (1983)	0.083 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-929	Kunth & Sargent (1983)	0.083 ± 0.004	0 ± 0	0.014 ± 0.006
RHII-930	Kwitter & Aller (1981)	1.66 ± 0.415	0 ± 0	0 ± 0
RHII-931	Kwitter & Aller (1981)	0 ± 0	0 ± 0	1.87 ± 0.4675
RHII-932	Kwitter & Aller (1981)	1.74 ± 0.435	2.48 ± 0.62	2.01 ± 0.5025
RHII-933	Kwitter & Aller (1981)	1.1 ± 0.275	0 ± 0	0 ± 0
RHII-934	Kwitter & Aller (1981)	1.14 ± 0.285	0 ± 0	0 ± 0
RHII-935	Lee et al. (2003a)	0.0234 ± 0.0082	0 ± 0	0 ± 0
RHII-936	Lee et al. (2003a)	0.145 ± 0.018	0 ± 0	0.0101 ± 0.0067
RHII-937	Lee et al. (2003a)	0.034 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-938	Lee et al. (2003b)	0.0455 ± 0.0095	0 ± 0	0.0298 ± 0.0084
RHII-939	Lee et al. (2003b)	0.0151 ± 0.0092	0.0051 ± 0.0019	0.011 ± 0.0028
RHII-940	Lee & Skillman (2004)	0.041 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-941	Lee & Skillman (2004)	0.056 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-942	Lee & Skillman (2004)	0.048 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-943	Lee & Skillman (2004)	0.057 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-944	Lee & Skillman (2004)	0.033 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-945	Lee et al. (2004)	0.026 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-946	Lee et al. (2004)	0.095 ± 0.004	0 ± 0	0.03 ± 0.003
RHII-947	Lee et al. (2004)	0.055 ± 0.003	0 ± 0	0.011 ± 0.002
RHII-948	Lee et al. (2004)	0.056 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-949	Lee et al. (2004)	0.066 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-950	Lee et al. (2004)	0.028 ± 0.002	0 ± 0	0.005 ± 0.002
RHII-951	Lee et al. (2004)	0.049 ± 0.002	0 ± 0	0.008 ± 0.002
RHII-952	Lee et al. (2004)	0.037 ± 0.002	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-953	Lee et al. (2004)	0.129 ± 0.007	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-954	Lee et al. (2004)	0.079 ± 0.005	0 ± 0	0.019 ± 0.003
RHII-955	Lee et al. (2004)	0.052 ± 0.002	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-956	Lee et al. (2004)	0.085 ± 0.003	0 ± 0	0.01 ± 0
RHII-957	Lee et al. (2004)	0.164 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-958	Lee et al. (2004)	0.08 ± 0.003	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-959	Lee et al. (2005)	0.0791 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-960	Lee et al. (2005)	0.069 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-961	Lee et al. (2005)	0.063 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-962	Lee et al. (2005)	0.054 ± 0.016	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-963	Lee et al. (2006)	0.052 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-964	Lee et al. (2006)	0.0569 ± 0.0065	0 ± 0	0 ± 0
RHII-965	Lee et al. (2006)	0.0739 ± 0.0089	0 ± 0	0 ± 0
RHII-966	Lee et al. (2006)	0.055 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-967	Lee et al. (2006)	0.0415 ± 0.0061	0 ± 0	0 ± 0
RHII-968	Lee et al. (2006)	0.064 ± 0.019	0 ± 0	0 ± 0
RHII-969	Lee et al. (2006)	0.0596 ± 0.0086	0 ± 0	0.0267 ± 0.0026
RHII-970	Lee et al. (2006)	0.0937 ± 0.0099	0 ± 0	0.0089 ± 0.0018
RHII-971	Lee et al. (2006)	0.0399 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-972	Lequeux et al. (1979)	1.77 ± 0.0885	0 ± 0	2.03 ± 0.1015
RHII-973	Lequeux et al. (1979)	1.28 ± 0.064	0 ± 0	1.86 ± 0.093
RHII-974	Lequeux et al. (1979)	1.39 ± 0.0695	0 ± 0	0 ± 0
RHII-975	Lequeux et al. (1979)	1.36 ± 0.068	0 ± 0	1.65 ± 0.0825
RHII-976	Lequeux et al. (1979)	1.25 ± 0.0625	0 ± 0	1.69 ± 0.0845
RHII-977	Lequeux et al. (1979)	0.93 ± 0.0465	0 ± 0	0 ± 0
RHII-978	Lequeux et al. (1979)	1.13 ± 0.0565	0 ± 0	0 ± 0
RHII-979	Li et al. (2013)	0.0091 ± 0.0005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-980	Li et al. (2013)	0.0168 ± 0.0008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-981	Li et al. (2013)	0.0392 ± 0.0018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-982	Li et al. (2013)	0.023 ± 0.0011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-983	Li et al. (2013)	0.0364 ± 0.0017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-984	Li et al. (2013)	0.0304 ± 0.0015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-985	Li et al. (2013)	0.0331 ± 0.0016	0 ± 0	0 ± 0
RHII-986	Li et al. (2013)	0.0307 ± 0.0015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-987	Li et al. (2013)	0.0597 ± 0.0029	0 ± 0	0 ± 0
RHII-988	Li et al. (2013)	0.0436 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-989	Lin et al. (2017)	0.06 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-990	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.104 ± 0.006	0 ± 0
RHII-991	Lin et al. (2017)	0.043 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-992	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.007	0 ± 0
RHII-993	Lin et al. (2017)	0.035 ± 0.002	0.006 ± 0.001	0 ± 0
RHII-994	Lin et al. (2017)	0.017 ± 0.003	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-995	Lin et al. (2017)	0.008 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-996	Lin et al. (2017)	0.016 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-997	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.048 ± 0.002	0 ± 0
RHII-998	Lin et al. (2017)	0.007 ± 0.004	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-999	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.012 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1000	Lin et al. (2017)	0.324 ± 0.011	0.011 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1001	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1002	Lin et al. (2017)	0.03 ± 0.001	0.001 ± 0	0 ± 0
RHII-1003	Lin et al. (2017)	0.043 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1004	Lin et al. (2017)	0.036 ± 0.005	0.018 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1005	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.013 ± 0.008	0 ± 0
RHII-1006	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.056 ± 0.009	0 ± 0
RHII-1007	Lin et al. (2017)	0.03 ± 0.017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1008	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.063 ± 0.007	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1009	Lin et al. (2017)	0.051 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1010	Lin et al. (2017)	0.095 ± 0.007	0.022 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1011	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1012	Lin et al. (2017)	0.065 ± 0.006	0.016 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1013	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.049 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1014	Lin et al. (2017)	0.082 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1015	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.006 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1016	Lin et al. (2017)	0.082 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1017	Lin et al. (2017)	0.019 ± 0.003	0.009 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1018	Lin et al. (2017)	0.02 ± 0.003	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1019	Lin et al. (2017)	0.011 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1020	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.011 ± 0.011	0 ± 0
RHII-1021	Lin et al. (2017)	0.027 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1022	Lin et al. (2017)	0.032 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1023	Lin et al. (2017)	0.091 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1024	Lin et al. (2017)	0.06 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1025	Lin et al. (2017)	0.025 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1026	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1027	Lin et al. (2017)	0.037 ± 0.004	0.012 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1028	Lin et al. (2017)	0.017 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1029	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1030	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1031	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.003	0.003 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1032	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1033	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0	0 ± 0
RHII-1034	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1035	Lin et al. (2017)	0.011 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1036	Lin et al. (2017)	0.013 ± 0.001	0.002 ± 0	0 ± 0
RHII-1037	Lin et al. (2017)	0.009 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1038	Lin et al. (2017)	0.025 ± 0.004	0.004 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1039	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.013 ± 0.01	0 ± 0
RHII-1040	Lin et al. (2017)	0.021 ± 0.002	0.004 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1041	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.025 ± 0.025	0 ± 0
RHII-1042	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.046 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1043	Lin et al. (2017)	0.018 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1044	Lin et al. (2017)	0.006 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1045	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.114 ± 0.006	0 ± 0
RHII-1046	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.123 ± 0.015	0 ± 0
RHII-1047	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1048	Lin et al. (2017)	0.084 ± 0.011	0.178 ± 0.009	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1049	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1050	Lin et al. (2017)	0.21 ± 0.031	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1051	Lin et al. (2017)	0.01 ± 0.001	0.004 ± 0	0 ± 0
RHII-1052	Lin et al. (2017)	0.075 ± 0.005	0.007 ± 0.007	0 ± 0
RHII-1053	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.052 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1054	Lin et al. (2017)	0.057 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1055	Lin et al. (2017)	0.137 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1056	Lin et al. (2017)	0.01 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1057	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1058	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.004	0.005 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1059	Lin et al. (2017)	0.174 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1060	Lin et al. (2017)	0.026 ± 0.003	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1061	Lin et al. (2017)	0.161 ± 0.004	0.025 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1062	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.003	0.005 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1063	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1064	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1065	Lin et al. (2017)	0.17 ± 0.016	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1066	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.001	0.004 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1067	Lin et al. (2017)	0.01 ± 0.004	0.002 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1068	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1069	Lin et al. (2017)	0.003 ± 0.002	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1070	Lin et al. (2017)	0.12 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1071	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.03 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1072	Lin et al. (2017)	0.01 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1073	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.28 ± 0.051	0 ± 0
RHII-1074	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1075	Lin et al. (2017)	0.02 ± 0.003	0.001 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1076	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1077	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.008 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1078	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.013 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1079	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1080	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.197 ± 0.017	0 ± 0
RHII-1081	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.022 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1082	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1083	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1084	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.014 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1085	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.018 ± 0.015	0 ± 0
RHII-1086	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1087	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.003	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1088	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.032 ± 0.014	0 ± 0
RHII-1089	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.008 ± 0.006	0 ± 0
RHII-1090	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1091	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.049 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1092	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1093	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1094	Lin et al. (2017)	0.04 ± 0.011	0.013 ± 0.006	0 ± 0
RHII-1095	Lin et al. (2017)	0.011 ± 0.002	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1096	Lin et al. (2017)	0.008 ± 0.002	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1097	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1098	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1099	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1100	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.005	0.003 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1101	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.019 ± 0.008	0 ± 0
RHII-1102	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.006 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1103	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1104	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.003	0.003 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1105	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.147 ± 0.021	0 ± 0
RHII-1106	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.006 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1107	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.012 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1108	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.016 ± 0.01	0 ± 0
RHII-1109	Lin et al. (2017)	0.03 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1110	Lin et al. (2017)	0.025 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1111	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1112	Lin et al. (2017)	0.04 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1113	Lin et al. (2017)	0.012 ± 0.001	0.002 ± 0	0 ± 0
RHII-1114	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1115	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.013 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1116	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1117	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.027 ± 0.009	0 ± 0
RHII-1118	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.008 ± 0.008	0 ± 0
RHII-1119	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.004 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1120	Lin et al. (2017)	0.009 ± 0.002	0.007 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1121	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1122	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1123	Lin et al. (2017)	0.148 ± 0.043	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1124	Lin et al. (2017)	0.003 ± 0.001	0.004 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1125	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1126	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.002 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1127	Lin et al. (2017)	0.036 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1128	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.043 ± 0.043	0 ± 0
RHII-1129	Lin et al. (2017)	0.036 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1130	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.019 ± 0.009	0 ± 0
RHII-1131	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.018 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1132	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.001 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1133	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.012 ± 0.012	0 ± 0
RHII-1134	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.003 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1135	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.006 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1136	Lin et al. (2017)	0.104 ± 0.003	0.017 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1137	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.047 ± 0.014	0 ± 0
RHII-1138	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.006 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1139	Lin et al. (2017)	0.002 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1140	Lin et al. (2017)	0.007 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1141	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.01 ± 0.01	0 ± 0
RHII-1142	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.014 ± 0.014	0 ± 0
RHII-1143	Lin et al. (2017)	0.004 ± 0.004	0.001 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1144	Lin et al. (2017)	0.014 ± 0.004	0.005 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1145	Lin et al. (2017)	0.004 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1146	Lin et al. (2017)	0.027 ± 0.002	0.007 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1147	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.007 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1148	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.006 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1149	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.018 ± 0.007	0 ± 0
RHII-1150	Lin et al. (2017)	0.008 ± 0.002	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1151	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.045 ± 0.045	0 ± 0
RHII-1152	Lin et al. (2017)	0.02 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1153	Lin et al. (2017)	0.007 ± 0.002	0.001 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1154	Lin et al. (2017)	0.009 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1155	Lin et al. (2017)	0.01 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1156	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1157	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.002 ± 0	0 ± 0
RHII-1158	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.005 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1159	Lin et al. (2017)	0.002 ± 0.002	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1160	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.014 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1161	Lin et al. (2017)	0.162 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1162	Lin et al. (2017)	0.019 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1163	Lin et al. (2017)	0.005 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1164	Lin et al. (2017)	0.037 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1165	Lin et al. (2017)	0.107 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1166	Lin et al. (2017)	0.077 ± 0.016	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-1167	Lin et al. (2017)	0.039 ± 0.004	0.002 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1168	Lin et al. (2017)	0.021 ± 0.001	0.003 ± 0	0 ± 0
RHII-1169	Lin et al. (2017)	0.058 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1170	Lin et al. (2017)	0.149 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1171	Lin et al. (2017)	0 ± 0	0.119 ± 0.01	0 ± 0
RHII-1172	Lin et al. (2017)	0.047 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1173	López-Sánchez et al. (2007)	0.0646 ± 0.0023	0.005 ± 0.00062	0.0251 ± 0.0014
RHII-1174	López-Sánchez et al. (2007)	0.067 ± 0.0023	0.00439 ± 0.0005	0.0243 ± 0.0013
RHII-1175	López-Sánchez et al. (2007)	0.0395 ± 0.0016	0.00177 ± 0.0003	0.01705 ± 0.00099
RHII-1176	López-Sánchez et al. (2007)	0.0261 ± 0.0031	0 ± 0	0.0153 ± 0.0026
RHII-1177	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0859 ± 0.0087	0 ± 0	0.0116 ± 0.0031
RHII-1178	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0514 ± 0.0091	0 ± 0	0.0231 ± 0.0055
RHII-1179	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0529 ± 0.0093	0 ± 0	0.0192 ± 0.0043
RHII-1180	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0493 ± 0.0074	0 ± 0	0.0179 ± 0.0047
RHII-1181	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0312 ± 0.0048	0 ± 0	0.0146 ± 0.0042
RHII-1182	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.1189 ± 0.0061	0 ± 0	0.016 ± 0.0012
RHII-1183	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0448 ± 0.0082	0 ± 0	0.0175 ± 0.0018
RHII-1184	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.07 ± 0.0066	0 ± 0	0.0198 ± 0.0024
RHII-1185	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0813 ± 0.0082	0 ± 0	0.0174 ± 0.0024
RHII-1186	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.097 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1187	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.122 ± 0.018	0 ± 0	0.028 ± 0.011
RHII-1188	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0998 ± 0.0062	0 ± 0	0.0156 ± 0.0029
RHII-1189	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.042 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1190	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0373 ± 0.0064	0 ± 0	0.018 ± 0.0052
RHII-1191	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0711 ± 0.0061	0 ± 0	0.0134 ± 0.0031
RHII-1192	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.061 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1193	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0314 ± 0.0067	0 ± 0	0.0102 ± 0.0023
RHII-1194	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.0868 ± 0.0077	0 ± 0	0.0134 ± 0.0024
RHII-1195	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.106 ± 0.031	0 ± 0	0.0176 ± 0.0056
RHII-1196	López-Sánchez & Esteban (2009)	0.068 ± 0.023	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1197	López-Sánchez & Esteban (2009)	0 ± 0	0.0123 ± 0.0032	0 ± 0
RHII-1198	López-Hernández et al. (2013)	0.067 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1199	López-Hernández et al. (2013)	0.064 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1200	López-Hernández et al. (2013)	0.077 ± 0.017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1201	López-Hernández et al. (2013)	0.084 ± 0.023	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1202	López-Hernández et al. (2013)	0.107 ± 0.027	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1203	López-Hernández et al. (2013)	0.112 ± 0.033	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1204	López-Hernández et al. (2013)	0.14 ± 0.043	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1205	López-Hernández et al. (2013)	0.189 ± 0.063	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1206	López-Hernández et al. (2013)	0.29 ± 0.116	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1207	López-Hernández et al. (2013)	1.27 ± 0.676	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1208	López-Hernández et al. (2013)	0.067 ± 0.012	0 ± 0	0.027 ± 0.013
RHII-1209	López-Hernández et al. (2013)	0.066 ± 0.01	0 ± 0	0.031 ± 0.017
RHII-1210	López-Hernández et al. (2013)	0.069 ± 0.011	0 ± 0	0.034 ± 0.02
RHII-1211	López-Hernández et al. (2013)	0.073 ± 0.013	0 ± 0	0.037 ± 0.024
RHII-1212	López-Hernández et al. (2013)	0.08 ± 0.015	0 ± 0	0.039 ± 0.027
RHII-1213	López-Hernández et al. (2013)	0.085 ± 0.018	0 ± 0	0.042 ± 0.03
RHII-1214	López-Hernández et al. (2013)	0.092 ± 0.021	0 ± 0	0.044 ± 0.034
RHII-1215	López-Hernández et al. (2013)	0.104 ± 0.025	0 ± 0	0.048 ± 0.04
RHII-1216	López-Hernández et al. (2013)	0.124 ± 0.033	0 ± 0	0.056 ± 0.051
RHII-1217	López-Hernández et al. (2013)	0.226 ± 0.078	0 ± 0	0.097 ± 0.098
RHII-1218	López-Hernández et al. (2013)	0.046 ± 0.013	0 ± 0	0.013 ± 0.09
RHII-1219	López-Hernández et al. (2013)	0.04 ± 0.014	0 ± 0	0.013 ± 0.011
RHII-1220	López-Hernández et al. (2013)	0.058 ± 0.02	0 ± 0	0.013 ± 0.013

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1221	López-Hernández et al. (2013)	0.049 $\pm$ 0.019	0 $\pm$ 0	0.018 $\pm$ 0.017
RHII-1222	López-Hernández et al. (2013)	0.059 $\pm$ 0.021	0 $\pm$ 0	0.021 $\pm$ 0.021
RHII-1223	López-Hernández et al. (2013)	0.078 $\pm$ 0.025	0 $\pm$ 0	0.028 $\pm$ 0.027
RHII-1224	López-Hernández et al. (2013)	0.126 $\pm$ 0.029	0 $\pm$ 0	0.035 $\pm$ 0.037
RHII-1225	López-Hernández et al. (2013)	0.213 $\pm$ 0.046	0 $\pm$ 0	0.05 $\pm$ 0.057
RHII-1226	López-Hernández et al. (2013)	0.046 $\pm$ 0.013	0 $\pm$ 0	0.013 $\pm$ 0.009
RHII-1227	López-Hernández et al. (2013)	0.043 $\pm$ 0.013	0 $\pm$ 0	0.013 $\pm$ 0.01
RHII-1228	López-Hernández et al. (2013)	0.048 $\pm$ 0.014	0 $\pm$ 0	0.013 $\pm$ 0.011
RHII-1229	López-Hernández et al. (2013)	0.048 $\pm$ 0.014	0 $\pm$ 0	0.014 $\pm$ 0.012
RHII-1230	López-Hernández et al. (2013)	0.051 $\pm$ 0.015	0 $\pm$ 0	0.015 $\pm$ 0.014
RHII-1231	López-Hernández et al. (2013)	0.055 $\pm$ 0.016	0 $\pm$ 0	0.017 $\pm$ 0.016
RHII-1232	López-Hernández et al. (2013)	0.064 $\pm$ 0.017	0 $\pm$ 0	0.02 $\pm$ 0.019
RHII-1233	López-Hernández et al. (2013)	0.081 $\pm$ 0.02	0 $\pm$ 0	0.024 $\pm$ 0.024
RHII-1234	López-Sánchez et al. (2011)	0.0242 $\pm$ 0.00968	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1235	López-Sánchez et al. (2011)	0.029 $\pm$ 0.0116	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1236	López-Sánchez et al. (2011)	0.02 $\pm$ 0.008	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1237	López-Sánchez et al. (2011)	0.03 $\pm$ 0.012	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1238	López-Sánchez et al. (2011)	0.025 $\pm$ 0.01	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1239	López-Sánchez et al. (2011)	0.027 $\pm$ 0.0108	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1240	López-Sánchez et al. (2011)	0.029 $\pm$ 0.0116	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1241	Luridiana et al. (2002)	0.0119 $\pm$ 0.001785	0.004 $\pm$ 0.0006	0.0129 $\pm$ 0.001935
RHII-1242	Luridiana et al. (2002)	0.0935 $\pm$ 0.014025	0.0032 $\pm$ 0.00048	0.0162 $\pm$ 0.00243
RHII-1243	Magrini & Gonçalves (2009)	0.272 $\pm$ 0.07072	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1244	Magrini & Gonçalves (2009)	0.145 $\pm$ 0.0406	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1245	Magrini & Gonçalves (2009)	0.0478 $\pm$ 0.01434	0.0014 $\pm$ 0.00049	0 $\pm$ 0
RHII-1246	Magrini & Gonçalves (2009)	0.042 $\pm$ 0.0042	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1247	Magrini & Gonçalves (2009)	0.0181 $\pm$ 0.0022625	0 $\pm$ 0	0.012 $\pm$ 0.0015
RHII-1248	Magrini et al. (2017)	0.075 $\pm$ 0.006	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1249	Magrini et al. (2017)	0.011 $\pm$ 0.00088	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1250	Magrini et al. (2017)	0.016 $\pm$ 0.00128	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1251	Magrini et al. (2017)	0.007 $\pm$ 0.00056	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1252	Magrini et al. (2017)	0.028 $\pm$ 0.00224	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1253	Magrini et al. (2017)	0.017 $\pm$ 0.00136	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1254	Magrini et al. (2017)	0.004 $\pm$ 0.00032	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1255	Magrini et al. (2017)	0.028 $\pm$ 0.00224	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1256	Magrini et al. (2017)	0.023 $\pm$ 0.00184	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1257	Magrini et al. (2017)	0.028 $\pm$ 0.00224	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1258	Magrini et al. (2017)	0.012 $\pm$ 0.00096	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1259	Magrini et al. (2017)	0.007 $\pm$ 0.00056	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1260	Magrini et al. (2017)	0.08 $\pm$ 0.0064	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1261	Magrini et al. (2017)	0.042 $\pm$ 0.00336	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1262	Magrini et al. (2017)	0.032 $\pm$ 0.00256	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1263	Magrini et al. (2017)	0.01 $\pm$ 0.0008	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1264	Magrini et al. (2017)	0.022 $\pm$ 0.00176	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1265	Magrini et al. (2017)	0.014 $\pm$ 0.00112	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1266	Magrini et al. (2017)	0.031 $\pm$ 0.00248	0 $\pm$ 0	0.023 $\pm$ 0.00184
RHII-1267	McCall et al. (1985)	0.285 $\pm$ 0.0195	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1268	McCall et al. (1985)	0.254 $\pm$ 0.122	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1269	McCall et al. (1985)	0.6055 $\pm$ 0.034	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1270	McCall et al. (1985)	0.3245 $\pm$ 0.0405	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1271	McCall et al. (1985)	0.349 $\pm$ 0.0755	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1272	McCall et al. (1985)	0.3615 $\pm$ 0.043	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1273	Melbourne et al. (2004)	0.045 $\pm$ 0.007	0 $\pm$ 0	0.022 $\pm$ 0.005
RHII-1274	Melbourne et al. (2004)	0.088 $\pm$ 0.009	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1275	Melbourne et al. (2004)	0.069 $\pm$ 0.005	0 $\pm$ 0	0.019 $\pm$ 0.002
RHII-1276	Melbourne et al. (2004)	0.233 $\pm$ 0.013	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1277	Melbourne et al. (2004)	0.11 ± 0.017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1278	Melbourne et al. (2004)	0.107 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1279	Melbourne et al. (2004)	0.092 ± 0.005	0 ± 0	0.021 ± 0.002
RHII-1280	Melbourne et al. (2004)	0.12 ± 0.011	0 ± 0	0.034 ± 0.008
RHII-1281	Melbourne et al. (2004)	0.091 ± 0.004	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-1282	Melbourne et al. (2004)	0.04 ± 0.007	0 ± 0	0.035 ± 0.006
RHII-1283	Melbourne et al. (2004)	0.076 ± 0.004	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-1284	Melbourne et al. (2004)	0.059 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1285	Melnick et al. (1992)	0.079 ± 0.0079	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1286	Melnick et al. (1992)	0.111 ± 0.0111	0 ± 0	0.007 ± 0.0007
RHII-1287	Méndez et al. (1999)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1288	Méndez et al. (1999)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1289	Méndez et al. (1999)	0.03 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1290	Miller (1996)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.12 ± 0.08
RHII-1291	Miller (1996)	0.06 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1292	Miller (1996)	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1293	Monreal-Ibero et al. (2012)	0.0777 ± 0.0039	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1294	Monreal-Ibero et al. (2012)	0.037 ± 0.0008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1295	Monreal-Ibero et al. (2012)	0.0264 ± 0.0021	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1296	Nicholls et al. (2014)	0.0911 ± 0.0032	0 ± 0	0.0162 ± 0.0008
RHII-1297	Nicholls et al. (2014)	0.0682 ± 0.0025	0 ± 0	0.0173 ± 0.0007
RHII-1298	Nicholls et al. (2014)	0.0637 ± 0.0026	0 ± 0	0.0176 ± 0.0009
RHII-1299	Nicholls et al. (2014)	0.0483 ± 0.0035	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1300	Nicholls et al. (2014)	0.0524 ± 0.0049	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1301	Nicholls et al. (2014)	0.0766 ± 0.0032	0 ± 0	0.0197 ± 0.0012
RHII-1302	Nicholls et al. (2014)	0.0227 ± 0.0039	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1303	Nicholls et al. (2014)	0.061 ± 0.0109	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1304	Nicholls et al. (2014)	0.0972 ± 0.0055	0 ± 0	0.0183 ± 0.0021
RHII-1305	Nicholls et al. (2014)	0.0839 ± 0.0091	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1306	Nicholls et al. (2014)	0.0641 ± 0.0093	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1307	Nicholls et al. (2014)	0.0507 ± 0.0063	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1308	Nicholls et al. (2014)	0.1011 ± 0.0039	0 ± 0	0.0189 ± 0.0009
RHII-1309	Nicholls et al. (2014)	0.0561 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1310	Nicholls et al. (2014)	0.0945 ± 0.0054	0 ± 0	0.0245 ± 0.0027
RHII-1311	Nicholls et al. (2014)	0.0487 ± 0.0097	0 ± 0	0.0118 ± 0.0031
RHII-1312	Noeske et al. (2000)	0.0916 ± 0.0006	0 ± 0	0.0194 ± 0.0003
RHII-1313	Noeske et al. (2000)	0.055 ± 0.0349	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1314	Noeske et al. (2000)	0.0552 ± 0.0287	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1315	O'Dell & Harris (2010)	0.0158 ± 0.00316	0.0092 ± 0.00184	0.0096 ± 0.00192
RHII-1316	O'Dell & Harris (2010)	0.0047 ± 0.00094	0.0095 ± 0.0019	0.0145 ± 0.0029
RHII-1317	O'Dell & Harris (2010)	0.0114 ± 0.00228	0.011 ± 0.0022	0.0166 ± 0.00332
RHII-1318	O'Dell & Harris (2010)	0.0066 ± 0.00132	0.0108 ± 0.00216	0.0143 ± 0.00286
RHII-1319	O'Dell & Harris (2010)	0.0053 ± 0.00106	0.0077 ± 0.00154	0.0143 ± 0.00286
RHII-1320	O'Dell & Harris (2010)	0.008 ± 0.0016	0.0088 ± 0.00176	0.0192 ± 0.00384
RHII-1321	O'Dell & Harris (2010)	0.0069 ± 0.00138	0.0095 ± 0.0019	0.0143 ± 0.00286
RHII-1322	O'Dell & Harris (2010)	0.0058 ± 0.00116	0.0059 ± 0.00118	0.0123 ± 0.00246
RHII-1323	O'Dell & Harris (2010)	0.0151 ± 0.00302	0.0079 ± 0.00158	0.0158 ± 0.00316
RHII-1324	O'Dell & Harris (2010)	0.0076 ± 0.00152	0.0074 ± 0.00148	0.1404 ± 0.02808
RHII-1325	O'Dell & Harris (2010)	0.0079 ± 0.00158	0.0068 ± 0.00136	0.0132 ± 0.00264
RHII-1326	O'Dell & Harris (2010)	0.009 ± 0.0018	0.008 ± 0.0016	0.0148 ± 0.00296
RHII-1327	O'Dell & Harris (2010)	0.0075 ± 0.0015	0.0063 ± 0.00126	0.0143 ± 0.00286

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1328	O'Dell & Harris (2010)	0.0121 $\pm$ 0.00242	0.0111 $\pm$ 0.00222	0.0152 $\pm$ 0.00304
RHII-1329	O'Dell & Harris (2010)	0.0079 $\pm$ 0.00158	0.0076 $\pm$ 0.00152	0.0164 $\pm$ 0.00328
RHII-1330	O'Dell & Harris (2010)	0.0068 $\pm$ 0.00136	0.0068 $\pm$ 0.00136	0.0132 $\pm$ 0.00264
RHII-1331	O'Dell & Harris (2010)	0.008 $\pm$ 0.0016	0.0049 $\pm$ 0.00098	0.0064 $\pm$ 0.00128
RHII-1332	O'Dell & Harris (2010)	0.0093 $\pm$ 0.00186	0.0088 $\pm$ 0.00176	0.0171 $\pm$ 0.00342
RHII-1333	O'Dell & Harris (2010)	0.0072 $\pm$ 0.00144	0.0064 $\pm$ 0.00128	0.0161 $\pm$ 0.00322
RHII-1334	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.006 $\pm$ 0.0012	0.0198 $\pm$ 0.00396
RHII-1335	O'Dell & Harris (2010)	0.0129 $\pm$ 0.00258	0.0063 $\pm$ 0.00126	0.0164 $\pm$ 0.00328
RHII-1336	O'Dell & Harris (2010)	0.0102 $\pm$ 0.00204	0.0052 $\pm$ 0.00104	0.0149 $\pm$ 0.00298
RHII-1337	O'Dell & Harris (2010)	0.0157 $\pm$ 0.00314	0.0051 $\pm$ 0.00102	0.0163 $\pm$ 0.00326
RHII-1338	O'Dell & Harris (2010)	0.0103 $\pm$ 0.00206	0.0079 $\pm$ 0.00158	0.0186 $\pm$ 0.00372
RHII-1339	O'Dell & Harris (2010)	0.0058 $\pm$ 0.00116	0.0044 $\pm$ 0.00088	0.0121 $\pm$ 0.00242
RHII-1340	O'Dell & Harris (2010)	0.006 $\pm$ 0.0012	0.0067 $\pm$ 0.00134	0.0147 $\pm$ 0.00294
RHII-1341	O'Dell & Harris (2010)	0.01 $\pm$ 0.002	0.0108 $\pm$ 0.00216	0.0174 $\pm$ 0.00348
RHII-1342	O'Dell & Harris (2010)	0.0076 $\pm$ 0.00152	0.0053 $\pm$ 0.00106	0.014 $\pm$ 0.0028
RHII-1343	O'Dell & Harris (2010)	0.0071 $\pm$ 0.00142	0.0096 $\pm$ 0.00192	0.0157 $\pm$ 0.00314
RHII-1344	O'Dell & Harris (2010)	0.0088 $\pm$ 0.00176	0.007 $\pm$ 0.0014	0.0145 $\pm$ 0.0029
RHII-1345	O'Dell & Harris (2010)	0.0067 $\pm$ 0.00134	0.0039 $\pm$ 0.00078	0.0123 $\pm$ 0.00246
RHII-1346	O'Dell & Harris (2010)	0.0048 $\pm$ 0.00096	0.0069 $\pm$ 0.00138	0.012 $\pm$ 0.0024
RHII-1347	O'Dell & Harris (2010)	0.0065 $\pm$ 0.0013	0.0062 $\pm$ 0.00124	0.0152 $\pm$ 0.00304
RHII-1348	O'Dell & Harris (2010)	0.0071 $\pm$ 0.00142	0.0032 $\pm$ 0.00064	0.0128 $\pm$ 0.00256
RHII-1349	O'Dell & Harris (2010)	0.0038 $\pm$ 0.00076	0.0072 $\pm$ 0.00144	0.0129 $\pm$ 0.00258
RHII-1350	O'Dell & Harris (2010)	0.0088 $\pm$ 0.00176	0.004 $\pm$ 0.0008	0.0118 $\pm$ 0.00236
RHII-1351	O'Dell & Harris (2010)	0.007 $\pm$ 0.0014	0.0044 $\pm$ 0.00088	0.0143 $\pm$ 0.00286
RHII-1352	O'Dell & Harris (2010)	0.0039 $\pm$ 0.00078	0.006 $\pm$ 0.0012	0.0111 $\pm$ 0.00222
RHII-1353	O'Dell & Harris (2010)	0.0055 $\pm$ 0.0011	0.008 $\pm$ 0.0016	0.0141 $\pm$ 0.00282
RHII-1354	O'Dell & Harris (2010)	0.0052 $\pm$ 0.00104	0.0057 $\pm$ 0.00114	0.0144 $\pm$ 0.00288
RHII-1355	O'Dell & Harris (2010)	0.0042 $\pm$ 0.00084	0.0057 $\pm$ 0.00114	0.0108 $\pm$ 0.00216
RHII-1356	O'Dell & Harris (2010)	0.0049 $\pm$ 0.00098	0.0067 $\pm$ 0.00134	0.0122 $\pm$ 0.00244
RHII-1357	O'Dell & Harris (2010)	0.0054 $\pm$ 0.00108	0.007 $\pm$ 0.0014	0.0144 $\pm$ 0.00288
RHII-1358	O'Dell & Harris (2010)	0.0038 $\pm$ 0.00076	0.0082 $\pm$ 0.00164	0.0108 $\pm$ 0.00216
RHII-1359	O'Dell & Harris (2010)	0.0036 $\pm$ 0.00072	0.0089 $\pm$ 0.00178	0.0118 $\pm$ 0.00236
RHII-1360	O'Dell & Harris (2010)	0.0061 $\pm$ 0.00122	0.0083 $\pm$ 0.00166	0.014 $\pm$ 0.0028
RHII-1361	O'Dell & Harris (2010)	0.0049 $\pm$ 0.00098	0.0072 $\pm$ 0.00144	0.0114 $\pm$ 0.00228
RHII-1362	O'Dell & Harris (2010)	0.0035 $\pm$ 0.0007	0.0069 $\pm$ 0.00138	0.0101 $\pm$ 0.00202
RHII-1363	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0094 $\pm$ 0.00188	0.0139 $\pm$ 0.00278
RHII-1364	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0112 $\pm$ 0.00224	0.0133 $\pm$ 0.00266
RHII-1365	O'Dell & Harris (2010)	0.0023 $\pm$ 0.00046	0.0076 $\pm$ 0.00152	0.0131 $\pm$ 0.00262
RHII-1366	O'Dell & Harris (2010)	0.0027 $\pm$ 0.00054	0.0091 $\pm$ 0.00182	0.0123 $\pm$ 0.00246
RHII-1367	O'Dell & Harris (2010)	0.0044 $\pm$ 0.00088	0.0096 $\pm$ 0.00192	0.0111 $\pm$ 0.00222
RHII-1368	O'Dell & Harris (2010)	0.0045 $\pm$ 0.0009	0.0103 $\pm$ 0.00206	0.0077 $\pm$ 0.00154
RHII-1369	O'Dell & Harris (2010)	0.0086 $\pm$ 0.00172	0.0067 $\pm$ 0.00134	0.0149 $\pm$ 0.00298
RHII-1370	O'Dell & Harris (2010)	0.0039 $\pm$ 0.00078	0.0077 $\pm$ 0.00154	0.0136 $\pm$ 0.00272
RHII-1371	O'Dell & Harris (2010)	0.0114 $\pm$ 0.00228	0.0081 $\pm$ 0.00162	0.0128 $\pm$ 0.00256
RHII-1372	O'Dell & Harris (2010)	0.0022 $\pm$ 0.00044	0.0095 $\pm$ 0.0019	0.0112 $\pm$ 0.00224
RHII-1373	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0094 $\pm$ 0.00188	0 $\pm$ 0
RHII-1374	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0092 $\pm$ 0.00184	0 $\pm$ 0
RHII-1375	O'Dell & Harris (2010)	0.004 $\pm$ 0.0008	0.0093 $\pm$ 0.00186	0.0136 $\pm$ 0.00272
RHII-1376	O'Dell & Harris (2010)	0.0051 $\pm$ 0.00102	0.0125 $\pm$ 0.0025	0.0146 $\pm$ 0.00292

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1377	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0129 $\pm$ 0.00258	0.014 $\pm$ 0.0028
RHII-1378	O'Dell & Harris (2010)	0.0118 $\pm$ 0.00236	0.0086 $\pm$ 0.00172	0 $\pm$ 0
RHII-1379	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0075 $\pm$ 0.0015	0.006 $\pm$ 0.0012
RHII-1380	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0076 $\pm$ 0.00152	0.0067 $\pm$ 0.00134
RHII-1381	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0.0057 $\pm$ 0.00114
RHII-1382	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0082 $\pm$ 0.00164	0.0058 $\pm$ 0.00116
RHII-1383	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0091 $\pm$ 0.00182	0.0058 $\pm$ 0.00116
RHII-1384	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0082 $\pm$ 0.00164	0.0064 $\pm$ 0.00128
RHII-1385	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0098 $\pm$ 0.00196	0.0055 $\pm$ 0.0011
RHII-1386	O'Dell & Harris (2010)	0.0051 $\pm$ 0.00102	0.009 $\pm$ 0.0018	0.0133 $\pm$ 0.00266
RHII-1387	O'Dell & Harris (2010)	0.0088 $\pm$ 0.00176	0.0045 $\pm$ 0.0009	0.0131 $\pm$ 0.00262
RHII-1388	O'Dell & Harris (2010)	0.0041 $\pm$ 0.00082	0.0101 $\pm$ 0.00202	0.0135 $\pm$ 0.0027
RHII-1389	O'Dell & Harris (2010)	0.0057 $\pm$ 0.00114	0.0105 $\pm$ 0.0021	0.0136 $\pm$ 0.00272
RHII-1390	O'Dell & Harris (2010)	0.0027 $\pm$ 0.00054	0.0126 $\pm$ 0.00252	0.0116 $\pm$ 0.00232
RHII-1391	O'Dell & Harris (2010)	0.0047 $\pm$ 0.00094	0.0093 $\pm$ 0.00186	0.0121 $\pm$ 0.00242
RHII-1392	O'Dell & Harris (2010)	0.0037 $\pm$ 0.00074	0.0116 $\pm$ 0.00232	0.0116 $\pm$ 0.00232
RHII-1393	O'Dell & Harris (2010)	0.0035 $\pm$ 0.0007	0.0101 $\pm$ 0.00202	0.0111 $\pm$ 0.00222
RHII-1394	O'Dell & Harris (2010)	0.0053 $\pm$ 0.00106	0.0125 $\pm$ 0.0025	0.0117 $\pm$ 0.00234
RHII-1395	O'Dell & Harris (2010)	0.0092 $\pm$ 0.00184	0.0123 $\pm$ 0.00246	0.0112 $\pm$ 0.00224
RHII-1396	O'Dell & Harris (2010)	0.004 $\pm$ 0.0008	0.0139 $\pm$ 0.00278	0.0098 $\pm$ 0.00196
RHII-1397	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0086 $\pm$ 0.00172	0.0099 $\pm$ 0.00198
RHII-1398	O'Dell & Harris (2010)	0.0128 $\pm$ 0.00256	0.0057 $\pm$ 0.00114	0.0114 $\pm$ 0.00228
RHII-1399	O'Dell & Harris (2010)	0.009 $\pm$ 0.0018	0.014 $\pm$ 0.0028	0.0115 $\pm$ 0.0023
RHII-1400	O'Dell & Harris (2010)	0.008 $\pm$ 0.0016	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1401	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0113 $\pm$ 0.00226	0.0107 $\pm$ 0.00214
RHII-1402	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.007 $\pm$ 0.0014	0.0109 $\pm$ 0.00218
RHII-1403	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0142 $\pm$ 0.00284	0.0125 $\pm$ 0.0025
RHII-1404	O'Dell & Harris (2010)	0.0176 $\pm$ 0.00352	0.007 $\pm$ 0.0014	0 $\pm$ 0
RHII-1405	O'Dell & Harris (2010)	0.0156 $\pm$ 0.00312	0 $\pm$ 0	0.0075 $\pm$ 0.0015
RHII-1406	O'Dell & Harris (2010)	0.012 $\pm$ 0.0024	0.0073 $\pm$ 0.00146	0.0096 $\pm$ 0.00192
RHII-1407	O'Dell & Harris (2010)	0 $\pm$ 0	0.0084 $\pm$ 0.00168	0.0109 $\pm$ 0.00218
RHII-1408	O'Dell & Harris (2010)	0.0033 $\pm$ 0.00066	0.0099 $\pm$ 0.00198	0.0111 $\pm$ 0.00222
RHII-1409	O'Dell & Harris (2010)	0.0085 $\pm$ 0.0017	0.0082 $\pm$ 0.00164	0.0133 $\pm$ 0.00266
RHII-1410	O'Dell & Harris (2010)	0.0045 $\pm$ 0.0009	0.012 $\pm$ 0.0024	0.0118 $\pm$ 0.00236
RHII-1411	O'Dell & Harris (2010)	0.0088 $\pm$ 0.00176	0.0089 $\pm$ 0.00178	0.0131 $\pm$ 0.00262
RHII-1412	O'Dell & Harris (2010)	0.0064 $\pm$ 0.00128	0.0143 $\pm$ 0.00286	0.0128 $\pm$ 0.00256
RHII-1413	Pagel et al. (1980)	1.33 $\pm$ 0.15	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1414	Pagel et al. (1980)	1.33 $\pm$ 0.02	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1415	Pagel et al. (1980)	0.34 $\pm$ 0.04	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1416	Pagel et al. (1980)	1.59 $\pm$ 0.15	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1417	Pagel et al. (1980)	1.41 $\pm$ 0.15	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1418	Pagel et al. (1992)	0.0676 $\pm$ 0.0075	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1419	Pagel et al. (1992)	0.084 $\pm$ 0.011	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1420	Pagel et al. (1992)	0.0696 $\pm$ 0.0024	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1421	Pagel et al. (1992)	0.0749 $\pm$ 0.0034	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1422	Pagel et al. (1992)	0.059 $\pm$ 0.012	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1423	Pagel et al. (1992)	0.0469 $\pm$ 0.0025	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1424	Pagel et al. (1992)	0.0526 $\pm$ 0.004	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1425	Pagel et al. (1992)	0.057 $\pm$ 0.004	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1426	Pagel et al. (1992)	0.1115 ± 0.0074	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1427	Pagel et al. (1992)	0.109 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1428	Pagel et al. (1992)	0.105 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1429	Pagel et al. (1992)	0.116 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1430	Pagel et al. (1992)	0.167 ± 0.035	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1431	Pagel et al. (1992)	0.118 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1432	Pagel et al. (1992)	0.062 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1433	Pagel et al. (1992)	0.088 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1434	Pagel et al. (1992)	0.154 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1435	Pagel et al. (1992)	0.077 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1436	Pagel et al. (1992)	0.161 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1437	Pastoriza et al. (1993)	0.018 ± 0.005	0 ± 0	0.011 ± 0.003
RHII-1438	Pastoriza et al. (1993)	0.025 ± 0.007	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-1439	Pastoriza et al. (1993)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.007
RHII-1440	Pastoriza et al. (1993)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.005
RHII-1441	Peimbert et al. (1986)	0.87 ± 0	0 ± 0	1.78 ± 0.03
RHII-1442	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1443	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0.03 ± 0.006
RHII-1444	Peña et al. (2007)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1445	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0.03 ± 0.006
RHII-1446	Peña et al. (2007)	0.04 ± 0.008	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1447	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1448	Peña et al. (2007)	0.03 ± 0.006	0 ± 0	0.01 ± 0.002
RHII-1449	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1450	Peña et al. (2007)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1451	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1452	Peña et al. (2007)	0.06 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1453	Peña et al. (2007)	0.12 ± 0.024	0 ± 0	0.02 ± 0.004
RHII-1454	Peña et al. (2007)	0.14 ± 0.028	0 ± 0	0.04 ± 0.008
RHII-1455	Peña et al. (2007)	0.34 ± 0.068	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1456	Peña et al. (2007)	0.09 ± 0.018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1457	Peña et al. (2007)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1458	Pérez-Montero et al. (2009)	0.03 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1459	Pérez-Montero et al. (2009)	0.044 ± 0.016	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1460	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0045 ± 0.0032	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1461	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0072 ± 0.0052	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1462	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0038 ± 0.0033	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1463	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0178 ± 0.0052	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1464	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0272 ± 0.0188	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1465	Pilyugin & Thuan (2007)	0.022 ± 0.0031	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1466	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0126 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1467	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0097 ± 0.0025	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1468	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0196 ± 0.0028	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1469	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0177 ± 0.0053	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1470	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0073 ± 0.0079	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1471	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0566 ± 0.0069	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1472	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0135 ± 0.0027	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1473	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0138 $\pm$ 0.0043	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1474	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0352 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1475	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0587 $\pm$ 0.0041	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1476	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0386 $\pm$ 0.0033	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1477	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0343 $\pm$ 0.0071	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1478	Pilyugin & Thuan (2007)	0.686 $\pm$ 0.0032	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1479	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0625 $\pm$ 0.012	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1480	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0371 $\pm$ 0.0088	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1481	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0145 $\pm$ 0.008	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1482	Pilyugin & Thuan (2007)	0.023 $\pm$ 0.0047	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1483	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0275 $\pm$ 0.0118	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1484	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0269 $\pm$ 0.0047	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1485	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0251 $\pm$ 0.0024	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1486	Pilyugin & Thuan (2007)	0.017 $\pm$ 0.0058	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1487	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0475 $\pm$ 0.0124	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1488	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0718 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1489	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0302 $\pm$ 0.003	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1490	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0277 $\pm$ 0.0046	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1491	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0149 $\pm$ 0.0054	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1492	Pilyugin & Thuan (2007)	0.023 $\pm$ 0.0085	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1493	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0384 $\pm$ 0.0041	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1494	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0715 $\pm$ 0.0036	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1495	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0373 $\pm$ 0.0055	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1496	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0352 $\pm$ 0.0037	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1497	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0344 $\pm$ 0.0031	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1498	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0076 $\pm$ 0.0073	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1499	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0426 $\pm$ 0.0033	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1500	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0138 $\pm$ 0.0059	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1501	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0158 $\pm$ 0.0086	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1502	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0165 $\pm$ 0.0033	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1503	Pilyugin & Thuan (2007)	0.027 $\pm$ 0.0136	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1504	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0278 $\pm$ 0.0134	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1505	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0166 $\pm$ 0.0031	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1506	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0277 $\pm$ 0.0036	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1507	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0163 $\pm$ 0.0037	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1508	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0248 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1509	Pilyugin & Thuan (2007)	0.018 $\pm$ 0.0038	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1510	Pilyugin & Thuan (2007)	0.035 $\pm$ 0.0026	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1511	Pilyugin & Thuan (2007)	0.023 $\pm$ 0.0144	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1512	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0239 $\pm$ 0.0105	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1513	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0587 $\pm$ 0.0151	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1514	Pilyugin & Thuan (2007)	0.028 $\pm$ 0.0074	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1515	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0518 $\pm$ 0.0026	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1516	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0172 $\pm$ 0.0096	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1517	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0109 $\pm$ 0.0031	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1518	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0344 $\pm$ 0.0092	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1519	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0262 $\pm$ 0.0084	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1520	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0314 $\pm$ 0.0178	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1521	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0323 $\pm$ 0.0121	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1522	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0335 $\pm$ 0.0089	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1523	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0289 $\pm$ 0.0069	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1524	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0461 $\pm$ 0.0112	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1525	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0341 $\pm$ 0.0043	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1526	Pilyugin & Thuan (2007)	0.037 $\pm$ 0.0118	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1527	Pilyugin & Thuan (2007)	0.023 $\pm$ 0.0057	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1528	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0309 $\pm$ 0.0064	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1529	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0439 $\pm$ 0.0131	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1530	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0212 $\pm$ 0.018	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1531	Pilyugin & Thuan (2007)	0.03 $\pm$ 0.0117	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1532	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0211 $\pm$ 0.0081	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1533	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0242 $\pm$ 0.0091	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1534	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0556 $\pm$ 0.0067	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1535	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0705 $\pm$ 0.0053	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1536	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0203 $\pm$ 0.0102	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1537	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0407 $\pm$ 0.0042	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1538	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0292 $\pm$ 0.0107	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1539	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0289 $\pm$ 0.0098	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1540	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0368 $\pm$ 0.0063	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1541	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0458 $\pm$ 0.0081	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1542	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0513 $\pm$ 0.0168	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1543	Pilyugin & Thuan (2007)	0.0468 $\pm$ 0.0169	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1544	Popescu & Hopp (2000)	0.15 $\pm$ 0.0075	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1545	Popescu & Hopp (2000)	0.14 $\pm$ 0.007	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1546	Popescu & Hopp (2000)	0.02 $\pm$ 0.001	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1547	Popescu & Hopp (2000)	0.1 $\pm$ 0.005	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1548	Popescu & Hopp (2000)	0.05 $\pm$ 0.0025	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1549	Popescu & Hopp (2000)	0.07 $\pm$ 0.0035	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1550	Popescu & Hopp (2000)	0.05 $\pm$ 0.0025	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1551	Popescu & Hopp (2000)	0.12 $\pm$ 0.006	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1552	Popescu & Hopp (2000)	0.13 $\pm$ 0.0065	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1553	Popescu & Hopp (2000)	0.08 $\pm$ 0.004	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1554	Popescu & Hopp (2000)	0.07 $\pm$ 0.0035	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1555	Popescu & Hopp (2000)	0.09 $\pm$ 0.0045	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1556	Popescu & Hopp (2000)	0.07 $\pm$ 0.0035	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1557	Popescu & Hopp (2000)	0.07 $\pm$ 0.0035	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1558	Popescu & Hopp (2000)	0.14 $\pm$ 0.007	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1559	Popescu & Hopp (2000)	0.11 $\pm$ 0.0055	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
RHII-1560	Popescu & Hopp (2000)	0.11 $\pm$ 0.0055	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1561	Popescu & Hopp (2000)	0.12 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1562	Popescu & Hopp (2000)	0.09 ± 0.0045	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1563	Popescu & Hopp (2000)	0.06 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1564	Popescu & Hopp (2000)	0.09 ± 0.0045	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1565	Popescu & Hopp (2000)	0.03 ± 0.0015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1566	Popescu & Hopp (2000)	0.03 ± 0.0015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1567	Pustilnik et al. (2002)	0.1028 ± 0.0131	0 ± 0	0.0143 ± 0.0087
RHII-1568	Pustilnik et al. (2002)	0 ± 0	0 ± 0	0.0137 ± 0.0105
RHII-1569	Pustilnik et al. (2002)	0.1002 ± 0.0202	0 ± 0	0.0211 ± 0.0159
RHII-1570	Pustilnik et al. (2003a)	0.135 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1571	Pustilnik et al. (2003a)	0.086 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1572	Pustilnik et al. (2003a)	0.012 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1573	Pustilnik et al. (2003a)	0.037 ± 0.01	0 ± 0	0.014 ± 0.005
RHII-1574	Pustilnik et al. (2003b)	0.1026 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1575	Pustilnik et al. (2005)	0.046 ± 0.007	0 ± 0	0.009 ± 0.003
RHII-1576	Pustilnik et al. (2005)	0.057 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1577	Pustilnik et al. (2005)	0.049 ± 0.018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1578	Pustilnik et al. (2005)	0.049 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1579	Pustilnik et al. (2005)	0.053 ± 0.009	0 ± 0	0.013 ± 0.011
RHII-1580	Pustilnik et al. (2005)	0.06 ± 0.018	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1581	Pustilnik et al. (2005)	0.042 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1582	Pustilnik et al. (2005)	0.031 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1583	Pustilnik et al. (2006)	0.131 ± 0.01	0 ± 0	0.006 ± 0.004
RHII-1584	Rayo et al. (1982)	1.06 ± 0.053	2.87 ± 0.1435	1.9 ± 0.095
RHII-1585	Rayo et al. (1982)	1.85 ± 0.0925	2.52 ± 0.126	1.99 ± 0.0995
RHII-1586	Sanders et al. (2012)	0.15 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1587	Saviane et al. (2008)	0.032 ± 0.01	0 ± 0	0.047 ± 0.014
RHII-1588	Saviane et al. (2008)	0.055 ± 0.037	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1589	Saviane et al. (2008)	0.049 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1590	Saviane et al. (2008)	0.045 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1591	Saviane et al. (2008)	0.038 ± 0.02	0 ± 0	0.039 ± 0.023
RHII-1592	Saviane et al. (2008)	0.063 ± 0.045	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1593	Saviane et al. (2008)	0.028 ± 0.01	0 ± 0	0.049 ± 0.012
RHII-1594	Saviane et al. (2008)	0.017 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1595	Saviane et al. (2008)	0.165 ± 0.008	0 ± 0	0.017 ± 0.007
RHII-1596	Saviane et al. (2008)	0.049 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1597	Sedwick & Aller (1981)	0.038 ± 0.0038	0.01 ± 0.001	0.013 ± 0.0013
RHII-1598	Sedwick & Aller (1981)	0.023 ± 0.0023	0 ± 0	0.014 ± 0.0014
RHII-1599	Sedwick & Aller (1981)	0.022 ± 0.0022	0.003 ± 0.0003	0.01 ± 0.001
RHII-1600	Sedwick & Aller (1981)	0.016 ± 0.0016	0 ± 0	0.009 ± 0.0009
RHII-1601	Sedwick & Aller (1981)	0.028 ± 0.0028	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-1602	Sedwick & Aller (1981)	0.093 ± 0.0093	0.003 ± 0.0003	0.014 ± 0.0014
RHII-1603	Sedwick & Aller (1981)	0.036 ± 0.0036	0 ± 0	0.016 ± 0.0016
RHII-1604	Skillman & Kennicutt (1993)	0.044 ± 0.007	0 ± 0	0.0057 ± 0.0005
RHII-1605	Skillman & Kennicutt (1993)	0.062 ± 0.004	0 ± 0	0.0063 ± 0.0005
RHII-1606	Skillman (1985)	0.1 ± 0.003	0 ± 0	0.011 ± 0.002
RHII-1607	Skillman (1985)	0.062 ± 0.003	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-1608	Skillman (1985)	0.054 ± 0.004	0 ± 0	0.01 ± 0.002
RHII-1609	Skillman (1985)	0.072 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1610	Skillman (1985)	0.081 ± 0.004	0 ± 0	0.022 ± 0.004
RHII-1611	Skillman (1985)	0.09 ± 0.003	0 ± 0	0.013 ± 0.001

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1612	Skillman (1985)	0.084 ± 0.003	0 ± 0	0.005 ± 0.002
RHII-1613	Skillman (1985)	0.056 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-1614	Skillman (1985)	0.064 ± 0.003	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-1615	Skillman et al. (2003)	0.061 ± 0.006	0 ± 0	0.019 ± 0.002
RHII-1616	Skillman et al. (2003)	0.05 ± 0.003	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-1617	Skillman et al. (2003)	0.058 ± 0.004	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1618	Skillman et al. (2003)	0 ± 0	0 ± 0	0.025 ± 0.005
RHII-1619	Skillman et al. (2003)	0.0382 ± 0.001	0 ± 0	0.0215 ± 0.0008
RHII-1620	Skillman et al. (2003)	0.0219 ± 0.0013	0 ± 0	0.0201 ± 0.0009
RHII-1621	Skillman et al. (2003)	0.034 ± 0.003	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-1622	Skillman et al. (2013)	0.035 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1623	Skillman et al. (2013)	0.038 ± 0.005	0 ± 0	0.007 ± 0.003
RHII-1624	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.013 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1625	Stanghellini et al. (2010)	0.037 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1626	Stanghellini et al. (2010)	0.022 ± 0.001	0.011 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1627	Stanghellini et al. (2010)	0.104 ± 0.023	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1628	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.012 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1629	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.015 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1630	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.027 ± 0.011	0 ± 0
RHII-1631	Stanghellini et al. (2010)	0.054 ± 0.013	0.028 ± 0.008	0 ± 0
RHII-1632	Stanghellini et al. (2010)	0.249 ± 0.103	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1633	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.006 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1634	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.014 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1635	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.011 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1636	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.017 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1637	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.012 ± 0.009	0 ± 0
RHII-1638	Stanghellini et al. (2010)	0.106 ± 0.045	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1639	Stanghellini et al. (2010)	0.408 ± 0.026	0 ± 0	0.331 ± 0.057
RHII-1640	Stanghellini et al. (2010)	0.051 ± 0.01	0.015 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1641	Stanghellini et al. (2010)	0.149 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1642	Stanghellini et al. (2010)	0.111 ± 0.053	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1643	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.016 ± 0.013	0 ± 0
RHII-1644	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.026 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1645	Stanghellini et al. (2010)	0.014 ± 0.004	0.011 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1646	Stanghellini et al. (2010)	0.013 ± 0.009	0.011 ± 0.006	0.018 ± 0.007
RHII-1647	Stanghellini et al. (2010)	0.012 ± 0.013	0.014 ± 0.011	0 ± 0
RHII-1648	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.012 ± 0.003	0.02 ± 0.003
RHII-1649	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.013 ± 0.01	0 ± 0
RHII-1650	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.023 ± 0.002	0.023 ± 0.022
RHII-1651	Stanghellini et al. (2010)	0.032 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1652	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.003 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1653	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.015 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1654	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0 ± 0	0.016 ± 0.009
RHII-1655	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.031 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1656	Stanghellini et al. (2010)	0 ± 0	0.016 ± 0.016	0 ± 0
RHII-1657	Stanghellini et al. (2010)	0.106 ± 0.029	0.017 ± 0.007	0 ± 0
RHII-1658	Stanghellini et al. (2014)	0.007 ± 0.001	0.018 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1659	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.021 ± 0.005	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1660	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.013 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1661	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.037 ± 0.014	0 ± 0
RHII-1662	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.067 ± 0.016	0 ± 0
RHII-1663	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.093 ± 0.02	0 ± 0
RHII-1664	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.006 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1665	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.173 ± 0.054	0 ± 0
RHII-1666	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.014 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1667	Stanghellini et al. (2014)	0.033 ± 0.005	0 ± 0	0.042 ± 0.012
RHII-1668	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.014 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1669	Stanghellini et al. (2014)	0.021 ± 0.007	0.024 ± 0.007	0 ± 0
RHII-1670	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.043 ± 0.005	0 ± 0
RHII-1671	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0 ± 0	0.134 ± 0.09
RHII-1672	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.014 ± 0.014	0 ± 0
RHII-1673	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.013 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1674	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.216 ± 0.027	0 ± 0
RHII-1675	Stanghellini et al. (2014)	0.003 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1676	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.011 ± 0.007	0 ± 0
RHII-1677	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.078 ± 0.035	0.609 ± 0.032
RHII-1678	Stanghellini et al. (2014)	0.219 ± 0.041	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1679	Stanghellini et al. (2014)	0.005 ± 0.001	0.009 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1680	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.015 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1681	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.006 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1682	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.007 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1683	Stanghellini et al. (2014)	0.002 ± 0.001	0.018 ± 0.004	0 ± 0
RHII-1684	Stanghellini et al. (2014)	0 ± 0	0.013 ± 0.003	0 ± 0
RHII-1685	Stasińska et al. (2013)	0.015 ± 0.006	0 ± 0	0.012 ± 0.006
RHII-1686	Stasińska et al. (2013)	0.011 ± 0.003	0 ± 0	0.016 ± 0.002
RHII-1687	Stasińska et al. (2013)	0.008 ± 0.004	0 ± 0	0.011 ± 0.005
RHII-1688	Stasińska et al. (2013)	0.172 ± 0.06	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1689	Stasińska et al. (2013)	0.212 ± 0.02	0 ± 0	0.022 ± 0.005
RHII-1690	Stasińska et al. (2013)	0.075 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1691	Stasińska et al. (2013)	0.25 ± 0.038	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1692	Stasińska et al. (2013)	0.226 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1693	Stasińska et al. (2013)	0.176 ± 0.025	0 ± 0	0.037 ± 0.007
RHII-1694	Stasińska et al. (2013)	0.245 ± 0.03	0 ± 0	0.04 ± 0
RHII-1695	Stasińska et al. (2013)	0.015 ± 0.006	0 ± 0	0.07 ± 0
RHII-1696	Stasińska et al. (2013)	0.113 ± 0.025	0 ± 0	0.1 ± 0
RHII-1697	Stasińska et al. (2013)	0.051 ± 0.025	0 ± 0	0.07 ± 0
RHII-1698	Stasińska et al. (2013)	0.219 ± 0.05	0.108 ± 0.03	0.051 ± 0.02
RHII-1699	Stasińska et al. (2013)	0.089 ± 0.014	0 ± 0	0.012 ± 0
RHII-1700	Stasińska et al. (2013)	0.104 ± 0.012	0.069 ± 0.035	0.042 ± 0.012
RHII-1701	Stasińska et al. (2013)	0.026 ± 0.007	0 ± 0	0.029 ± 0.005
RHII-1702	Stasińska et al. (2013)	0.208 ± 0.017	0.063 ± 0.02	0.05 ± 0
RHII-1703	Stasińska et al. (2013)	0.023 ± 0.01	0 ± 0	0.016 ± 0.005
RHII-1704	Stasińska et al. (2013)	0.146 ± 0.015	0 ± 0	0.08 ± 0
RHII-1705	Stasińska et al. (2013)	0.149 ± 0.013	0 ± 0	0.06 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1706	Stasińska et al. (2013)	0.124 ± 0.02	0 ± 0	0.04 ± 0
RHII-1707	Stasińska et al. (2013)	0.034 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1708	Stasińska et al. (2013)	0.019 ± 0.004	0 ± 0	0.025 ± 0.004
RHII-1709	Stasińska et al. (2013)	0.15 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1710	Stasińska et al. (2013)	0.02 ± 0.005	0 ± 0	0.02 ± 0.006
RHII-1711	Stasińska et al. (2013)	0.017 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1712	Stasińska et al. (2013)	0.227 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1713	Stasińska et al. (2013)	0.178 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1714	Stasińska et al. (2013)	0.11 ± 0.04	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1715	Stasińska et al. (2013)	0.017 ± 0.005	0 ± 0	0.014 ± 0.004
RHII-1716	Stasińska et al. (2013)	0.199 ± 0.02	0 ± 0	0.027 ± 0.01
RHII-1717	Stasińska et al. (2013)	0.17 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1718	Stasińska et al. (2013)	0.165 ± 0.025	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1719	Stasińska et al. (2013)	0.13 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1720	Terlevich et al. (1991)	0.191 ± 0.02865	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1721	Terlevich et al. (1991)	0.041 ± 0.00615	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1722	Terlevich et al. (1991)	0.119 ± 0.01785	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1723	Terlevich et al. (1991)	0.187 ± 0.02805	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1724	Terlevich et al. (1991)	0.211 ± 0.03165	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1725	Terlevich et al. (1991)	0.286 ± 0.0429	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1726	Terlevich et al. (1991)	0.023 ± 0.00345	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1727	Terlevich et al. (1991)	0.19 ± 0.0285	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1728	Terlevich et al. (1991)	0.043 ± 0.00645	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1729	Terlevich et al. (1991)	0.084 ± 0.0126	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1730	Terlevich et al. (1991)	0.098 ± 0.0147	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1731	Terlevich et al. (1991)	0.056 ± 0.0084	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1732	Terlevich et al. (1991)	0.159 ± 0.02385	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1733	Terlevich et al. (1991)	0.27 ± 0.0405	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1734	Terlevich et al. (1991)	0.077 ± 0.01155	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1735	Terlevich et al. (1991)	0.147 ± 0.02205	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1736	Terlevich et al. (1991)	0.099 ± 0.01485	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1737	Terlevich et al. (1991)	0.059 ± 0.00885	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1738	Terlevich et al. (1991)	0.047 ± 0.00705	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1739	Terlevich et al. (1991)	0.429 ± 0.06435	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1740	Terlevich et al. (1991)	0.083 ± 0.01245	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1741	Terlevich et al. (1991)	0.038 ± 0.0057	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1742	Terlevich et al. (1991)	0.038 ± 0.0057	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1743	Terlevich et al. (1991)	0.025 ± 0.00375	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1744	Terlevich et al. (1991)	0.11 ± 0.0165	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1745	Terlevich et al. (1991)	0.056 ± 0.0084	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1746	Terlevich et al. (1991)	0.085 ± 0.01275	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1747	Terlevich et al. (1991)	0.094 ± 0.0141	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1748	Terlevich et al. (1991)	0.032 ± 0.0048	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1749	Terlevich et al. (1991)	0.08 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1750	Terlevich et al. (1991)	0.125 ± 0.01875	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1751	Terlevich et al. (1991)	0.031 ± 0.00465	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1752	Terlevich et al. (1991)	0.154 ± 0.0231	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1753	Terlevich et al. (1991)	0.05 ± 0.0075	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1754	Terlevich et al. (1991)	0.157 ± 0.02355	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1755	Terlevich et al. (1991)	0.149 ± 0.02235	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1756	Terlevich et al. (1991)	0.096 ± 0.0144	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1757	Terlevich et al. (1991)	0.098 ± 0.0147	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1758	Terlevich et al. (1991)	0.043 ± 0.00645	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1759	Terlevich et al. (1991)	0.114 ± 0.0171	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1760	Terlevich et al. (1991)	0.065 ± 0.00975	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1761	Terlevich et al. (1991)	0.107 ± 0.01605	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1762	Terlevich et al. (1991)	0.073 ± 0.01095	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1763	Terlevich et al. (1991)	0.136 ± 0.0204	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1764	Terlevich et al. (1991)	0.163 ± 0.02445	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1765	Terlevich et al. (1991)	0.093 ± 0.01395	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1766	Terlevich et al. (1991)	0.103 ± 0.01545	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1767	Terlevich et al. (1991)	0.054 ± 0.0081	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1768	Terlevich et al. (1991)	0.195 ± 0.02925	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1769	Terlevich et al. (1991)	0.091 ± 0.01365	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1770	Terlevich et al. (1991)	0.093 ± 0.01395	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1771	Terlevich et al. (1991)	0.047 ± 0.00705	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1772	Terlevich et al. (1991)	0.026 ± 0.0039	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1773	Terlevich et al. (1991)	0.115 ± 0.01725	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1774	Terlevich et al. (1991)	0.066 ± 0.0099	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1775	Terlevich et al. (1991)	0.069 ± 0.01035	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1776	Terlevich et al. (1991)	0.142 ± 0.0213	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1777	Terlevich et al. (1991)	0.119 ± 0.01785	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1778	Terlevich et al. (1991)	0.057 ± 0.00855	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1779	Terlevich et al. (1991)	0.05 ± 0.0075	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1780	Terlevich et al. (1991)	0.101 ± 0.01515	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1781	Terlevich et al. (1991)	0.122 ± 0.0183	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1782	Terlevich et al. (1991)	0.135 ± 0.02025	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1783	Terlevich et al. (1991)	0.155 ± 0.02325	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1784	Terlevich et al. (1991)	0.089 ± 0.01335	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1785	Terlevich et al. (1991)	0.067 ± 0.01005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1786	Terlevich et al. (1991)	0.078 ± 0.0117	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1787	Thuan et al. (1995)	0.106 ± 0.008	0 ± 0	0.016 ± 0.003
RHII-1788	Thuan et al. (1995)	0.045 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1789	Thuan et al. (1995)	0.086 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1790	Thuan et al. (1995)	0.172 ± 0.006	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1791	Thuan et al. (1995)	0.077 ± 0.007	0.01 ± 0.005	0.014 ± 0.005
RHII-1792	Thuan et al. (1999)	0.088 ± 0.002	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-1793	Thuan et al. (1999)	0.087 ± 0.003	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-1794	Thuan et al. (1999)	0.091 ± 0.027	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1795	Torres-Peimbert et al. (1989)	0 ± 0	2.2 ± 0.1	2 ± 0.07
RHII-1796	Torres-Peimbert et al. (1989)	1.83 ± 0.04	2.43 ± 0.08	1.88 ± 0.05
RHII-1797	Torres-Peimbert et al. (1989)	1.71 ± 0.06	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1798	Torres-Peimbert et al. (1989)	1.04 ± 0.02	2.77 ± 0.15	1.8 ± 0.06

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1799	Tüllmann et al. (2003)	0.03 ± 0.0042	0.01 ± 0.0014	0 ± 0
RHII-1800	Tüllmann et al. (2003)	0.01 ± 0.0014	0.02 ± 0.0028	0 ± 0
RHII-1801	Tüllmann et al. (2003)	0.04 ± 0.0056	0.002 ± 0.00028	0 ± 0
RHII-1802	van Zee et al. (1997)	0.048 ± 0.003	0 ± 0	0.018 ± 0.001
RHII-1803	van Zee et al. (1997)	0.035 ± 0.004	0 ± 0	0.019 ± 0.002
RHII-1804	van Zee et al. (1997)	0.089 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1805	van Zee et al. (1997)	0.027 ± 0.015	0 ± 0	0.021 ± 0.001
RHII-1806	van Zee et al. (1997)	0.048 ± 0.005	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-1807	van Zee et al. (1997)	0.026 ± 0.016	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-1808	van Zee et al. (1997)	0.029 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1809	van Zee et al. (1997)	0.03 ± 0.004	0 ± 0	0.023 ± 0.002
RHII-1810	van Zee et al. (1997)	0.021 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1811	van Zee et al. (1997)	0.031 ± 0.006	0 ± 0	0.03 ± 0.003
RHII-1812	van Zee et al. (1997)	0.029 ± 0.017	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1813	van Zee et al. (1997)	0 ± 0	0 ± 0	0.018 ± 0.014
RHII-1814	van Zee et al. (1997)	0.105 ± 0.019	0 ± 0	0.034 ± 0.034
RHII-1815	van Zee et al. (1997)	0.053 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1816	van Zee et al. (1997)	0.038 ± 0.009	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1817	van Zee et al. (1997)	0.041 ± 0.02	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1818	van Zee et al. (1997)	0.027 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1819	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-1820	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.007 ± 0.001
RHII-1821	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.003
RHII-1822	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.004
RHII-1823	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-1824	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-1825	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-1826	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-1827	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-1828	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-1829	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-1830	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.001
RHII-1831	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1832	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.012 ± 0.003
RHII-1833	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.004
RHII-1834	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.032 ± 0.006
RHII-1835	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.008 ± 0.003
RHII-1836	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.002 ± 0.001
RHII-1837	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.007 ± 0.001
RHII-1838	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.007 ± 0.001
RHII-1839	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.018 ± 0.005
RHII-1840	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.009 ± 0.001
RHII-1841	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-1842	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.007 ± 0.001
RHII-1843	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.001
RHII-1844	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.009 ± 0.001

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1845	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.001
RHII-1846	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-1847	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-1848	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-1849	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-1850	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-1851	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-1852	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-1853	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.001
RHII-1854	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.018 ± 0.001
RHII-1855	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.022 ± 0.001
RHII-1856	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.008 ± 0.003
RHII-1857	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-1858	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-1859	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1860	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.01 ± 0.002
RHII-1861	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-1862	van Zee et al. (1998)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-1863	van Zee (2000)	0.038 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1864	van Zee (2000)	0.043 ± 0.008	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1865	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.031 ± 0.003
RHII-1866	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.025 ± 0.003
RHII-1867	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.012 ± 0.002
RHII-1868	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.005
RHII-1869	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.019 ± 0.001
RHII-1870	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.019 ± 0.001
RHII-1871	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.002
RHII-1872	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.026 ± 0.005
RHII-1873	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1874	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.022 ± 0.002
RHII-1875	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.015 ± 0.001
RHII-1876	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.019 ± 0.001
RHII-1877	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.02 ± 0.002
RHII-1878	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.017 ± 0.003
RHII-1879	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.037 ± 0.01
RHII-1880	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.022 ± 0.003
RHII-1881	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.017 ± 0.001
RHII-1882	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.017 ± 0.002
RHII-1883	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.015 ± 0.002
RHII-1884	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.011 ± 0.003
RHII-1885	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.014 ± 0.001
RHII-1886	van Zee & Haynes (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.003
RHII-1887	van Zee et al. (2006)	0.137 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1888	van Zee et al. (2006)	0.045 ± 0.008	0 ± 0	0.016 ± 0.003

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SII] λ 6312
RHII-1889	van Zee et al. (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.017 ± 0.003
RHII-1890	van Zee et al. (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.023 ± 0.004
RHII-1891	van Zee et al. (2006)	0 ± 0	0 ± 0	0.013 ± 0.002
RHII-1892	van Zee et al. (2006)	0.038 ± 0.008	0 ± 0	0.014 ± 0.003
RHII-1893	Vílchez et al. (1988)	0.0075 ± 0.001	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1894	Vílchez et al. (1988)	0.024 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1895	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1896	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.067 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1897	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.083 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1898	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.064 ± 0.011	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1899	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.059 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1900	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.077 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1901	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.056 ± 0.003	0 ± 0	0.005 ± 0.002
RHII-1902	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.042 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1903	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.046 ± 0.007	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1904	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.057 ± 0.009	0 ± 0	0.006 ± 0.001
RHII-1905	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.06 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1906	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.065 ± 0.005	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1907	Vílchez & Iglesias-Páramo (1998)	0.046 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1908	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.041 ± 0.002	0 ± 0	0.016 ± 0.001
RHII-1909	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.024 ± 0.002	0 ± 0	0.012 ± 0.001
RHII-1910	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.095 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1911	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.046 ± 0.015	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1912	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.041 ± 0.014	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1913	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.015 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1914	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.035 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1915	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.072 ± 0.012	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1916	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	0.031 ± 0.013	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1917	Webster & Smith (1983)	0.039 ± 0.0156	0 ± 0	0.02 ± 0.008
RHII-1918	Webster & Smith (1983)	0.032 ± 0.0128	0 ± 0	0.015 ± 0.006
RHII-1919	Webster & Smith (1983)	0.012 ± 0.0048	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1920	Webster & Smith (1983)	0.033 ± 0.0132	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1921	Webster & Smith (1983)	0.0066 ± 0.00264	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1922	Webster & Smith (1983)	0.044 ± 0.0176	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1923	Webster & Smith (1983)	0.039 ± 0.0156	0 ± 0	0.014 ± 0.0056
RHII-1924	Webster & Smith (1983)	0.075 ± 0.015	0 ± 0	0.025 ± 0.01
RHII-1925	Webster & Smith (1983)	0.067 ± 0.0134	0 ± 0	0.022 ± 0.0044
RHII-1926	Webster & Smith (1983)	0.036 ± 0.0144	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1927	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0026 ± 0.0003	0.0204 ± 0.0006
RHII-1928	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0042 ± 0.0009	0.0167 ± 0.0007
RHII-1929	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0062 ± 0.0009	0.0171 ± 0.0081
RHII-1930	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0046 ± 0.0002	0.0171 ± 0.0003
RHII-1931	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0 ± 0	0.015 ± 0.0023
RHII-1932	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0025 ± 0.0011	0.0228 ± 0.0008
RHII-1933	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0028 ± 0.0004	0.0173 ± 0.0003
RHII-1934	Westmoquette et al. (2013)	0 ± 0	0.0032 ± 0.0005	0.0171 ± 0.0005
RHII-1935	Zahid & Bresolin (2011)	0.017 ± 0.003	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1936	Zahid & Bresolin (2011)	0.028 ± 0.006	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1937	Zahid & Bresolin (2011)	0.027 ± 0.004	0 ± 0	0 ± 0
RHII-1938	Zurita & Bresolin (2012)	0 ± 0	0.005 ± 0.0008	0.006 ± 0.0007
RHII-1939	Zurita & Bresolin (2012)	0 ± 0	0.0069 ± 0.0006	0 ± 0
RHII-1940	Zurita & Bresolin (2012)	0.221 ± 0.014	0.061 ± 0.011	0.026 ± 0.008
RHII-1941	Zurita & Bresolin (2012)	0.0034 ± 0.0002	0.0086 ± 0.0005	0.006 ± 0.0004
RHII-1942	Zurita & Bresolin (2012)	0.004 ± 0.0003	0.0043 ± 0.0006	0.0097 ± 0.0011

APÉNDICE D. CATÁLOGO COMPLETO DE LÍNEAS AURORALES

ID	Referencia	[OIII] λ 4363	[NII] λ 5755	[SIII] λ 6312
RHII-1943	Zurita & Bresolin (2012)	0 ± 0	0.0051 ± 0.001	0 ± 0
RHII-1944	Zurita & Bresolin (2012)	0.013 ± 0.0008	0.004 ± 0.0003	0.0121 ± 0.0008
RHII-1945	Zurita & Bresolin (2012)	0.012 ± 0.001	0.0066 ± 0.0006	0.0137 ± 0.001
RHII-1946	Zurita & Bresolin (2012)	0 ± 0	0.013 ± 0.002	0 ± 0
RHII-1947	Zurita & Bresolin (2012)	0.0135 ± 0.0008	0.0045 ± 0.0008	0.0145 ± 0.0014
RHII-1948	Zurita & Bresolin (2012)	0.0097 ± 0.0005	0.0078 ± 0.0005	0 ± 0
RHII-1949	Zurita & Bresolin (2012)	0 ± 0	0.007 ± 0.0007	0 ± 0
RHII-1950	Zurita & Bresolin (2012)	0 ± 0	0.016 ± 0.002	0 ± 0

Apéndice E

Catálogo Final

A continuación se muestra la tabla referente al *Catálogo Final*, la cual está constituida por el *ID* que se le brindó a cada fuente en este trabajo, así como la *Referencia* de donde esta se obtuvo. Además, se incluyen los cálculos hechos en este trabajo, los cuales son los indicadores empíricos de abundancias químicas $O3N2$ y $N2$, la temperatura electrónica T_3 y la abundancia química de oxígeno $12 + \log(O/H)$.

ID	Referencia	O3N2	N2	T_3 [$10^4 K$]	$12 + \log(O/H)$
RHII-3	Annibali et al. (2015)	1.8905	-1.3919	1.2946	7.97 ± 0.03
RHII-4	Annibali et al. (2015)	2.0535	-1.4393	1.2304	8.07 ± 0.05
RHII-7	Annibali et al. (2015)	1.9378	-1.3665	1.3014	7.99 ± 0.02
RHII-8	Annibali et al. (2015)	1.7111	-1.2011	1.3342	7.97 ± 0.02
RHII-11	Annibali et al. (2017)	2.1765	-1.5533	0.9388	8.36 ± 0.02
RHII-25	Berg et al. (2012)	2.3185	-1.7574	1.6988	7.63 ± 0.06
RHII-28	Berg et al. (2012)	1.8917	-1.3772	1.2373	8.06 ± 0.11
RHII-29	Berg et al. (2012)	1.9275	-1.3700	1.2987	7.99 ± 0.09
RHII-30	Berg et al. (2012)	2.0349	-1.4189	1.2423	8.07 ± 0.04
RHII-31	Berg et al. (2012)	2.0744	-1.5533	1.3419	7.96 ± 0.1
RHII-32	Berg et al. (2012)	2.1220	-1.4926	1.3062	8.01 ± 0.08
RHII-34	Berg et al. (2012)	1.0940	-0.8436	1.1106	8.1 ± 0.1
RHII-35	Berg et al. (2012)	1.9592	-1.6782	1.4274	7.73 ± 0.07
RHII-36	Berg et al. (2012)	2.1271	-1.7240	1.4618	7.71 ± 0.04
RHII-37	Berg et al. (2012)	1.5223	-1.0584	1.0393	8.23 ± 0.06
RHII-38	Berg et al. (2012)	1.4951	-0.9792	1.1651	8.12 ± 0.1
RHII-41	Berg et al. (2012)	2.1747	-1.6113	1.2994	7.96 ± 0.07
RHII-43	Berg et al. (2012)	2.6060	-1.9123	1.4069	7.88 ± 0.01
RHII-44	Berg et al. (2012)	2.5287	-2.2522	1.9481	7.2 ± -0.23
RHII-45	Berg et al. (2012)	1.9200	-1.3772	1.5285	7.78 ± 0.03
RHII-46	Berg et al. (2012)	2.1119	-1.5426	1.4839	7.8 ± 0.07
RHII-51	Berg et al. (2012)	2.2021	-1.7488	1.5684	7.66 ± 0.09
RHII-52	Berg et al. (2012)	1.6489	-1.1776	1.1706	8.13 ± 0.08

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-54	Berg et al. (2012)	2.4401	-1.9792	1.6532	7.52 ± 0.02
RHII-57	Berg et al. (2012)	2.3375	-1.9379	1.6965	7.47 ± 0.03
RHII-58	Berg et al. (2012)	2.2223	-1.5021	1.3414	8.01 ± 0.06
RHII-61	Berg et al. (2012)	1.7833	-1.2442	0.9637	8.38 ± 0.02
RHII-65	Berg et al. (2012)	2.3227	-1.8543	1.4142	7.78 ± 0.1
RHII-67	Berg et al. (2012)	2.2693	-1.7574	1.4699	7.74 ± 0.08
RHII-68	Berg et al. (2012)	2.2314	-1.6113	1.2735	8.01 ± 0.03
RHII-69	Berg et al. (2012)	2.2963	-1.6782	1.3205	7.97 ± 0.08
RHII-71	Berg et al. (2012)	2.4508	-1.7843	1.2635	8.01 ± 0.08
RHII-81	Berg et al. (2013)	0.7647	-0.6855	0.9958	8.18 ± 0.04
RHII-82	Berg et al. (2013)	0.9335	-0.7404	1.0035	8.22 ± 0.04
RHII-83	Berg et al. (2013)	2.0333	-1.3772	1.0230	8.3 ± 0.03
RHII-85	Berg et al. (2013)	1.7744	-1.2133	1.0706	8.26 ± 0.12
RHII-86	Berg et al. (2013)	1.7875	-1.2522	1.1710	8.14 ± 0.02
RHII-87	Berg et al. (2013)	0.8407	-0.7404	0.9067	8.33 ± 0.08
RHII-89	Berg et al. (2013)	0.9008	-0.7936	0.9620	8.19 ± 0.11
RHII-90	Berg et al. (2013)	1.1804	-0.8882	0.8845	8.39 ± 0.02
RHII-91	Berg et al. (2013)	1.7786	-1.2011	1.1112	8.21 ± 0.01
RHII-92	Berg et al. (2013)	1.7378	-1.2259	0.9794	8.35 ± 0.04
RHII-93	Berg et al. (2013)	1.9445	-1.3424	1.1321	8.19 ± 0.01
RHII-106	Berg et al. (2016)	2.5989	-1.8543	1.5264	7.82 ± 0.02
RHII-111	Berg et al. (2016)	3.0007	-2.5021	2.0760	7.26 ± 0
RHII-118	Berg et al. (2016)	1.2715	-0.9792	0.8930	8.38 ± 0.05
RHII-120	Berg et al. (2016)	2.9116	-2.3424	1.8359	7.41 ± 0.01
RHII-256	Brown et al. (2014)	2.1082	-1.3808	1.3090	8.03 ± 0.03
RHII-258	Brown et al. (2014)	1.6090	-1.0654	1.0348	8.31 ± 0.11
RHII-264	Buckalew et al. (2005)	2.4071	-1.6804	1.3730	7.94 ± 0.04
RHII-266	Buckalew et al. (2005)	2.0265	-1.3355	1.1947	8.11 ± 0.07
RHII-270	Buckalew et al. (2005)	2.4072	-1.6284	1.1539	8.18 ± 0.04
RHII-271	Buckalew et al. (2005)	1.9805	-1.3029	1.3996	7.99 ± 0.11
RHII-274	Buckalew et al. (2005)	2.9589	-2.1219	1.4505	7.91 ± 0.01
RHII-275	Buckalew et al. (2005)	2.7496	-2.0077	1.4437	7.84 ± 0.01
RHII-277	Buckalew et al. (2005)	1.8711	-1.3270	0.9966	8.3 ± 0.03
RHII-278	Buckalew et al. (2005)	1.6862	-1.1920	1.0046	8.27 ± 0.06
RHII-280	Buckalew et al. (2005)	1.7257	-1.1425	1.1094	8.2 ± 0.03
RHII-282	Campbell et al. (1986)	2.1171	-1.4520	1.1415	8.27 ± 0.06
RHII-283	Campbell et al. (1986)	2.0356	-1.3882	1.1010	8.2 ± 0.02
RHII-284	Campbell et al. (1986)	1.8848	-1.2950	1.1722	8.13 ± 0.05
RHII-285	Campbell et al. (1986)	0.0000	0.0000	2.0005	7.4 ± 0.06
RHII-286	Campbell et al. (1986)	2.4307	-1.6855	1.4211	7.94 ± 0.01
RHII-287	Campbell et al. (1986)	2.1587	-1.3808	1.2630	8.12 ± 0.06
RHII-289	Campbell et al. (1986)	2.3802	-1.6435	1.4449	7.9 ± 0.01

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-291	Campbell et al. (1986)	2.2273	-1.4926	1.1930	8.15 ± 0.02
RHII-292	Campbell et al. (1986)	2.3024	-1.5168	1.4037	7.95 ± 0.02
RHII-295	Campbell et al. (1986)	2.3037	-1.6239	1.4046	7.9 ± 0.03
RHII-298	Campbell et al. (1986)	2.7021	-1.9512	1.6384	7.72 ± 0.03
RHII-303	Campbell et al. (1986)	2.5191	-1.7843	1.4990	7.84 ± 0.02
RHII-304	Campbell et al. (1986)	2.1367	-1.3071	1.2517	8.15 ± 0.05
RHII-305	Campbell et al. (1986)	2.0491	-1.3665	1.1787	8.16 ± 0.04
RHII-306	Campbell et al. (1986)	2.4158	-1.6710	1.1392	8.21 ± 0.07
RHII-307	Campbell et al. (1986)	1.8483	-1.1597	1.1779	8.16 ± 0.09
RHII-308	Campbell et al. (1986)	2.4491	-1.7240	1.3271	8.02 ± 0.06
RHII-309	Campbell et al. (1986)	2.6281	-1.9123	1.4787	7.82 ± 0.03
RHII-310	Campbell et al. (1986)	1.7948	-1.1892	1.2814	7.99 ± 0.12
RHII-311	Campbell et al. (1986)	0.0000	0.0000	1.4850	7.86 ± 0.05
RHII-313	Castellanos et al. (2002)	0.9504	-0.7609	1.0058	8.23 ± 0.08
RHII-353	Croxall et al. (2009)	1.9405	-1.4607	1.2834	7.85 ± 0.05
RHII-359	Esteban et al. (2009)	0.7612	-0.7974	0.7472	8.47 ± 0.1
RHII-360	Esteban et al. (2009)	1.3574	-1.0331	0.8260	8.35 ± 0.03
RHII-362	Esteban et al. (2009)	1.4740	-0.9940	0.8662	8.37 ± 0.04
RHII-364	Esteban et al. (2009)	1.0267	-0.8653	0.8233	8.31 ± 0.08
RHII-365	Esteban et al. (2009)	1.1960	-1.0170	0.8869	8.14 ± 0.05
RHII-366	Esteban et al. (2009)	1.2576	-0.9721	0.8402	8.33 ± 0.04
RHII-367	Esteban et al. (2009)	2.9732	-2.2158	1.6232	7.73 ± 0.02
RHII-368	Esteban et al. (2009)	1.4030	-0.9512	0.8505	8.42 ± 0.03
RHII-369	Esteban et al. (2009)	1.5240	-1.0397	0.8646	8.41 ± 0.11
RHII-370	Esteban et al. (2009)	1.8065	-1.3041	1.0638	8.09 ± 0.07
RHII-371	Esteban et al. (2009)	2.5961	-1.8129	1.2820	8.05 ± 0.02
RHII-375	Esteban et al. (2014)	2.6735	-1.9379	1.5634	7.8 ± 0.02
RHII-376	Esteban et al. (2014)	2.4768	-1.6929	1.3590	8.01 ± 0.02
RHII-379	Esteban et al. (2014)	2.6549	-1.8129	1.3158	8.07 ± 0.02
RHII-381	Esteban et al. (2014)	2.2091	-1.4832	1.1423	8.21 ± 0.02
RHII-383	Esteban et al. (2017)	1.7002	-1.1663	0.8441	8.43 ± 0.03
RHII-384	Esteban et al. (2017)	1.3235	-0.8905	1.0083	8.26 ± 0.04
RHII-387	Esteban et al. (2017)	1.8143	-1.3904	1.1254	8.03 ± 0.11
RHII-388	Esteban et al. (2017)	2.0021	-1.2501	1.0452	8.28 ± 0.05
RHII-421	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	2.8755	-2.0762	1.6513	7.77 ± 0.03
RHII-422	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	2.7574	-1.9940	1.5831	7.79 ± 0.03
RHII-423	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	2.8796	-2.0762	1.5008	7.88 ± 0.02
RHII-426	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	2.7779	-1.9792	1.5200	7.87 ± 0.01
RHII-427	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	2.9465	-2.1139	1.4948	7.89 ± 0.02
RHII-430	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	2.8803	-2.0762	1.5583	7.84 ± 0.02
RHII-432	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.0000	0.0000	1.4851	7.88 ± 0.01
RHII-433	Gonzalez-Delgado et al. (1994)	0.0000	0.0000	1.5480	7.84 ± 0.03
RHII-437	Guseva et al. (2000)	1.9329	-1.3165	1.1659	8.09 ± 0.04
RHII-440	Guseva et al. (2000)	2.3263	-1.5871	1.0877	8.24 ± 0.02
RHII-441	Guseva et al. (2001)	3.0008	-2.3772	1.9055	7.46 ± 0.01
RHII-442	Guseva et al. (2001)	2.8770	-2.2522	2.0164	7.43 ± 0

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-443	Guseva et al. (2003a)	2.5005	-1.9512	1.6618	7.58 ± 0.01
RHII-444	Guseva et al. (2003a)	2.3340	-1.8331	1.5998	7.61 ± 0.04
RHII-445	Guseva et al. (2003b)	2.7915	-2.0946	1.7932	7.59 ± 0.02
RHII-447	Guseva et al. (2004)	3.0386	-2.2522	1.6479	7.72 ± 0.01
RHII-449	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.6359	7.61 ± 0.01
RHII-450	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.2324	7.99 ± 0.05
RHII-451	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.4065	7.93 ± 0.03
RHII-452	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.5957	7.68 ± 0.06
RHII-453	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.4176	8 ± 0.02
RHII-454	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.0928	8.21 ± 0.01
RHII-455	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.1802	8.17 ± 0.01
RHII-456	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.1264	8.2 ± 0.03
RHII-457	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.2318	8.01 ± 0.08
RHII-458	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.7445	7.64 ± 0.06
RHII-459	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.8313	7.49 ± 0.1
RHII-460	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.7551	7.59 ± 0.01
RHII-461	Guseva et al. (2009)	0.0000	0.0000	1.7400	7.6 ± 0.08
RHII-462	Guseva et al. (2009)	2.4917	-1.6982	1.3136	8.03 ± 0.01
RHII-463	Guseva et al. (2009)	2.1696	-1.4745	1.4597	7.91 ± 0.02
RHII-467	Guseva et al. (2009)	2.9660	-2.2415	1.8044	7.61 ± 0.01
RHII-468	Guseva et al. (2009)	2.0381	-1.7232	1.5017	7.58 ± 0.1
RHII-469	Guseva et al. (2009)	1.7920	-1.6448	1.8329	7.36 ± 0.04
RHII-470	Guseva et al. (2009)	1.8841	-1.7454	2.1510	7.16 ± 0.09
RHII-472	Guseva et al. (2009)	2.9486	-2.4879	2.0406	7.24 ± 0
RHII-475	Guseva et al. (2009)	2.9802	-2.2259	1.7417	7.67 ± 0.01
RHII-476	Guseva et al. (2009)	2.1346	-1.6362	1.5229	7.74 ± 0.04
RHII-477	Guseva et al. (2009)	2.4980	-1.7626	1.4295	7.93 ± 0.01
RHII-479	Guseva et al. (2011)	1.2462	-0.8823	1.0651	8.16 ± 0.03
RHII-480	Guseva et al. (2011)	1.7032	-1.1760	1.2288	8.1 ± 0.03
RHII-481	Guseva et al. (2011)	1.6734	-1.1621	1.1690	8.1 ± 0.03
RHII-482	Guseva et al. (2011)	2.5266	-1.9608	1.5542	7.68 ± 0.02
RHII-483	Guseva et al. (2011)	2.5824	-1.9778	1.5452	7.7 ± 0.01
RHII-484	Guseva et al. (2011)	2.8379	-2.0550	1.5656	7.78 ± 0.01
RHII-485	Guseva et al. (2011)	2.4513	-1.7329	1.3606	7.93 ± 0.01
RHII-486	Guseva et al. (2011)	2.7722	-2.0654	1.7211	7.64 ± 0.01
RHII-487	Guseva et al. (2011)	2.8877	-2.0762	1.5003	7.85 ± 0.01
RHII-488	Guseva et al. (2011)	2.1311	-1.4444	1.1357	8.22 ± 0.02
RHII-491	Guseva et al. (2011)	2.1921	-1.4294	1.1047	8.23 ± 0.01
RHII-493	Guseva et al. (2011)	2.5319	-1.7870	1.3376	7.98 ± 0.01
RHII-494	Guseva et al. (2011)	2.7280	-1.9135	1.3027	8.05 ± 0.01
RHII-496	Guseva et al. (2011)	2.1607	-1.3374	1.3829	7.99 ± 0.01
RHII-497	Guseva et al. (2011)	1.9276	-1.1253	1.2214	8.13 ± 0.01

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-498	Guseva et al. (2011)	2.0070	-1.3577	1.0269	8.28 ± 0.01
RHII-500	Guseva et al. (2011)	1.8273	-1.0147	1.2354	8.14 ± 0.01
RHII-501	Guseva et al. (2011)	2.0217	-1.3319	1.0270	8.31 ± 0.01
RHII-502	Guseva et al. (2011)	1.9018	-1.3162	0.9447	8.36 ± 0.02
RHII-505	Guseva et al. (2011)	2.3414	-1.5436	1.1827	8.27 ± 0.01
RHII-506	Guseva et al. (2011)	2.2387	-1.5990	1.2414	7.97 ± 0.01
RHII-507	Guseva et al. (2011)	2.4384	-1.7129	1.2203	8.08 ± 0.01
RHII-508	Guseva et al. (2011)	2.5287	-1.8041	1.1372	8.14 ± 0.01
RHII-509	Guseva et al. (2011)	2.9630	-2.1963	1.7042	7.69 ± 0.01
RHII-510	Guseva et al. (2011)	2.8862	-2.1446	1.2232	8.05 ± 0.01
RHII-511	Guseva et al. (2011)	2.5929	-1.8720	1.2616	8.02 ± 0.01
RHII-512	Guseva et al. (2011)	2.5352	-1.8468	1.2301	8.04 ± 0.01
RHII-513	Guseva et al. (2011)	2.4440	-1.7618	1.2320	8.05 ± 0.01
RHII-514	Guseva et al. (2011)	2.7418	-2.0282	1.2705	8 ± 0.01
RHII-515	Guseva et al. (2011)	2.3436	-1.6682	1.3196	7.98 ± 0.01
RHII-516	Guseva et al. (2011)	2.7587	-2.0447	1.3274	7.94 ± 0.01
RHII-517	Guseva et al. (2011)	2.4972	-1.8189	1.2675	7.98 ± 0.01
RHII-518	Guseva et al. (2011)	2.5586	-1.8812	1.2970	7.96 ± 0.01
RHII-519	Guseva et al. (2011)	2.1300	-1.5511	1.2241	8.08 ± 0.01
RHII-520	Guseva et al. (2011)	2.3621	-1.7321	1.2203	8.04 ± 0.01
RHII-521	Guseva et al. (2011)	2.3642	-1.7671	1.2064	8.06 ± 0.01
RHII-522	Guseva et al. (2011)	2.1516	-1.4134	1.2256	8.16 ± 0.04
RHII-523	Guseva et al. (2011)	2.6153	-1.7927	1.5437	7.87 ± 0.01
RHII-525	Guseva et al. (2011)	2.6986	-1.9445	1.1626	8.14 ± 0.01
RHII-526	Guseva et al. (2011)	2.7293	-1.9539	1.1981	8.12 ± 0.02
RHII-527	Guseva et al. (2011)	2.2051	-1.3686	1.3079	8.1 ± 0.01
RHII-528	Guseva et al. (2011)	2.7786	-2.0046	1.6076	7.78 ± 0.01
RHII-529	Guseva et al. (2011)	2.8364	-2.0780	1.6621	7.73 ± 0.01
RHII-530	Guseva et al. (2011)	2.5655	-1.7565	1.5831	7.81 ± 0.01
RHII-531	Guseva et al. (2011)	2.5709	-1.8189	1.3568	7.96 ± 0.02
RHII-532	Guseva et al. (2011)	2.8020	-2.0637	1.2887	8 ± 0.01
RHII-533	Guseva et al. (2011)	2.5745	-1.8620	1.2495	8.02 ± 0.01
RHII-535	Guseva et al. (2011)	2.4153	-1.7280	1.2524	8.05 ± 0.01
RHII-537	Guseva et al. (2011)	2.3016	-1.6290	1.2846	8.03 ± 0.01
RHII-538	Guseva et al. (2011)	2.6540	-1.9392	1.2473	8.02 ± 0.01
RHII-539	Guseva et al. (2011)	2.4647	-1.7833	1.2775	7.99 ± 0.01
RHII-540	Guseva et al. (2011)	2.5075	-1.8100	1.2954	7.99 ± 0.01
RHII-541	Guseva et al. (2011)	2.1212	-1.5522	1.2218	8.08 ± 0.01
RHII-542	Guseva et al. (2011)	2.3991	-1.7706	1.1963	8.05 ± 0.01
RHII-543	Guseva et al. (2011)	2.3327	-1.7412	1.2015	8.06 ± 0.01
RHII-545	Guseva et al. (2011)	2.0750	-1.3801	1.3614	8.06 ± 0.02

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-546	Guseva et al. (2011)	2.5675	-1.7618	1.5144	7.88 ± 0.01
RHII-549	Guseva et al. (2011)	2.8166	-2.2415	1.8000	7.5 ± 0.01
RHII-550	Guseva et al. (2011)	2.6133	-2.0798	1.7694	7.52 ± 0.01
RHII-551	Guseva et al. (2011)	2.7346	-1.9692	1.1853	8.11 ± 0.01
RHII-552	Guseva et al. (2011)	2.6176	-1.8576	1.2160	8.09 ± 0.01
RHII-553	Guseva et al. (2011)	2.4024	-1.7354	1.2316	8.02 ± 0.04
RHII-554	Guseva et al. (2011)	2.1666	-1.3577	1.3899	8.01 ± 0.01
RHII-555	Guseva et al. (2011)	2.4426	-1.6997	1.4435	7.94 ± 0.02
RHII-556	Guseva et al. (2011)	2.7627	-1.9940	1.5868	7.79 ± 0.01
RHII-557	Guseva et al. (2011)	2.8316	-2.0798	1.6116	7.75 ± 0.01
RHII-559	Guseva et al. (2011)	2.5790	-1.8457	1.4065	7.93 ± 0.01
RHII-560	Guseva et al. (2011)	2.3935	-1.6775	1.2320	8.08 ± 0.02
RHII-561	Guseva et al. (2011)	2.1345	-1.5124	1.1627	8.12 ± 0.01
RHII-562	Guseva et al. (2012)	1.3379	-0.7679	1.0154	8.3 ± 0.01
RHII-563	Guseva et al. (2012)	1.1970	-0.6956	1.1312	8.13 ± 0.05
RHII-564	Guseva et al. (2012)	2.3186	-1.6051	1.4770	7.87 ± 0.01
RHII-571	Hägele et al. (2008)	2.3455	-1.5576	1.4028	7.96 ± 0.02
RHII-572	Hägele et al. (2008)	2.0128	-1.3143	1.0879	8.24 ± 0.02
RHII-573	Hägele et al. (2008)	1.8539	-1.1643	1.1585	8.21 ± 0.02
RHII-574	Hägele et al. (2008)	1.6214	-1.1309	1.1266	8.12 ± 0.02
RHII-575	Hägele et al. (2008)	2.6079	-1.8189	1.2978	8.03 ± 0.01
RHII-576	Hägele et al. (2008)	1.9359	-1.3016	1.2349	8.07 ± 0.02
RHII-577	Hägele et al. (2008)	1.8283	-1.1161	1.2596	8.08 ± 0.02
RHII-586	Hsyu et al. (2018)	2.8462	-2.2442	1.5674	7.65 ± 0.01
RHII-587	Hsyu et al. (2018)	2.0089	-1.5966	1.5304	7.64 ± 0.02
RHII-588	Hsyu et al. (2018)	2.4187	-1.9472	1.5601	7.57 ± 0.01
RHII-589	Hsyu et al. (2018)	2.3450	-1.6710	1.2218	8.05 ± 0.03
RHII-590	Hsyu et al. (2018)	2.1346	-1.5877	1.4762	7.72 ± 0.03
RHII-592	Hsyu et al. (2018)	2.3128	-1.8835	1.7685	7.36 ± 0.06
RHII-593	Hsyu et al. (2018)	2.1500	-1.7105	1.5613	7.63 ± 0.03
RHII-597	Hsyu et al. (2018)	2.3753	-1.8929	1.1582	7.9 ± 0.06
RHII-601	Hsyu et al. (2018)	2.1719	-1.6271	1.1856	8.06 ± 0.03
RHII-606	Hsyu et al. (2018)	2.5365	-2.1219	1.6761	7.4 ± 0.01
RHII-607	Hsyu et al. (2018)	2.5940	-2.0108	1.5629	7.63 ± 0.01
RHII-608	Hsyu et al. (2018)	2.5888	-2.0853	1.5307	7.63 ± 0.02
RHII-609	Hsyu et al. (2018)	2.2647	-1.7404	1.4549	7.73 ± 0.01
RHII-610	Hsyu et al. (2018)	2.2879	-1.6584	1.3899	7.85 ± 0.01
RHII-611	Hsyu et al. (2018)	2.2794	-1.7993	1.5508	7.59 ± 0.01
RHII-612	Hsyu et al. (2018)	2.3574	-1.8835	1.4938	7.62 ± 0.01
RHII-613	Hsyu et al. (2018)	1.4874	-0.9215	1.0669	8.24 ± 0
RHII-614	Hsyu et al. (2018)	2.3974	-1.8012	1.4030	7.8 ± 0.02

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-615	Hsyu et al. (2020)	2.3503	-1.8642	1.5587	7.59 ± 0.01
RHII-617	Hsyu et al. (2020)	2.5002	-1.8300	1.3253	7.94 ± 0.03
RHII-618	Hsyu et al. (2020)	2.3711	-2.0464	1.5027	7.64 ± 0.11
RHII-619	Hsyu et al. (2020)	2.7392	-2.2711	1.7305	7.41 ± 0.01
RHII-623	Izotov et al. (1994)	2.4439	-1.9940	1.6638	7.53 ± 0.02
RHII-624	Izotov et al. (1994)	2.7824	-2.2522	2.1812	7.27 ± 0.02
RHII-625	Izotov et al. (1994)	2.3870	-1.6502	1.3421	8 ± 0.02
RHII-626	Izotov et al. (1994)	2.3745	-1.6239	1.3365	8.01 ± 0.02
RHII-628	Izotov et al. (1994)	2.6356	-1.8543	1.6314	7.78 ± 0.01
RHII-629	Izotov et al. (1994)	2.6530	-2.1139	1.9511	7.39 ± 0.02
RHII-630	Izotov et al. (1994)	2.8226	-2.1553	1.7085	7.61 ± 0.01
RHII-631	Izotov et al. (1994)	2.6882	-1.9512	1.6086	7.76 ± 0.02
RHII-632	Izotov et al. (1994)	2.4072	-1.6855	1.4042	7.93 ± 0.02
RHII-633	Izotov et al. (1997a)	3.1103	-2.6113	2.0532	7.26 ± 0
RHII-635	Izotov et al. (1997b)	2.3498	-1.7160	1.4924	7.82 ± 0.02
RHII-636	Izotov et al. (1997b)	2.0139	-1.3700	1.3578	8.05 ± 0.06
RHII-637	Izotov et al. (1997b)	2.2640	-1.5756	1.5238	7.84 ± 0.06
RHII-639	Izotov et al. (1997b)	2.7728	-1.9379	1.4406	7.96 ± 0.03
RHII-640	Izotov et al. (1997b)	2.3632	-1.6929	1.5107	7.86 ± 0.02
RHII-641	Izotov et al. (1997b)	2.2160	-1.5373	1.4263	7.92 ± 0.02
RHII-643	Izotov et al. (1997b)	2.8522	-2.2522	2.0295	7.41 ± 0
RHII-645	Izotov et al. (1997b)	2.6664	-1.9650	1.5477	7.77 ± 0.01
RHII-646	Izotov et al. (1997b)	2.5495	-1.7751	1.3757	7.97 ± 0.02
RHII-647	Izotov et al. (1997b)	2.7100	-2.0250	1.6729	7.65 ± 0.05
RHII-648	Izotov et al. (1997b)	2.2958	-1.7574	1.5474	7.69 ± 0.01
RHII-649	Izotov et al. (1997b)	2.7014	-1.9379	1.6929	7.73 ± 0.04
RHII-650	Izotov et al. (1997b)	2.1071	-1.5373	1.6076	7.75 ± 0.04
RHII-651	Izotov et al. (1997b)	2.6515	-1.8766	1.4180	7.95 ± 0.01
RHII-653	Izotov et al. (1997b)	2.5572	-1.7936	1.3505	7.99 ± 0.01
RHII-654	Izotov et al. (1997b)	2.5835	-1.7574	1.2938	8.09 ± 0.01
RHII-656	Izotov et al. (1997b)	1.8268	-1.2803	1.1263	8.17 ± 0.04
RHII-657	Izotov et al. (1997b)	2.1108	-1.4229	1.4654	7.88 ± 0.02
RHII-658	Izotov et al. (1997b)	2.2299	-1.5373	1.3054	8 ± 0.07
RHII-659	Izotov et al. (1997b)	1.9502	-1.3700	1.4345	7.91 ± 0.04
RHII-660	Izotov et al. (1997b)	2.2435	-1.5168	1.2349	8.13 ± 0.03
RHII-661	Izotov et al. (1997b)	2.1231	-1.4520	1.2576	8.09 ± 0.05
RHII-664	Izotov & Thuan (1998a)	2.3609	-2.1575	1.8963	7.16 ± 0.02
RHII-665	Izotov & Thuan (1998a)	2.5673	-2.3325	1.7183	7.24 ± 0.08
RHII-666	Izotov & Thuan (1998b)	1.8004	-1.2011	0.9773	8.34 ± 0.05
RHII-667	Izotov & Thuan (1998b)	1.6205	-1.0139	1.3810	7.96 ± 0.07
RHII-668	Izotov & Thuan (1998b)	2.6513	-1.9123	1.5795	7.81 ± 0.01
RHII-669	Izotov & Thuan (1998b)	2.9876	-2.5021	2.0581	7.26 ± -0.03
RHII-670	Izotov & Thuan (1998b)	1.2964	-0.9173	1.1030	8.12 ± 0.08

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-671	Izotov & Thuan (1998b)	1.8980	-1.3165	1.2084	8.08 ± 0.05
RHII-673	Izotov & Thuan (1998b)	2.2815	-1.4973	1.4043	8 ± 0.01
RHII-674	Izotov & Thuan (1998b)	2.4164	-1.7321	1.5195	7.81 ± 0.03
RHII-677	Izotov & Thuan (1998b)	2.1977	-1.4973	1.1952	8.13 ± 0.02
RHII-678	Izotov & Thuan (1998b)	2.9139	-2.1341	1.6170	7.76 ± 0.03
RHII-679	Izotov & Thuan (1998b)	2.2858	-1.5930	1.3702	7.97 ± 0.01
RHII-680	Izotov & Thuan (1998b)	2.7052	-2.1341	1.8633	7.46 ± 0.01
RHII-681	Izotov & Thuan (1998b)	2.5284	-1.8653	1.6490	7.7 ± 0.01
RHII-682	Izotov & Thuan (1998b)	2.4476	-1.9123	1.7081	7.57 ± 0.01
RHII-684	Izotov & Thuan (1998b)	1.9212	-1.3010	1.2283	8.1 ± 0.04
RHII-687	Izotov & Thuan (1999)	0.0000	0.0000	1.9490	7.28 ± 0.01
RHII-690	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.0521	7.28 ± 0
RHII-691	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.1660	7.2 ± 0.83
RHII-692	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.2252	7.18 ± 0.01
RHII-695	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.0424	7.29 ± 0.01
RHII-696	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.1152	7.25 ± 0.09
RHII-697	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.1178	7.22 ± 0.05
RHII-698	Izotov et al. (1999)	0.0000	0.0000	2.0745	7.21 ± 0.04
RHII-700	Izotov et al. (2001)	2.7608	-2.2011	1.7507	7.51 ± 0.01
RHII-702	Izotov et al. (2004)	2.7982	-2.2234	1.7406	7.51 ± 0.01
RHII-703	Izotov et al. (2004)	2.6652	-2.1260	1.7864	7.48 ± 0.02
RHII-706	Izotov et al. (2004)	2.9491	-2.3424	1.8972	7.44 ± 0.01
RHII-707	Izotov et al. (2004)	2.5916	-2.0762	1.8412	7.42 ± 0.03
RHII-708	Izotov et al. (2004)	0.0000	0.0000	1.9262	7.37 ± 0.17
RHII-709	Izotov et al. (2004)	0.0000	0.0000	1.9310	7.42 ± 0.04
RHII-710	Izotov & Thuan (2004)	2.4185	-1.6207	1.1798	8.19 ± 0.02
RHII-712	Izotov & Thuan (2004)	2.4818	-1.7176	1.2753	8.04 ± 0.01
RHII-714	Izotov & Thuan (2004)	2.7482	-2.0965	1.7892	7.56 ± 0.01
RHII-717	Izotov & Thuan (2004)	2.4146	-1.8404	1.6793	7.68 ± 0.02
RHII-718	Izotov & Thuan (2004)	2.3395	-1.5447	1.1302	8.23 ± 0.02
RHII-719	Izotov & Thuan (2004)	1.5125	-1.0488	1.0251	8.25 ± 0.07
RHII-721	Izotov & Thuan (2004)	2.1627	-1.4087	1.1957	8.2 ± 0.01
RHII-722	Izotov & Thuan (2004)	2.5305	-1.7144	1.4432	7.96 ± 0.01
RHII-724	Izotov & Thuan (2004)	2.0139	-1.3062	1.2478	8.09 ± 0.02
RHII-725	Izotov & Thuan (2004)	2.6886	-1.9472	1.6563	7.75 ± 0.01
RHII-726	Izotov & Thuan (2004)	2.4602	-1.8012	1.6653	7.72 ± 0.01
RHII-727	Izotov & Thuan (2004)	2.2342	-1.4490	1.2149	8.16 ± 0.01
RHII-729	Izotov & Thuan (2004)	2.4164	-1.6870	1.2889	8.04 ± 0.01
RHII-730	Izotov & Thuan (2004)	1.7713	-1.1632	1.0202	8.35 ± 0.01
RHII-733	Izotov & Thuan (2004)	2.0330	-1.4307	1.2481	8.1 ± 0.03
RHII-734	Izotov & Thuan (2004)	2.4817	-1.7005	1.0984	8.25 ± 0.01
RHII-736	Izotov & Thuan (2004)	2.4544	-1.6914	1.3309	8.02 ± 0.01
RHII-737	Izotov & Thuan (2004)	2.3603	-1.6200	1.0751	8.26 ± 0.01

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-738	Izotov & Thuan (2004)	2.0987	-1.3912	1.1354	8.21 ± 0.01
RHII-739	Izotov & Thuan (2004)	2.1109	-1.4048	1.1633	8.18 ± 0.01
RHII-740	Izotov & Thuan (2004)	2.1633	-1.4452	1.2430	8.1 ± 0.03
RHII-741	Izotov & Thuan (2004)	2.3712	-1.6194	1.3124	8.06 ± 0.02
RHII-743	Izotov et al. (2009)	3.0007	-2.5021	2.0784	7.26 ± 0
RHII-747	Izotov et al. (2009)	2.0395	-1.9249	1.7300	7.22 ± 0.09
RHII-750	Izotov et al. (2009)	2.9760	-2.4832	2.0710	7.31 ± 0.02
RHII-751	Izotov et al. (2009)	2.8713	-2.3808	2.0797	7.23 ± 0.01
RHII-752	Izotov et al. (2009)	3.0866	-2.5587	2.0127	7.28 ± 0.01
RHII-753	Izotov et al. (2009)	3.0436	-2.5219	2.1618	7.22 ± 0.01
RHII-754	Izotov et al. (2009)	2.9372	-2.4229	2.0372	7.27 ± 0.01
RHII-756	Izotov et al. (2011)	2.9527	-2.2183	1.6790	7.68 ± 0.02
RHII-869	Kehrig et al. (2011)	1.7196	-1.0762	1.1777	8.15 ± 0.05
RHII-876	Kehrig et al. (2020)	0.0000	0.0000	1.6552	7.62 ± 0.09
RHII-877	Kehrig et al. (2020)	2.7647	-2.1553	1.7466	7.58 ± 0.03
RHII-878	Kehrig et al. (2020)	2.8963	-2.2522	1.7317	7.58 ± 0.02
RHII-905	Kobulnicky & Skillman (1996)	1.8070	-1.2011	0.9848	8.4 ± 0.03
RHII-907	Kobulnicky et al. (1997)	1.6527	-0.9735	1.1639	8.13 ± 0.1
RHII-908	Kobulnicky et al. (1997)	1.4739	-0.8259	1.1219	8.2 ± 0.09
RHII-910	Kobulnicky & Skillman (1997)	2.4744	-1.6435	1.2050	8.18 ± 0.01
RHII-912	Kobulnicky & Skillman (1997)	2.3065	-1.5321	1.2331	8.15 ± 0.03
RHII-914	Kobulnicky & Skillman (1998)	0.0000	0.0000	1.4213	7.99 ± 0.03
RHII-915	Kobulnicky & Skillman (1998)	0.0000	0.0000	1.2770	7.96 ± 0.08
RHII-916	Kobulnicky & Skillman (1998)	0.0000	0.0000	1.2514	8.08 ± 0.07
RHII-917	Kunth & Sargent (1983)	2.6680	-1.8229	1.3874	7.99 ± 0.02
RHII-918	Kunth & Sargent (1983)	2.3015	-1.6710	1.2807	8.02 ± 0.02
RHII-919	Kunth & Sargent (1983)	2.0414	-1.3882	1.1216	8.21 ± 0.03
RHII-920	Kunth & Sargent (1983)	2.4083	-1.6502	1.4169	7.91 ± 0.02
RHII-922	Kunth & Sargent (1983)	2.5793	-1.7751	1.5279	7.85 ± 0.02
RHII-923	Kunth & Sargent (1983)	2.4296	-1.6640	1.3295	8.01 ± 0.02
RHII-925	Kunth & Sargent (1983)	2.1631	-1.5070	1.2178	8.06 ± 0.02
RHII-926	Kunth & Sargent (1983)	2.2457	-1.4741	1.0272	8.33 ± 0.02
RHII-927	Kunth & Sargent (1983)	2.3085	-1.5587	1.1572	8.18 ± 0.03
RHII-928	Kunth & Sargent (1983)	2.7846	-2.2259	1.6375	7.57 ± 0.05
RHII-945	Lee et al. (2004)	1.6075	-1.4607	1.4729	7.7 ± 0.08
RHII-946	Lee et al. (2004)	2.8301	-2.1776	1.5668	7.76 ± 0.02
RHII-947	Lee et al. (2004)	2.0723	-1.4150	1.2332	8.1 ± 0.02
RHII-950	Lee et al. (2004)	1.7506	-1.1003	0.9985	8.35 ± 0.03
RHII-951	Lee et al. (2004)	1.8424	-1.2011	1.1969	7.96 ± 0.02
RHII-952	Lee et al. (2004)	1.9014	-1.2717	1.0993	8.22 ± 0.02
RHII-955	Lee et al. (2004)	2.1053	-1.4189	1.1795	8.15 ± 0.02
RHII-956	Lee et al. (2004)	2.2773	-1.5219	1.3379	8.04 ± 0.02
RHII-958	Lee et al. (2004)	2.0329	-1.3228	1.3634	7.99 ± 0.02
RHII-959	Lee et al. (2005)	2.3631	-1.7742	1.5345	7.72 ± 0.05
RHII-960	Lee et al. (2005)	0.0000	0.0000	1.4123	7.92 ± 0.08
RHII-963	Lee et al. (2005)	0.0000	0.0000	1.3114	7.98 ± 0.13

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-964	Lee et al. (2005)	0.0000	0.0000	1.1875	8.13 ± 0.05
RHII-965	Lee et al. (2005)	0.0000	0.0000	1.2599	8.05 ± 0.06
RHII-966	Lee et al. (2005)	0.0000	0.0000	1.1763	8.18 ± 0.09
RHII-967	Lee et al. (2005)	0.0000	0.0000	1.1488	8.18 ± 0.06
RHII-969	Lee et al. (2005)	3.0437	-2.3041	1.1813	8.15 ± 0.06
RHII-970	Lee et al. (2005)	2.8321	-2.0816	1.4012	7.95 ± 0.05
RHII-991	Lin et al. (2017)	1.9342	-1.2234	1.0867	8.25 ± 0.02
RHII-994	Lin et al. (2017)	1.3916	-1.0743	1.0795	8.16 ± 0.07
RHII-1002	Lin et al. (2017)	2.1380	-1.5321	1.0484	8.2 ± 0.01
RHII-1003	Lin et al. (2017)	2.5449	-1.8032	1.0633	8.23 ± 0.02
RHII-1009	Lin et al. (2017)	2.0370	-1.4071	1.2270	7.99 ± 0.05
RHII-1019	Lin et al. (2017)	1.7200	-1.2469	0.8709	8.4 ± 0.07
RHII-1022	Lin et al. (2017)	2.3970	-1.7574	1.0444	8.16 ± 0.04
RHII-1027	Lin et al. (2017)	1.1489	-0.9262	1.6045	7.59 ± 0.06
RHII-1035	Lin et al. (2017)	1.4049	-1.1081	0.9664	8.24 ± 0.07
RHII-1036	Lin et al. (2017)	1.6719	-1.2035	0.9110	8.38 ± 0.03
RHII-1037	Lin et al. (2017)	1.5164	-1.0266	0.8193	8.56 ± 0.1
RHII-1038	Lin et al. (2017)	1.8954	-1.2550	0.9742	8.35 ± 0.06
RHII-1040	Lin et al. (2017)	1.6563	-1.1915	1.0386	8.18 ± 0.04
RHII-1044	Lin et al. (2017)	1.3719	-1.0816	0.8309	8.36 ± 0.07
RHII-1051	Lin et al. (2017)	1.2425	-0.9326	0.9347	8.28 ± 0.04
RHII-1056	Lin et al. (2017)	1.4525	-1.0654	0.8936	8.28 ± 0.04
RHII-1060	Lin et al. (2017)	1.6070	-1.1553	1.1196	8.12 ± 0.05
RHII-1066	Lin et al. (2017)	0.5600	-0.7565	1.0661	8.06 ± 0.08
RHII-1070	Lin et al. (2017)	1.9248	-1.1731	1.5717	7.89 ± 0.02
RHII-1095	Lin et al. (2017)	1.9308	-1.4229	0.8536	8.49 ± 0.07
RHII-1096	Lin et al. (2017)	1.5460	-1.1822	0.8564	8.44 ± 0.1
RHII-1109	Lin et al. (2017)	1.7055	-0.9735	0.9667	8.46 ± 0.11
RHII-1113	Lin et al. (2017)	1.4862	-1.0984	0.9359	8.34 ± 0.03
RHII-1120	Lin et al. (2017)	1.0103	-0.8189	0.9770	8.21 ± 0.08
RHII-1127	Lin et al. (2017)	1.6278	-0.9940	1.0866	8.21 ± 0.05
RHII-1145	Lin et al. (2017)	1.3668	-1.0835	0.7455	8.55 ± 0.14
RHII-1146	Lin et al. (2017)	1.5561	-1.0000	1.0511	8.23 ± 0.03
RHII-1150	Lin et al. (2017)	1.0396	-0.9458	1.0064	8.19 ± 0.1
RHII-1152	Lin et al. (2017)	1.6418	-1.1641	1.0156	8.19 ± 0.02
RHII-1154	Lin et al. (2017)	1.5765	-1.1708	0.8611	8.38 ± 0.04
RHII-1168	Lin et al. (2017)	1.5140	-1.0780	1.0590	8.17 ± 0.02
RHII-1172	Lin et al. (2017)	1.2142	-1.0030	1.8499	7.54 ± 0.03
RHII-1173	López-Sánchez et al. (2007)	1.7537	-0.9910	1.1902	8.17 ± 0.02
RHII-1174	López-Sánchez et al. (2007)	1.8412	-1.0653	1.1949	8.17 ± 0.02
RHII-1175	López-Sánchez et al. (2007)	2.0461	-1.3834	1.0913	8.25 ± 0.02
RHII-1198	López-Hernández et al. (2013)	2.3293	-1.6303	1.2751	8.04 ± 0.08
RHII-1199	López-Hernández et al. (2013)	2.2562	-1.5699	1.2659	8.05 ± 0.1
RHII-1208	López-Hernández et al. (2013)	2.3293	-1.6303	1.2751	8.04 ± 0.08
RHII-1274	Melbourne et al. (2004)	2.3325	-1.8229	1.7963	7.5 ± 0.05
RHII-1275	Melbourne et al. (2004)	2.1628	-1.5426	1.3997	7.96 ± 0.04
RHII-1279	Melbourne et al. (2004)	2.2257	-1.5168	1.4531	7.94 ± 0.03

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-1281	Melbourne et al. (2004)	2.4655	-1.9123	1.7313	7.56 ± 0.02
RHII-1283	Melbourne et al. (2004)	2.1499	-1.4270	1.3180	8.08 ± 0.02
RHII-1284	Melbourne et al. (2004)	1.8535	-1.5426	1.8633	7.52 ± 0.04
RHII-1287	Méndez et al. (1999)	2.0183	-1.2803	1.1229	8.26 ± 0.09
RHII-1288	Méndez et al. (1999)	1.8253	-1.3424	1.2691	7.95 ± 0.12
RHII-1294	Monreal-Ibero et al. (2012)	1.9086	-1.2021	1.0447	8.31 ± 0.01
RHII-1296	Nicholls et al. (2014)	2.4339	-1.7788	1.5318	7.85 ± 0.02
RHII-1297	Nicholls et al. (2014)	2.3257	-1.6119	1.2741	8.15 ± 0.02
RHII-1299	Nicholls et al. (2014)	2.1284	-1.8489	1.7248	7.5 ± 0.04
RHII-1301	Nicholls et al. (2014)	2.1940	-1.5704	1.4581	7.94 ± 0.02
RHII-1305	Nicholls et al. (2014)	2.3665	-1.7013	1.4546	7.89 ± 0.05
RHII-1306	Nicholls et al. (2014)	2.1059	-1.5604	1.4591	7.9 ± 0.07
RHII-1308	Nicholls et al. (2014)	2.5633	-1.7305	1.3377	8.08 ± 0.02
RHII-1310	Nicholls et al. (2014)	2.4043	-1.6488	1.3986	8 ± 0.03
RHII-1311	Nicholls et al. (2014)	2.0913	-1.6556	1.4385	7.85 ± 0.1
RHII-1423	Pagel et al. (1992)	0.0000	0.0000	1.7497	7.16 ± 0.03
RHII-1429	Pagel et al. (1992)	0.0000	0.0000	1.4203	7.96 ± 0.04
RHII-1431	Pagel et al. (1992)	0.0000	0.0000	1.4347	7.92 ± 0.01
RHII-1433	Pagel et al. (1992)	0.0000	0.0000	1.4978	7.74 ± 0.02
RHII-1435	Pagel et al. (1992)	2.1590	-1.3808	1.2625	8.12 ± 0.06
RHII-1437	Pastoriza et al. (1993)	1.1572	-0.7936	1.0664	8.18 ± 0.11
RHII-1589	Saviane et al. (2008)	2.2355	-1.6502	1.2577	8.03 ± 0.08
RHII-1594	Saviane et al. (2008)	0.0000	0.0000	0.9479	8.31 ± 0.09
RHII-1604	Skillman & Kennicutt (1993)	2.5673	-2.3325	1.7183	7.24 ± 0.08
RHII-1606	Skillman (1985)	2.5143	-1.6710	1.3236	8.08 ± 0.01
RHII-1607	Skillman (1985)	1.9357	-1.3424	1.3781	8 ± 0.02
RHII-1608	Skillman (1985)	1.9150	-1.2522	1.2255	8.1 ± 0.03
RHII-1609	Skillman (1985)	0.0000	0.0000	1.2179	8.14 ± 0.03
RHII-1610	Skillman (1985)	1.9772	-1.2259	1.3161	8.05 ± 0.02
RHII-1616	Skillman et al. (2003)	1.8890	-1.4651	1.4905	7.74 ± 0.03
RHII-1617	Skillman et al. (2003)	2.1536	-1.7936	1.7181	7.45 ± 0.04
RHII-1619	Skillman et al. (2003)	2.0208	-1.3647	1.0887	8.23 ± 0.01
RHII-1620	Skillman et al. (2003)	1.6171	-1.1469	1.0474	8.22 ± 0.02
RHII-1622	Skillman et al. (2013)	2.2800	-2.1341	1.7080	7.17 ± 0.11
RHII-1623	Skillman et al. (2013)	2.2207	-2.0584	1.7512	7.17 ± 0.07
RHII-1686	Stasińska et al. (2013)	1.3303	-0.9851	0.9373	8.34 ± 0.1
RHII-1710	Stasińska et al. (2013)	1.4344	-1.0282	1.0636	8.24 ± 0.1
RHII-1711	Stasińska et al. (2013)	1.5240	-1.1404	1.0301	8.33 ± 0.12
RHII-1787	Thuan et al. (1995)	2.5777	-1.9379	1.6787	7.65 ± 0.04
RHII-1788	Thuan et al. (1995)	1.9218	-1.4478	1.3449	7.91 ± 0.07
RHII-1789	Thuan et al. (1995)	2.3861	-1.9123	1.8436	7.45 ± 0.01
RHII-1791	Thuan et al. (1995)	1.9549	-1.2688	1.3787	7.99 ± 0.04
RHII-1792	Thuan et al. (1999)	2.4351	-1.8882	1.7056	7.57 ± 0.01
RHII-1793	Thuan et al. (1999)	2.5586	-1.9940	1.6624	7.58 ± 0.02
RHII-1802	van Zee et al. (1997)	1.9285	-1.3196	1.2202	8.15 ± 0.03
RHII-1804	van Zee et al. (1997)	2.1519	-1.5426	1.5916	7.78 ± 0.03
RHII-1806	van Zee et al. (1997)	2.1043	-1.4189	1.1455	8.24 ± 0.05

APÉNDICE E. CATÁLOGO FINAL

ID	Referencia	O3N2	N2	T ₃ [10 ⁴ K]	12+log(O/H)
RHII-1811	van Zee et al. (1997)	2.0557	-1.4786	1.0810	8.26 ± 0.08
RHII-1815	van Zee et al. (1997)	2.6137	-2.2259	1.5867	7.59 ± 0.06
RHII-1818	van Zee et al. (1997)	2.0966	-1.8229	1.3140	7.79 ± 0.11
RHII-1863	van Zee (2000)	2.1379	-1.9792	1.7522	7.26 ± 0.09
RHII-1864	van Zee (2000)	2.3992	-2.1341	1.6588	7.3 ± 0.1
RHII-1888	van Zee et al. (2006)	1.8871	-1.5643	1.5843	7.63 ± 0.09
RHII-1892	van Zee et al. (2006)	1.7697	-1.4832	1.5202	7.67 ± 0.11
RHII-1893	Vílchez et al. (1988)	1.2488	-0.9313	0.8592	8.42 ± 0.05
RHII-1894	Vílchez et al. (1988)	2.1368	-1.4696	0.9436	8.42 ± 0.08
RHII-1900	Vílchez et al. (1988)	2.6564	-2.3102	2.0601	7.28 ± 0.03
RHII-1901	Vílchez et al. (1988)	2.4140	-2.1341	1.8681	7.28 ± 0.03
RHII-1903	Vílchez et al. (1988)	2.5208	-2.2803	1.7587	7.19 ± 0.08
RHII-1905	Vílchez et al. (1988)	2.5982	-2.3424	1.9903	7.17 ± 0.01
RHII-1907	Vílchez et al. (1988)	0.0000	0.0000	1.8145	7.21 ± 0.05
RHII-1908	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	2.3015	-1.5587	1.0486	8.3 ± 0.02
RHII-1909	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	1.7015	-1.1446	1.0170	8.37 ± 0.03
RHII-1910	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	2.6312	-1.9650	1.5408	7.77 ± 0.03
RHII-1915	Vílchez & Iglesias-Páramo (2003)	2.0629	-1.5990	1.7005	7.64 ± 0.09

Bibliografía

- Alloin, D., Collin-Souffrin, S., Joly, M., & Vigroux, L. 1979, *Astronomy and Astrophysics*, 78, 200
- Annibali, F., Tosi, M., Pasquali, A., et al. 2015, *The Astronomical Journal*, 150, 143
- Annibali, F., Tosi, M., Romano, D., et al. 2017, *The Astrophysical Journal*, 843, 20
- Annibali, F., La Torre, V., Tosi, M., et al. 2019, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482, 3892
- Berg, D. A., Pogge, R. W., Skillman, E. D., et al. 2020, *The Astrophysical Journal*, 893, 96
- Berg, D. A., Skillman, E. D., Croxall, K. V., et al. 2015, *The Astrophysical Journal*, 806, 16
- Berg, D. A., Skillman, E. D., Garnett, D. R., et al. 2013, *The Astrophysical Journal*, 775, 128
- Berg, D. A., Skillman, E. D., Henry, R. B. C., Erb, D. K., & Carigi, L. 2016, *The Astrophysical Journal*, 827, 126
- Berg, D. A., Skillman, E. D., Marble, A. R., et al. 2012, *The Astrophysical Journal*, 754, 98
- Bresolin, F. 2007, *The Astrophysical Journal*, 656, 186
- Bresolin, F. 2011, *The Astrophysical Journal*, 730, 129
- Bresolin, F., Garnett, D. R., & Kennicutt, Robert C., J. 2004, *The Astrophysical Journal*, 615, 228
- Bresolin, F., Gieren, W., Kudritzki, R.-P., et al. 2009a, *The Astrophysical Journal*, 700, 309
- Bresolin, F., Kennicutt, R. C., & Ryan-Weber, E. 2012, *The Astrophysical Journal*, 750, 122
- Bresolin, F., Ryan-Weber, E., Kennicutt, R. C., & Goddard, Q. 2009b, *The Astrophysical Journal*, 695, 580
- Bresolin, F., Schaerer, D., González Delgado, R. M., & Stasińska, G. 2005, *Astronomy and Astrophysics*, 441, 981
- Bresolin, F., Urbaneja, M. A., Gieren, W., Pietrzyński, G., & Kudritzki, R.-P. 2007, *The Astrophysical Journal*, 671, 2028
- Brown, J. S., Croxall, K. V., & Pogge, R. W. 2014, *The Astrophysical Journal*, 792, 140
- Buckalew, B. A., Kobulnicky, H. A., & Dufour, R. J. 2005, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 157, 30
- Campbell, A., Terlevich, R., & Melnick, J. 1986, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 223, 811

- Carroll, B., & Ostlie, D. 2014, *An Introduction to Modern Astrophysics*, 2nd edn. (Pearson Education Limited)
- Castellanos, M., Díaz, A. I., & Terlevich, E. 2002, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 329, 315
- Córdova, K. Z. A. 2018, Ph.d. in astrophysics, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
- Crowther, P. A., & Bibby, J. L. 2009, *Astronomy and Astrophysics*, 499, 455
- Croxall, K. V., Pogge, R. W., Berg, D. A., Skillman, E. D., & Moustakas, J. 2015, *The Astrophysical Journal*, 808, 42
- Croxall, K. V., Pogge, R. W., Berg, D. A., Skillman, E. D., & Moustakas, J. 2016, *The Astrophysical Journal*, 830, 4
- Croxall, K. V., van Zee, L., Lee, H., et al. 2009, *The Astrophysical Journal*, 705, 723
- de Blok, W. J. G., & van der Hulst, J. M. 1998, *Astronomy and Astrophysics*, 335, 421
- Delgado-Inglada, G., Morisset, C., & Stasińska, G. 2014, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 440, 536
- Denicoló, G., Terlevich, R., & Terlevich, E. 2002, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 330, 69
- Díaz, A. I., & Pérez-Montero, E. 2000, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 312, 130
- Díaz, Á. I., Terlevich, E., Castellanos, M., & Hägele, G. F. 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 382, 251
- Dopita, M. A., & Evans, I. N. 1986, *The Astrophysical Journal*, 307, 431
- Edmunds, M. G., & Pagel, B. E. J. 1984, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 211, 507
- Esteban, C., Bresolin, F., Peimbert, M., et al. 2009, *The Astrophysical Journal*, 700, 654
- Esteban, C., Carigi, L., Copetti, M. V. F., et al. 2013, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 433, 382
- Esteban, C., Fang, X., García-Rojas, J., & Toribio San Cipriano, L. 2017, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 471, 987
- Esteban, C., García-Rojas, J., Carigi, L., et al. 2014, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 443, 624
- Francis, P. J., Hewett, P. C., Foltz, C. B., et al. 1991, *The Astrophysical Journal*, 373, 465
- French, H. B. 1980, *The Astrophysical Journal*, 240, 41
- Fricke, K. J., Izotov, Y. I., Papaderos, P., Guseva, N. G., & Thuan, T. X. 2001, *The Astronomical Journal*, 121, 169
- García-Benito, R., Díaz, A., Hägele, G. F., et al. 2010, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 408, 2234
- Garnett, D. R. 1992, *The Astronomical Journal*, 103, 1330

- Garnett, D. R., Kennicutt, Robert C., J., & Bresolin, F. 2004, *The Astrophysical Journal*, 607, L21
- Garnett, D. R., Shields, G. A., Skillman, E. D., Sagan, S. P., & Dufour, R. J. 1997, *The Astrophysical Journal*, 489, 63
- Gonzalez-Delgado, R. M., Perez, E., Tenorio-Tagle, G., et al. 1994, *The Astrophysical Journal*, 437, 239
- Grevesse, N., Noels, A., & Sauval, A. J. 1996, in *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 99, *Cosmic Abundances*, ed. S. S. Holt & G. Sonneborn, 117
- Guseva, N. G., Izotov, Y. I., Fricke, K. J., & Henkel, C. 2012, *Astronomy and Astrophysics*, 541, A115
- Guseva, N. G., Izotov, Y. I., Stasińska, G., et al. 2011, *Astronomy and Astrophysics*, 529, A149
- Guseva, N. G., Izotov, Y. I., & Thuan, T. X. 2000, *The Astrophysical Journal*, 531, 776
- Guseva, N. G., Papaderos, P., Izotov, Y. I., et al. 2003a, *Astronomy and Astrophysics*, 407, 91
- Guseva, N. G., Papaderos, P., Izotov, Y. I., et al. 2003b, *Astronomy and Astrophysics*, 407, 105
- Guseva, N. G., Papaderos, P., Izotov, Y. I., Noeske, K. G., & Fricke, K. J. 2004, *Astronomy and Astrophysics*, 421, 519
- Guseva, N. G., Papaderos, P., Meyer, H. T., Izotov, Y. I., & Fricke, K. J. 2009, *Astronomy and Astrophysics*, 505, 63
- Guseva, N. G., Izotov, Y. I., Papaderos, P., et al. 2001, *Astronomy and Astrophysics*, 378, 756
- Hadfield, L. J., & Crowther, P. A. 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 381, 418
- Hägele, G. F., Díaz, Á. I., Terlevich, E., et al. 2008, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 383, 209
- Hirschauer, A. S., Salzer, J. J., Skillman, E. D., et al. 2016, *The Astrophysical Journal*, 822, 108
- Hodge, P., & Miller, B. W. 1995, *The Astrophysical Journal*, 451, 176
- Hsyu, T., Cooke, R. J., Prochaska, J. X., & Bolte, M. 2018, *The Astrophysical Journal*, 863, 134
- Hsyu, T., Cooke, R. J., Prochaska, J. X., & Bolte, M. 2020, *The Astrophysical Journal*, 896, 77
- Hu, N., Wang, E., Lin, Z., et al. 2018, *The Astrophysical Journal*, 854, 68
- Izotov, Y. I., Chaffee, F. H., Foltz, C. B., et al. 1999, *The Astrophysical Journal*, 527, 757
- Izotov, Y. I., Chaffee, F. H., & Green, R. F. 2001, *The Astrophysical Journal*, 562, 727
- Izotov, Y. I., Guseva, N. G., Fricke, K. J., & Henkel, C. 2011, *Astronomy and Astrophysics*, 533, A25
- Izotov, Y. I., Guseva, N. G., Fricke, K. J., & Papaderos, P. 2009, *Astronomy and Astrophysics*, 503, 61
- Izotov, Y. I., Lipovetsky, V. A., Chaffee, F. H., et al. 1997a, *The Astrophysical Journal*, 476, 698
- Izotov, Y. I., Papaderos, P., Guseva, N. G., Fricke, K. J., & Thuan, T. X. 2004, *Astronomy and Astrophysics*, 421, 539

- Izotov, Y. I., & Thuan, T. X. 1998a, *The Astrophysical Journal*, 497, 227
- Izotov, Y. I., & Thuan, T. X. 1998b, *The Astrophysical Journal*, 500, 188
- Izotov, Y. I., & Thuan, T. X. 1999, *The Astrophysical Journal*, 511, 639
- Izotov, Y. I., & Thuan, T. X. 2004, *The Astrophysical Journal*, 602, 200
- Izotov, Y. I., Thuan, T. X., & Guseva, N. G. 2019, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 483, 5491
- Izotov, Y. I., Thuan, T. X., Guseva, N. G., & Liss, S. E. 2018a, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 473, 1956
- Izotov, Y. I., Thuan, T. X., & Lipovetsky, V. A. 1994, *The Astrophysical Journal*, 435, 647
- Izotov, Y. I., Thuan, T. X., & Lipovetsky, V. A. 1997b, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 108, 1
- Izotov, Y. I., Worseck, G., Schaerer, D., et al. 2018b, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 478, 4851
- Karttunen, H. 2017, *Fundamental Astronomy*, 6th edn. (Springer)
- Kauffmann, G., Heckman, T. M., Tremonti, C., et al. 2003, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 346, 1055
- Kehrig, C., Telles, E., & Cuisinier, F. 2004, *The Astronomical Journal*, 128, 1141
- Kehrig, C., Vílchez, J. M., Guerrero, M. A., et al. 2018, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 480, 1081
- Kehrig, C., Oey, M. S., Crowther, P. A., et al. 2011, *Astronomy and Astrophysics*, 526, A128
- Kehrig, C., Iglesias-Páramo, J., Vílchez, J. M., et al. 2020, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 498, 1638
- Kennicutt, Robert C., J., Bresolin, F., & Garnett, D. R. 2003, *The Astrophysical Journal*, 591, 801
- Kennicutt, Robert C., J., & Skillman, E. D. 2001, *The Astronomical Journal*, 121, 1461
- Kewley, L. J., & Dopita, M. A. 2002, *The Astrophysical Journal*, 142, 35
- Kewley, L. J., Groves, B., Kauffmann, G., & Heckman, T. 2006, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 372, 961
- Kinkel, U., & Rosa, M. R. 1994, *Astronomy and Astrophysics*, 282, L37
- Kniazev, A. Y., Pustilnik, S. A., Masegosa, J., et al. 2000, *Astronomy and Astrophysics*, 357, 101
- Kobulnicky, H. A., Kennicutt, Robert C., J., & Pizagno, J. L. 1999, *The Astrophysical Journal*, 514, 544
- Kobulnicky, H. A., & Kewley, L. J. 2004, *The Astrophysical Journal*, 617, 240
- Kobulnicky, H. A., & Skillman, E. D. 1996, *The Astrophysical Journal*, 471, 211
- Kobulnicky, H. A., & Skillman, E. D. 1997, *The Astrophysical Journal*, 489, 636
- Kobulnicky, H. A., & Skillman, E. D. 1998, *The Astrophysical Journal*, 497, 601

- Kobulnicky, H. A., Skillman, E. D., Roy, J.-R., Walsh, J. R., & Rosa, M. R. 1997, *The Astrophysical Journal*, 477, 679
- Kunth, D., & Sargent, W. L. W. 1983, *The Astrophysical Journal*, 273, 81
- Kwitter, K. B., & Aller, L. H. 1981, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 195, 939
- Lee, H., Grebel, E. K., & Hodge, P. W. 2003a, *Astronomy and Astrophysics*, 401, 141
- Lee, H., McCall, M. L., & Richer, M. G. 2003b, *The Astronomical Journal*, 125, 2975
- Lee, H., & Skillman, E. D. 2004, *The Astrophysical Journal*, 614, 698
- Lee, H., Skillman, E. D., & Venn, K. A. 2005, *The Astrophysical Journal*, 620, 223
- Lee, H., Skillman, E. D., & Venn, K. A. 2006, *The Astrophysical Journal*, 642, 813
- Lee, J. C., Salzer, J. J., & Melbourne, J. 2004, *The Astrophysical Journal*, 616, 752
- León Tavares, J., Kotilainen, J., Chavushyan, V., et al. 2014, *The Astrophysical Journal*, 795, 58
- Lequeux, J. 2003, *The Interstellar Medium* (Springer)
- Lequeux, J., Peimbert, M., Rayo, J. F., Serrano, A., & Torres-Peimbert, S. 1979, *Astronomy and Astrophysics*, 500, 145
- Li, Y., Bresolin, F., & Kennicutt, Robert C., J. 2013, *The Astrophysical Journal*, 766, 17
- Lin, Z., Hu, N., Kong, X., et al. 2017, *The Astrophysical Journal*, 842, 97
- López-Hernández, J., Terlevich, E., Terlevich, R., et al. 2013, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 430, 472
- López-Sánchez, A. R., & Esteban, C. 2009, *Astronomy and Astrophysics*, 508, 615
- López-Sánchez, Á. R., Esteban, C., García-Rojas, J., Peimbert, M., & Rodríguez, M. 2007, *The Astrophysical Journal*, 656, 168
- López-Sánchez, Á. R., Mesa-Delgado, A., López-Martín, L., & Esteban, C. 2011, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 411, 2076
- Luridiana, V., Esteban, C., Peimbert, M., & Peimbert, A. 2002, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 38, 97
- Lutz, M. 2005, *Learning Python*, 4th edn. (O'Reilly)
- Lutz, M. 2011, *Programming Python*, 4th edn. (O'Reilly)
- Magrini, L., & Gonçalves, D. R. 2009, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 398, 280
- Magrini, L., Gonçalves, D. R., & Vajgel, B. 2017, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 464, 739
- Magrini, L., Leisy, P., Corradi, R. L. M., et al. 2005, *Astronomy and Astrophysics*, 443, 115
- Marino, R. A., Rosales-Ortega, F. F., Sánchez, S. F., et al. 2013, *Astronomy and Astrophysics*, 559, A114
- McCall, M. L., Rybski, P. M., & Shields, G. A. 1985, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 57, 1

- McGaugh, S. S. 1991, *The Astrophysical Journal*, 380, 140
- Melbourne, J., Phillips, A., Salzer, J. J., Gronwall, C., & Sarajedini, V. L. 2004, *The Astronomical Journal*, 127, 686
- Melnick, J., Heydari-Malayeri, M., & Leisy, P. 1992, *Astronomy and Astrophysics*, 253, 16
- Méndez, D. I., Cairós, L. M., Esteban, C., & Vílchez, J. M. 1999, *The Astronomical Journal*, 117, 1688
- Miller, B. W. 1996, *The Astronomical Journal*, 112, 991
- Monreal-Ibero, A., Walsh, J. R., & Vílchez, J. M. 2012, *Astronomy and Astrophysics*, 544, A60
- Nicholls, D. C., Dopita, M. A., Sutherland, R. S., et al. 2014, *The Astrophysical Journal*, 786, 155
- Noeske, K. G., Guseva, N. G., Fricke, K. J., et al. 2000, *Astronomy and Astrophysics*, 361, 33
- O'Dell, C. R., & Harris, J. A. 2010, *The Astronomical Journal*, 140, 985
- Osterbrock, D., & Ferland, G. 2006, *Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei*, 2nd edn. (University Science Books)
- Pagel, B. E. J., Edmunds, M. G., Blackwell, D. E., Chun, M. S., & Smith, G. 1979, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 189, 95
- Pagel, B. E. J., Edmunds, M. G., & Smith, G. 1980, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 193, 219
- Pagel, B. E. J., Simonson, E. A., Terlevich, R. J., & Edmunds, M. G. 1992, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 255, 325
- Pastoriza, M. G., Dottori, H. A., Terlevich, E., Terlevich, R., & Diaz, A. I. 1993, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 260, 177
- Peña, M., Stasińska, G., & Richer, M. G. 2007, *Astronomy and Astrophysics*, 476, 745
- Peimbert, A., & Peimbert, M. 2005, in *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Conference Series*, Vol. 23, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Conference Series*, ed. S. Torres-Peimbert & G. MacAlpine, 9–14
- Peimbert, M., Pena, M., & Torres-Peimbert, S. 1986, *Astronomy and Astrophysics*, 158, 266
- Pérez-Montero, E., & Contini, T. 2009, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 398, 949
- Pérez-Montero, E., & Díaz, A. I. 2003, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 346, 105
- Pérez-Montero, E., & Díaz, A. I. 2005, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 361, 1063
- Pérez-Montero, E., García-Benito, R., Díaz, A. I., Pérez, E., & Kehrig, C. 2009, *Astronomy and Astrophysics*, 497, 53
- Pettini, M., & Pagel, B. E. J. 2004, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 348, L59
- Philip R. Bevington, D. K. R. 2003, *Data Reduction and Error Analysis for Physical Sciences*, 3rd edn. (McGraw-Hill)

- Pilyugin, L. S., Grebel, E. K., & Mattsson, L. 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 424, 2316
- Pilyugin, L. S., & Thuan, T. X. 2005, *The Astrophysical Journal*, 631, 231
- Pilyugin, L. S., & Thuan, T. X. 2007, *The Astrophysical Journal*, 669, 299
- Popescu, C. C., & Hopp, U. 2000, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 142, 247
- Pustilnik, S., Zasov, A., Kniazev, A., et al. 2003a, *Astronomy and Astrophysics*, 400, 841
- Pustilnik, S. A., Engels, D., Kniazev, A. Y., et al. 2006, *Astronomy Letters*, 32, 228
- Pustilnik, S. A., Kniazev, A. Y., Masegosa, J., et al. 2002, *Astronomy and Astrophysics*, 389, 779
- Pustilnik, S. A., Kniazev, A. Y., & Pramskij, A. G. 2005, *Astronomy and Astrophysics*, 443, 91
- Pustilnik, S. A., Kniazev, A. Y., Pramskij, A. G., Ugryumov, A. V., & Masegosa, J. 2003b, *Astronomy and Astrophysics*, 409, 917
- Rayo, J. F., Peimbert, M., & Torres-Peimbert, S. 1982, *The Astrophysical Journal*, 255, 1
- Robert Estalella, G. A. 2008, *Introducción a la Física del Medio Interestelar* (Universitat de Barcelona)
- Rosales-Ortega, F. F. 2006, Master's thesis, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Mexico
- Rosales-Ortega, F. F. 2009, Ph.d. in astronomy, University of Cambridge
- Sanders, N. E., Caldwell, N., McDowell, J., & Harding, P. 2012, *The Astrophysical Journal*, 758, 133
- Saviane, I., Ivanov, V. D., Held, E. V., et al. 2008, *Astronomy and Astrophysics*, 487, 901
- Sedwick, K. E., & Aller, L. H. 1981, *Proceedings of the National Academy of Science*, 78, 1994
- Skillman, E. D. 1985, *The Astrophysical Journal*, 290, 449
- Skillman, E. D., Côté, S., & Miller, B. W. 2003, *The Astronomical Journal*, 125, 610
- Skillman, E. D., & Kennicutt, Robert C., J. 1993, *The Astrophysical Journal*, 411, 655
- Skillman, E. D., Salzer, J. J., Berg, D. A., et al. 2013, *The Astronomical Journal*, 146, 3
- Stanghellini, L., Magrini, L., Casasola, V., & Villaver, E. 2014, *Astronomy and Astrophysics*, 567, A88
- Stanghellini, L., Magrini, L., Villaver, E., & Galli, D. 2010, *Astronomy and Astrophysics*, 521, A3
- Stasińska, G., Peña, M., Bresolin, F., & Tsamis, Y. G. 2013, *Astronomy and Astrophysics*, 552, A12
- Storchi-Bergmann, T., Calzetti, D., & Kinney, A. L. 1994, *The Astrophysical Journal*, 429, 572
- Terlevich, R., Melnick, J., Masegosa, J., Moles, M., & Copetti, M. V. F. 1991, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 91, 285
- Thuan, T. X., Izotov, Y. I., & Foltz, C. B. 1999, *The Astrophysical Journal*, 525, 105
- Thuan, T. X., Izotov, Y. I., & Lipovetsky, V. A. 1995, *The Astrophysical Journal*, 445, 108

- Tielens, A. 2005, *The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium*, 1st edn. (Cambridge University Press)
- Torres-Peimbert, S., Peimbert, M., & Fierro, J. 1989, *The Astrophysical Journal*, 345, 186
- Tüllmann, R., Rosa, M. R., Elwert, T., et al. 2003, *Astronomy and Astrophysics*, 412, 69
- van Zee, L. 2000, *The Astrophysical Journal*, 543, L31
- van Zee, L., & Haynes, M. P. 2006, *The Astrophysical Journal*, 636, 214
- van Zee, L., Haynes, M. P., & Salzer, J. J. 1997, *The Astronomical Journal*, 114, 2479
- van Zee, L., Salzer, J. J., Haynes, M. P., O'Donoghue, A. A., & Balonek, T. J. 1998, *The Astronomical Journal*, 116, 2805
- van Zee, L., Skillman, E. D., & Haynes, M. P. 2006, *The Astrophysical Journal*, 637, 269
- Vílchez, J. M., & Iglesias-Páramo, J. 1998, *The Astrophysical Journal*, 508, 248
- Vílchez, J. M., & Iglesias-Páramo, J. 2003, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 145, 225
- Vílchez, J. M., Pagel, B. E. J., Diaz, A. I., Terlevich, E., & Edmunds, M. G. 1988, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 235, 633
- Webster, B. L., & Smith, M. G. 1983, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 204, 743
- Westmoquette, M. S., James, B., Monreal-Ibero, A., & Walsh, J. R. 2013, *Astronomy and Astrophysics*, 550, A88
- William H. Press, Saul A. Teukolsky, W. T. V., & Flannery, B. P. 2007, *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*, 3rd edn. (Cambridge University Press)
- Zahid, H. J., & Bresolin, F. 2011, *The Astronomical Journal*, 141, 192
- Zaritsky, D., Kennicutt, Robert C., J., & Huchra, J. P. 1994, *The Astrophysical Journal*, 420, 87
- Zill, D. G. 2009, *Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado*, 9th edn. (CENGAGE Learning)
- Zurita, A., & Bresolin, F. 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 427, 1463