

6 - Espectros Seleccionados

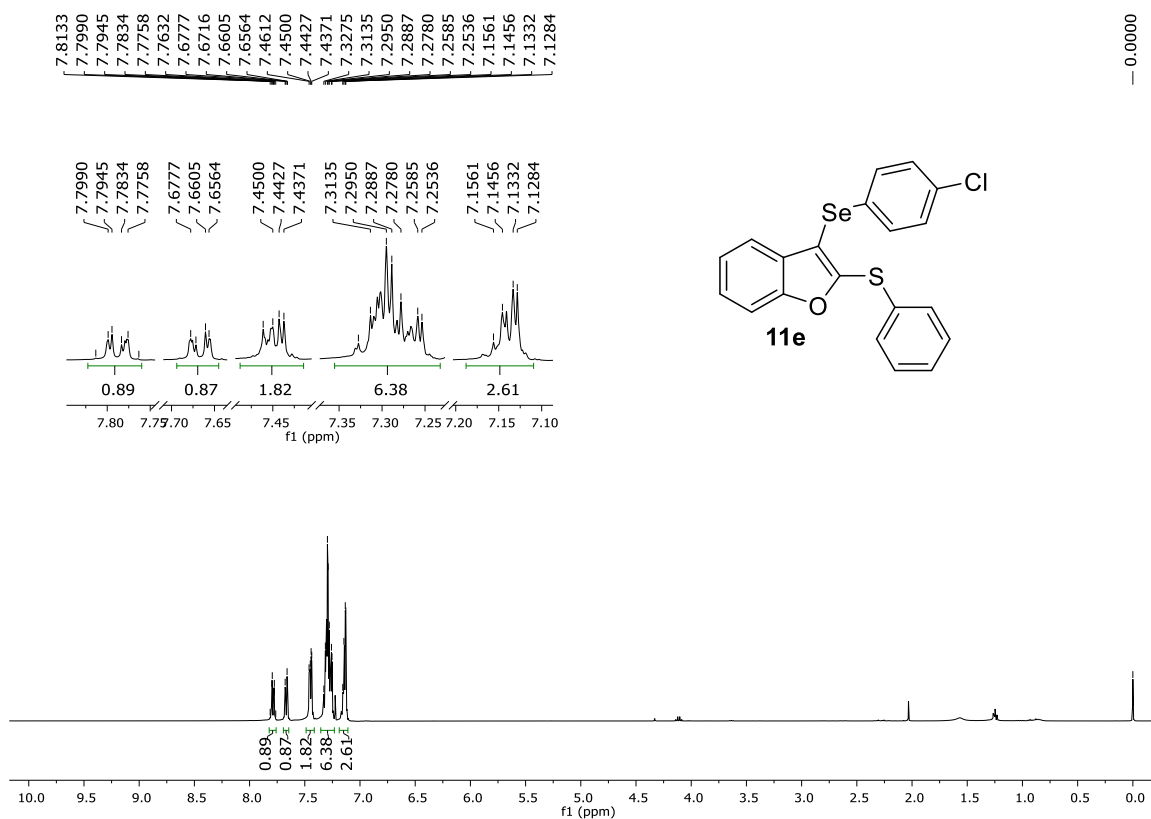


Figura 59: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **11e**.

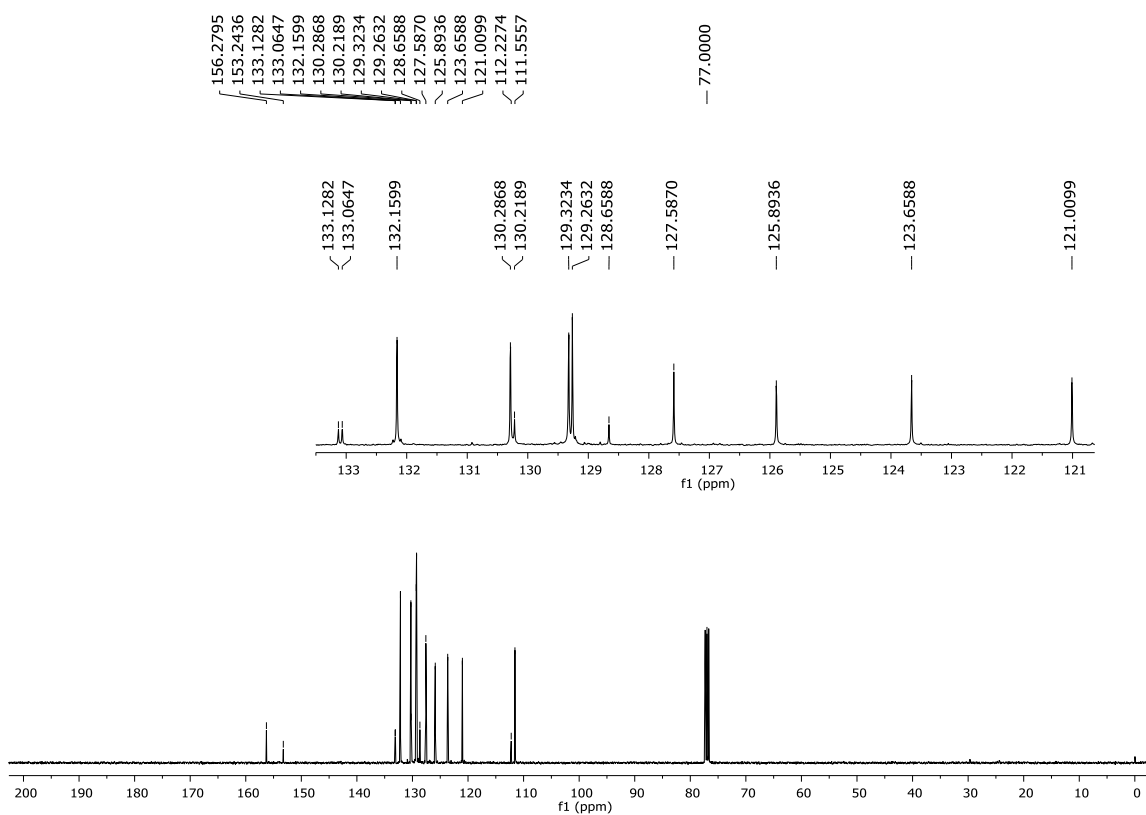


Figura 60: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **11e**.

6 - Espectros Seleccionados

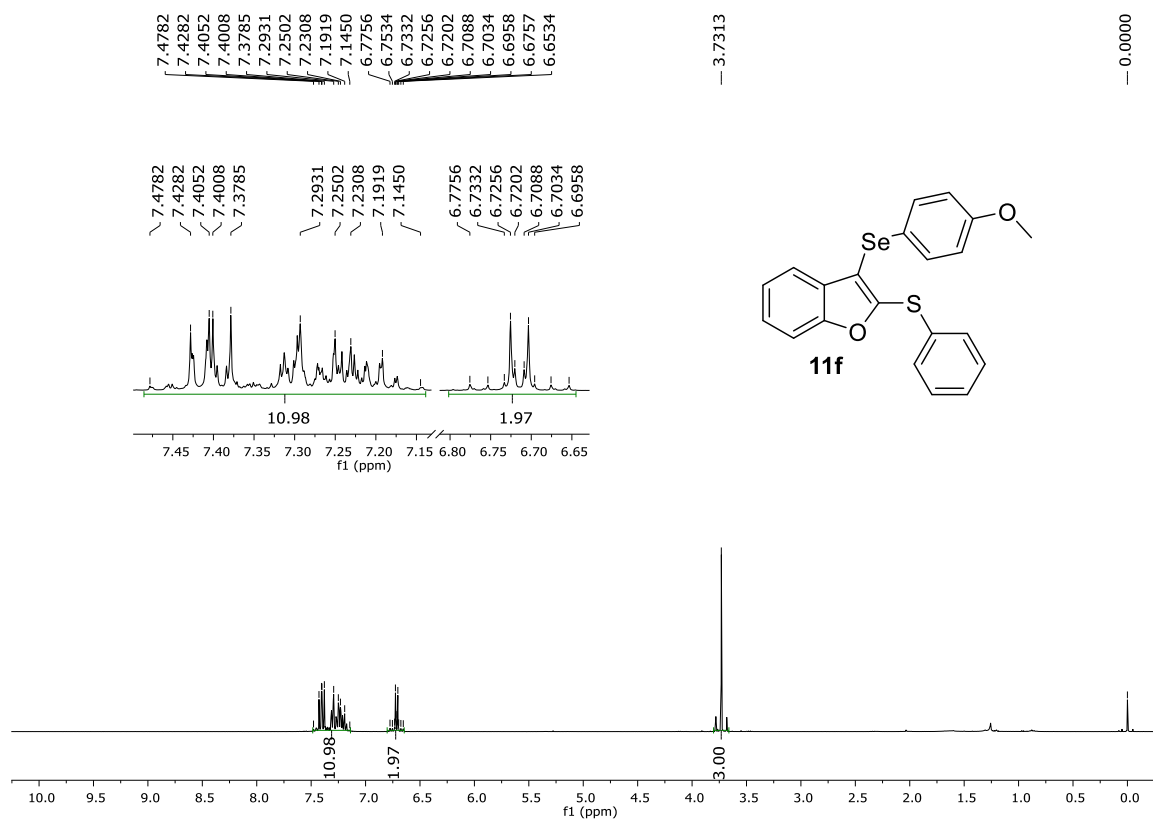


Figura 61: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **11f**.

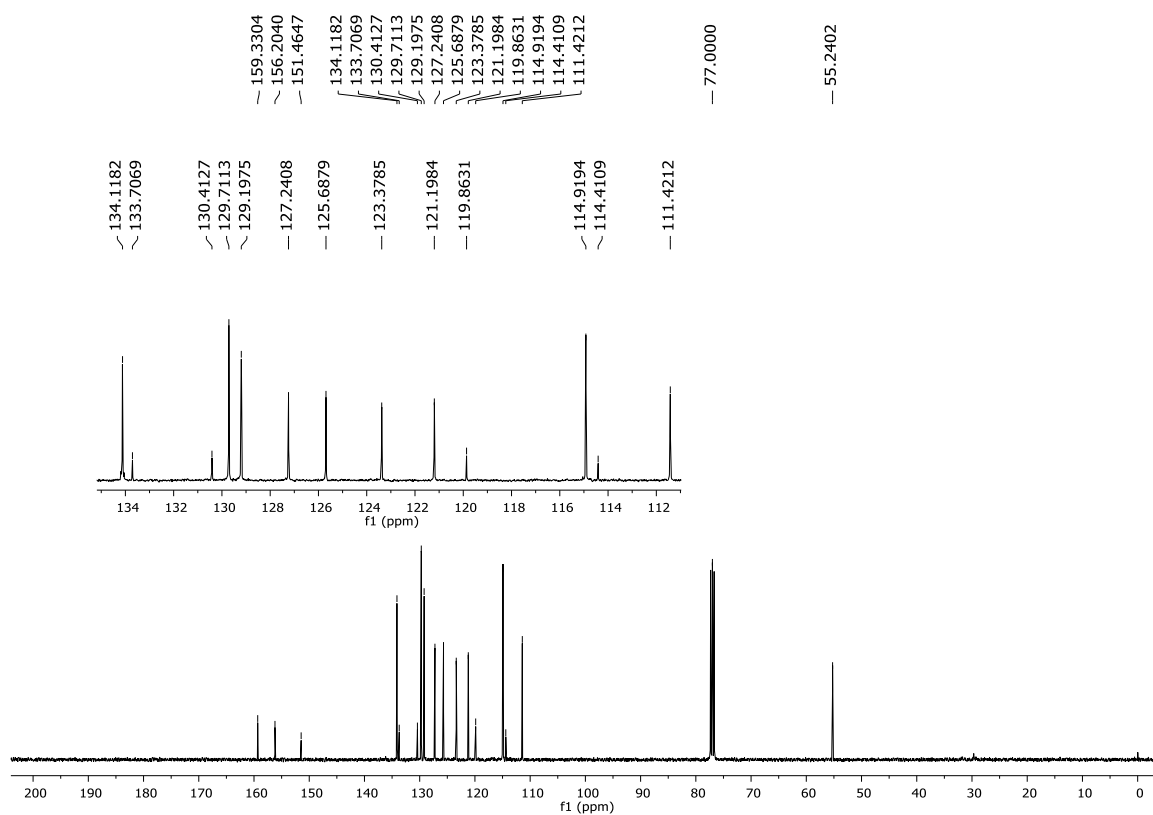


Figura 62: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **11f**.

6 - Espectros Seleccionados

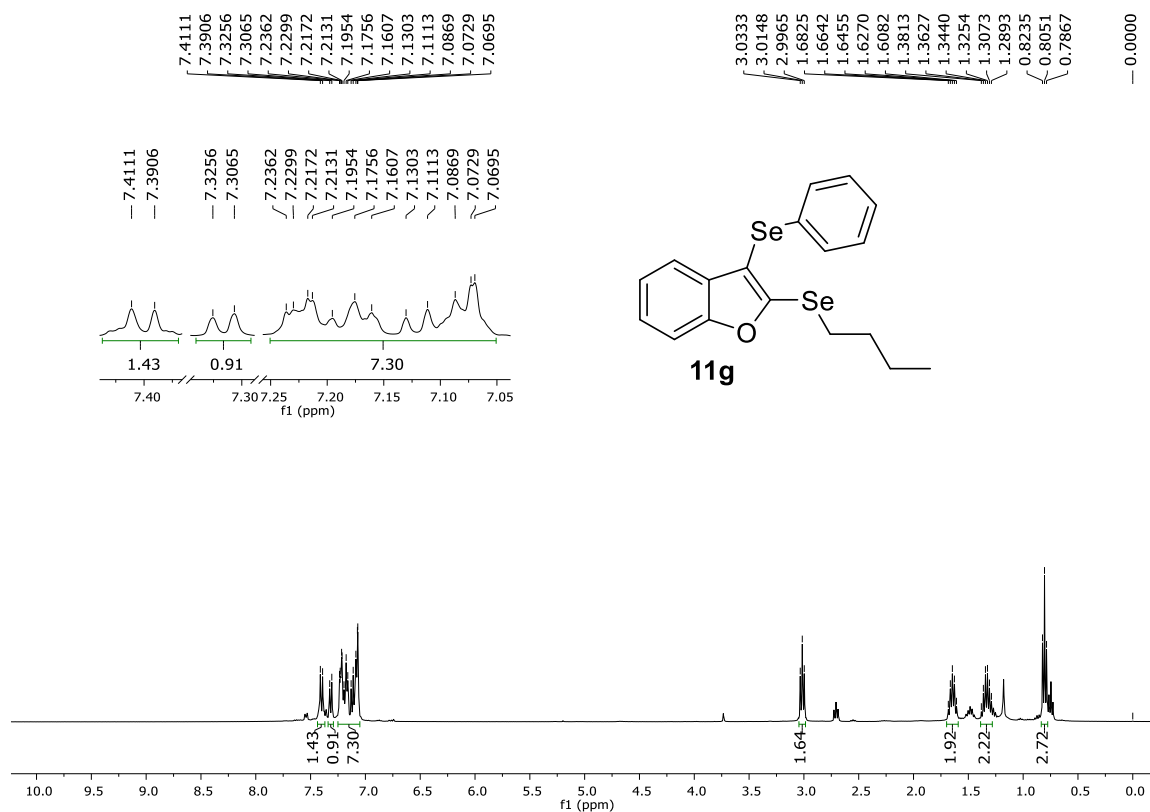


Figura 63: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **11g**.

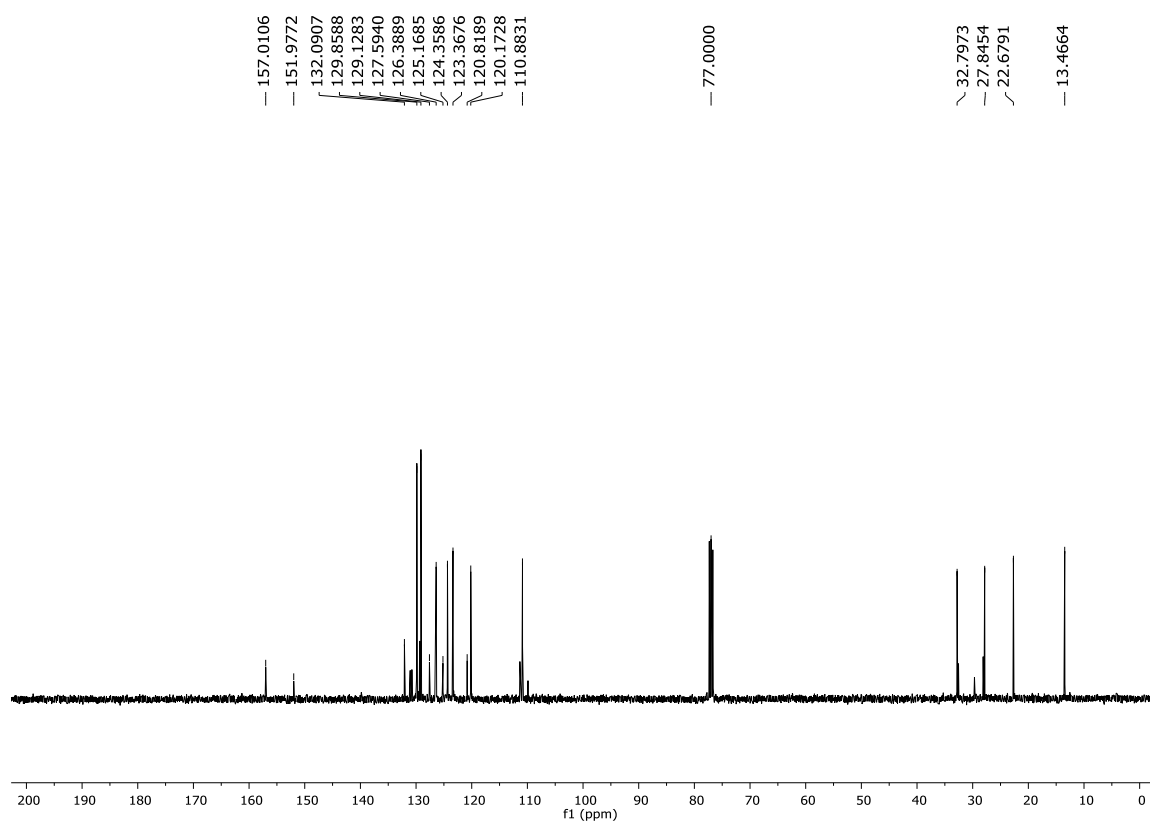


Figura 64: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **11g**.

6 - Espectros Seleccionados

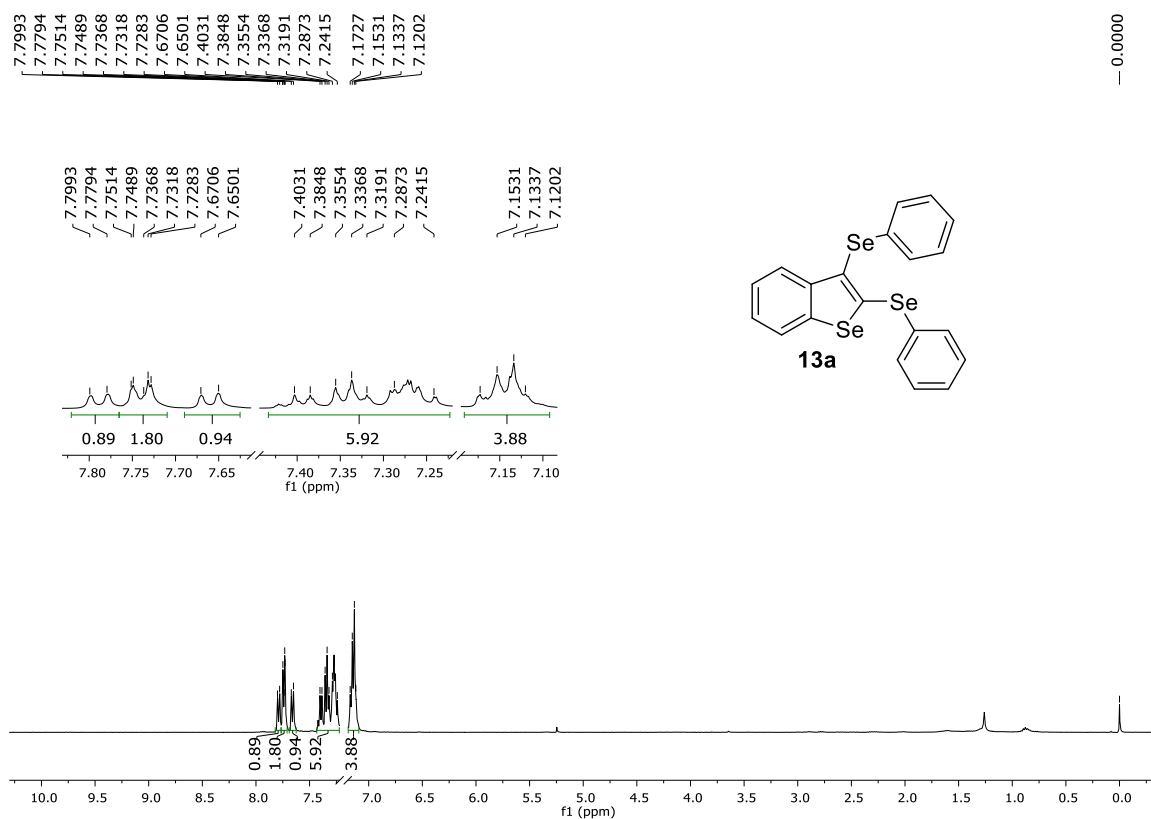


Figura 65: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **13a**.

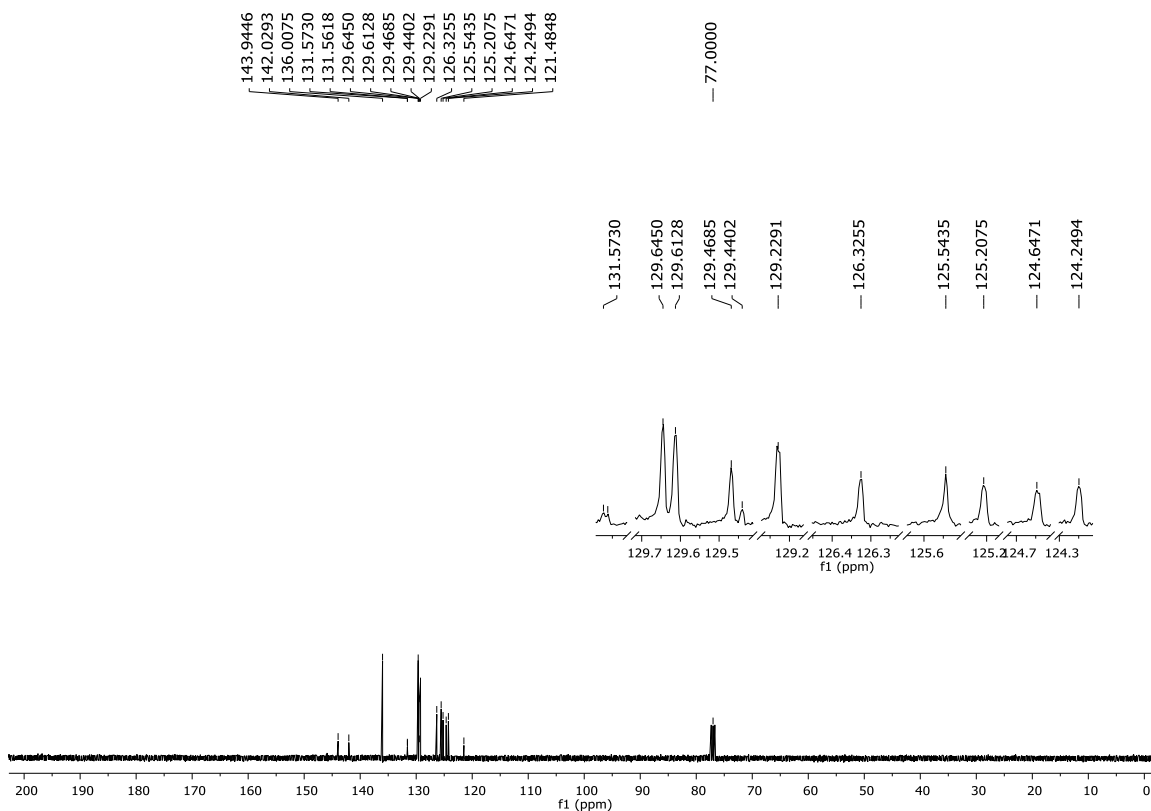


Figura 66: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **13a**.

6 - Espectros Seleccionados

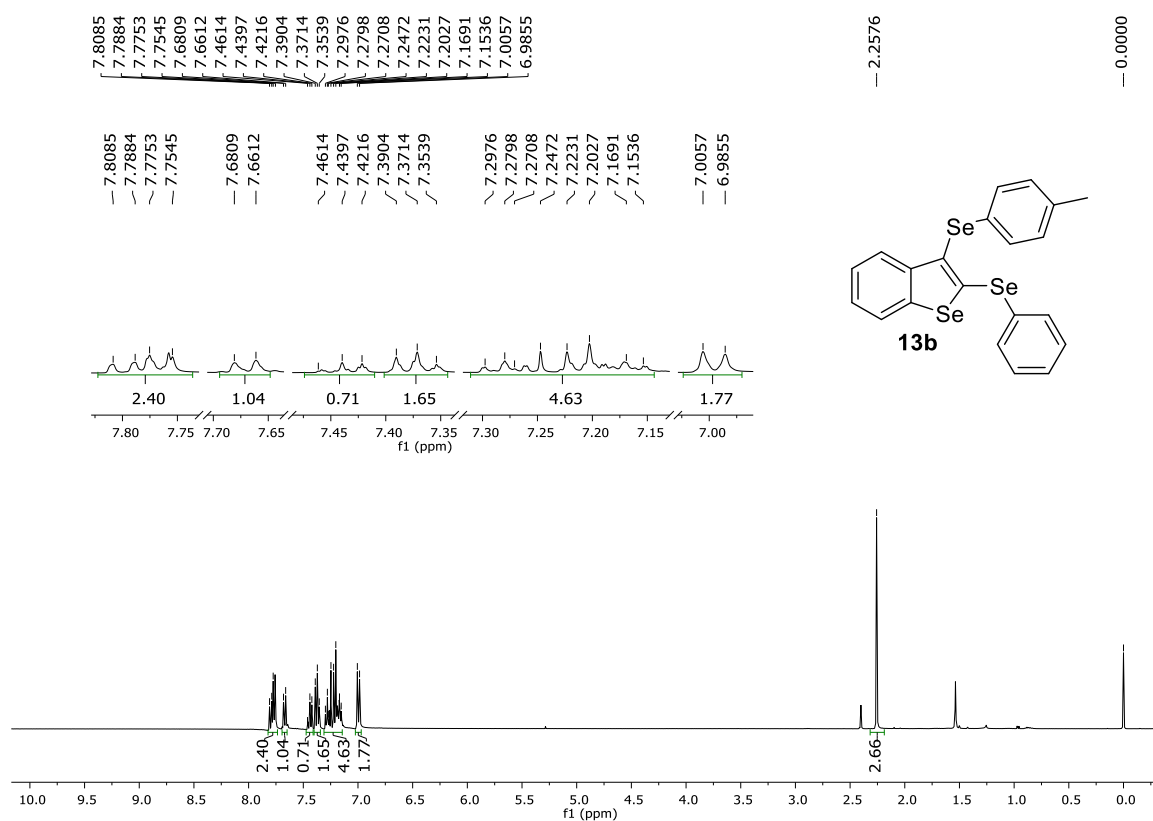


Figura 67: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **13b**.

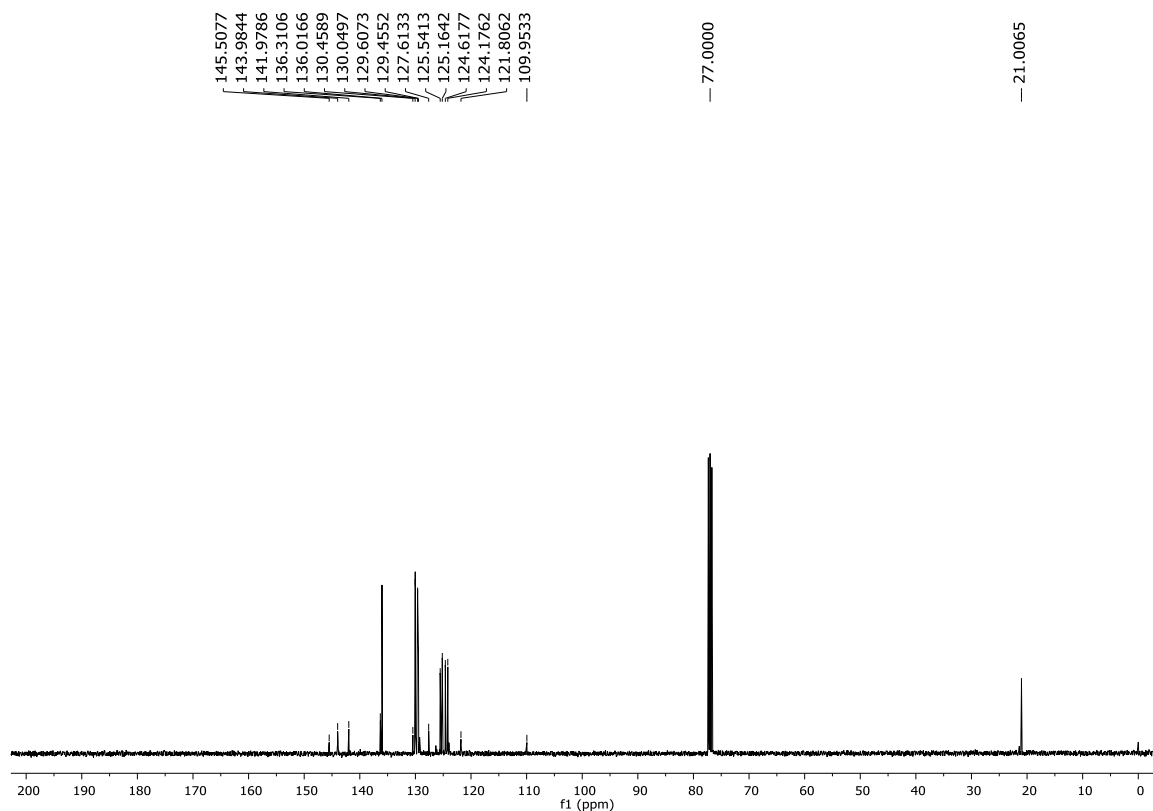


Figura 68: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **13b**.

6 - Espectros Seleccionados

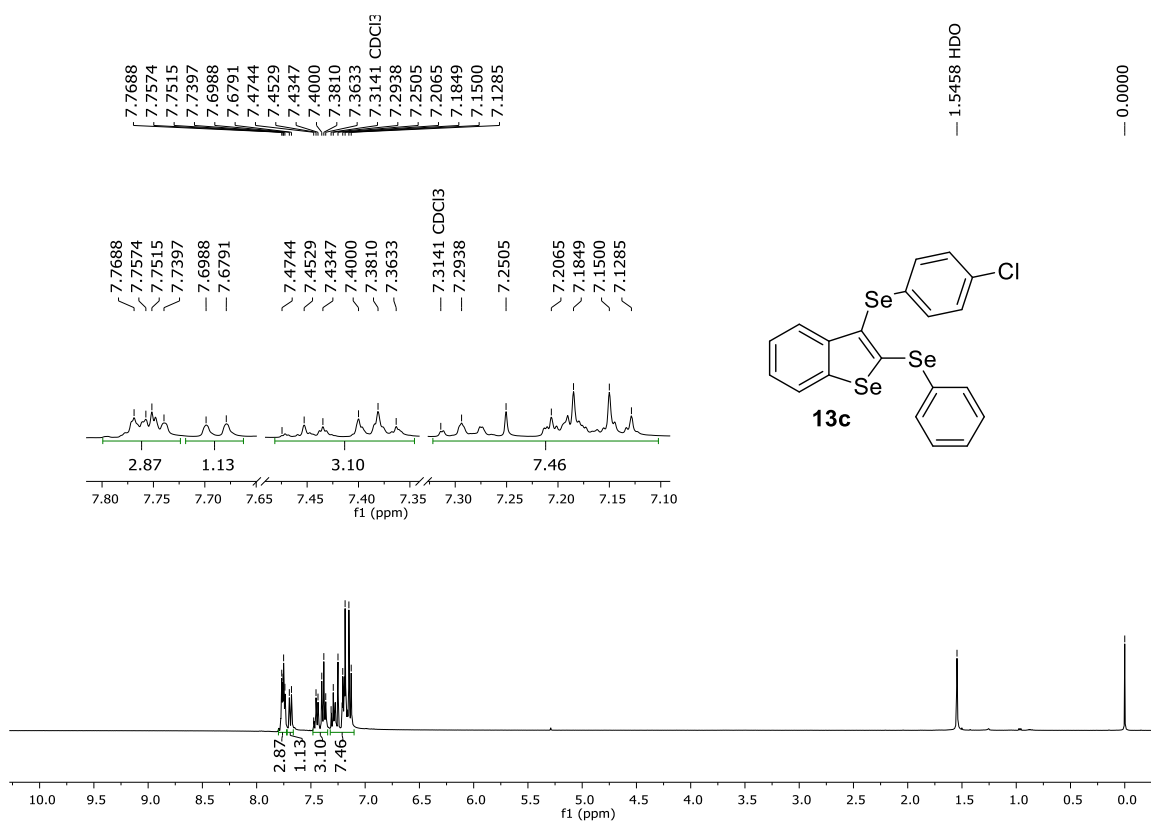


Figura 69: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **13c**.

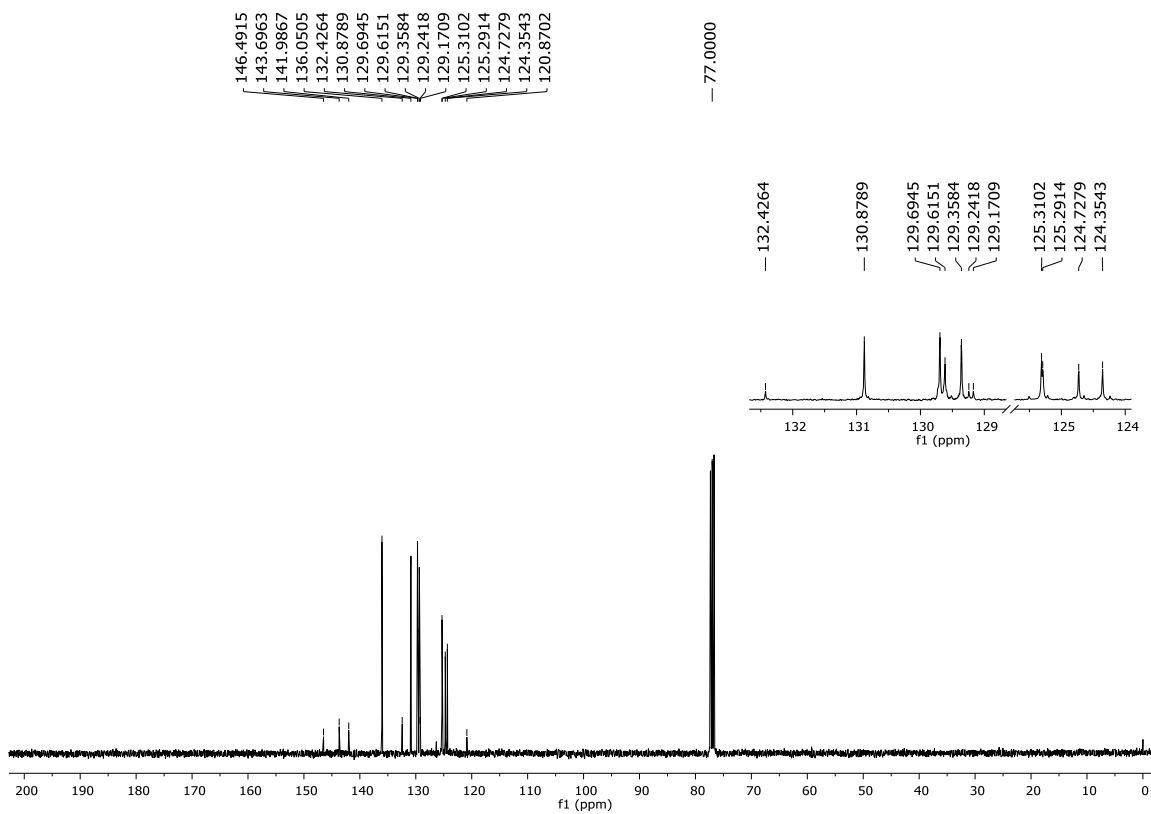


Figura 70: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **13c**.

6 - Espectros Seleccionados

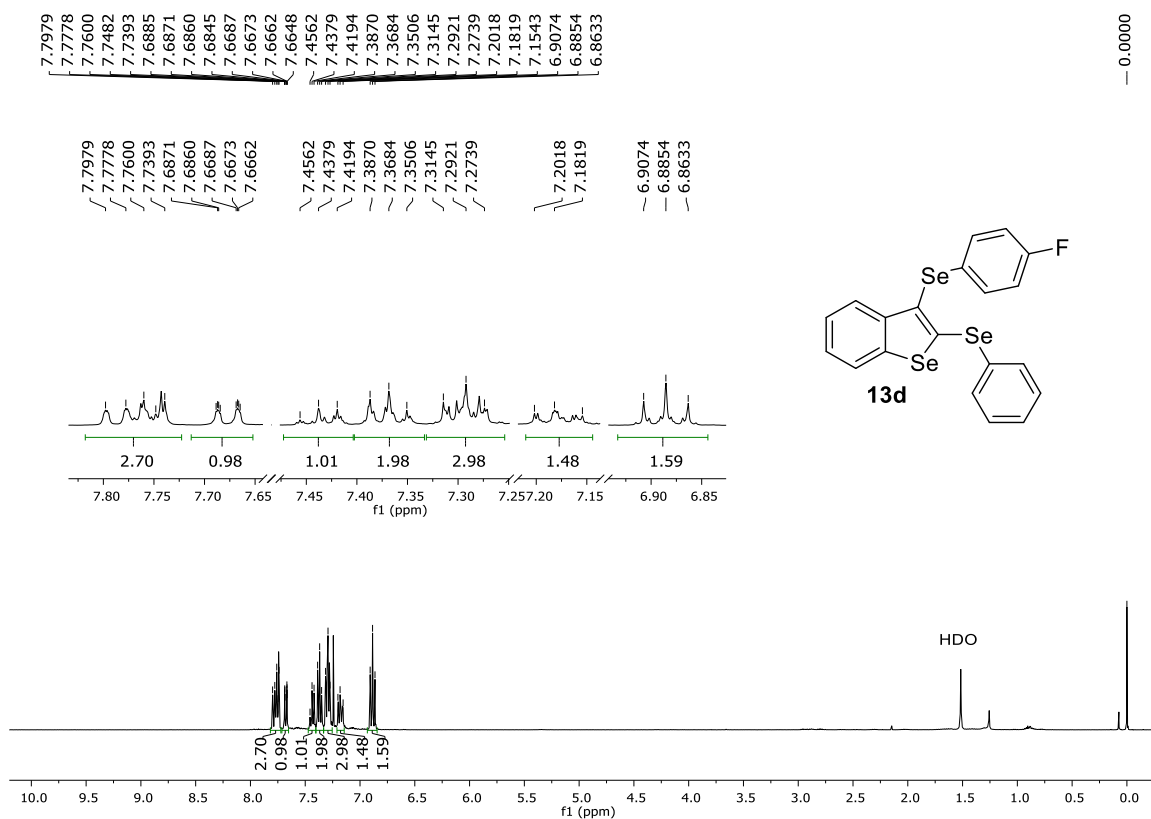


Figura 71: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **13d**.

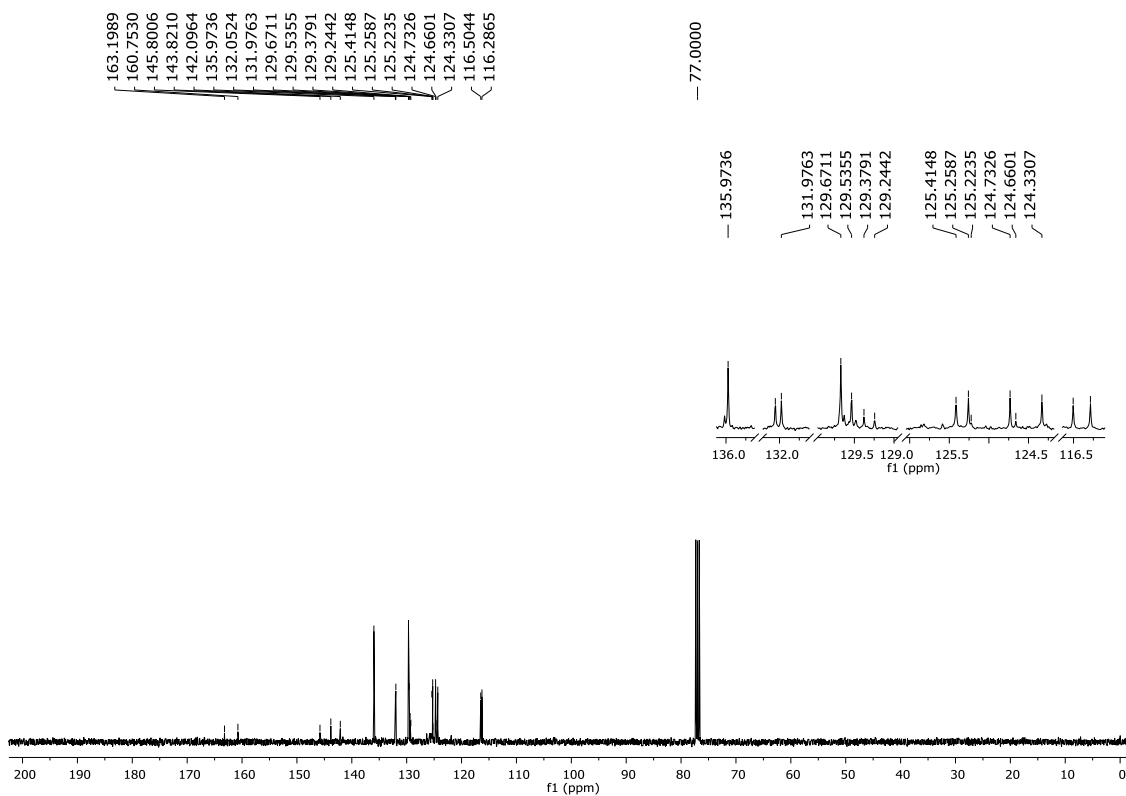


Figura 72: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **13d**.

6 - Espectros Seleccionados

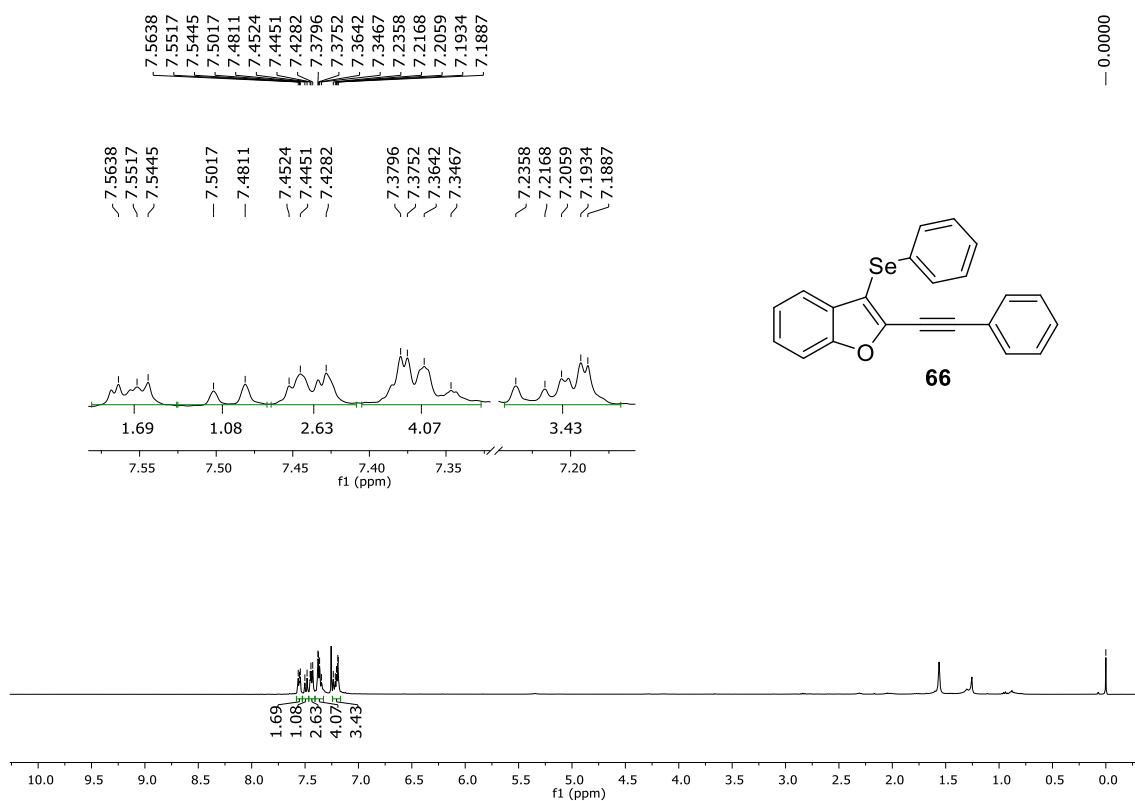


Figura 73: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **66**.

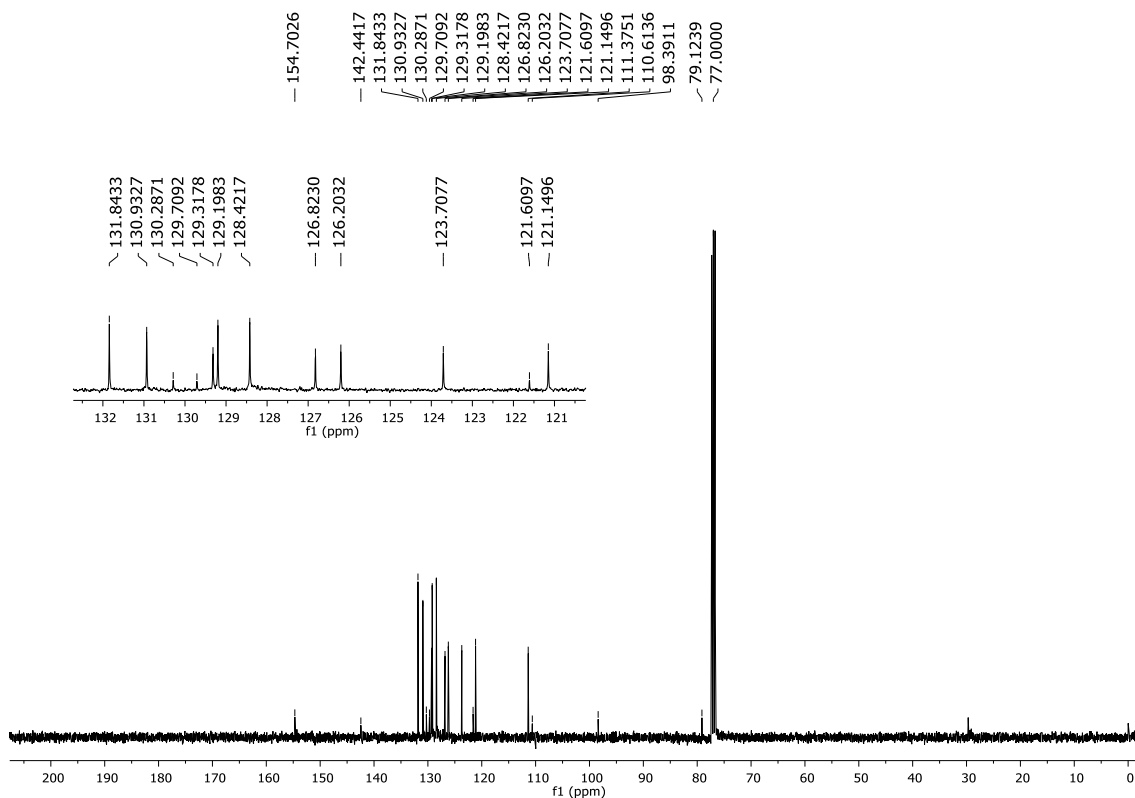
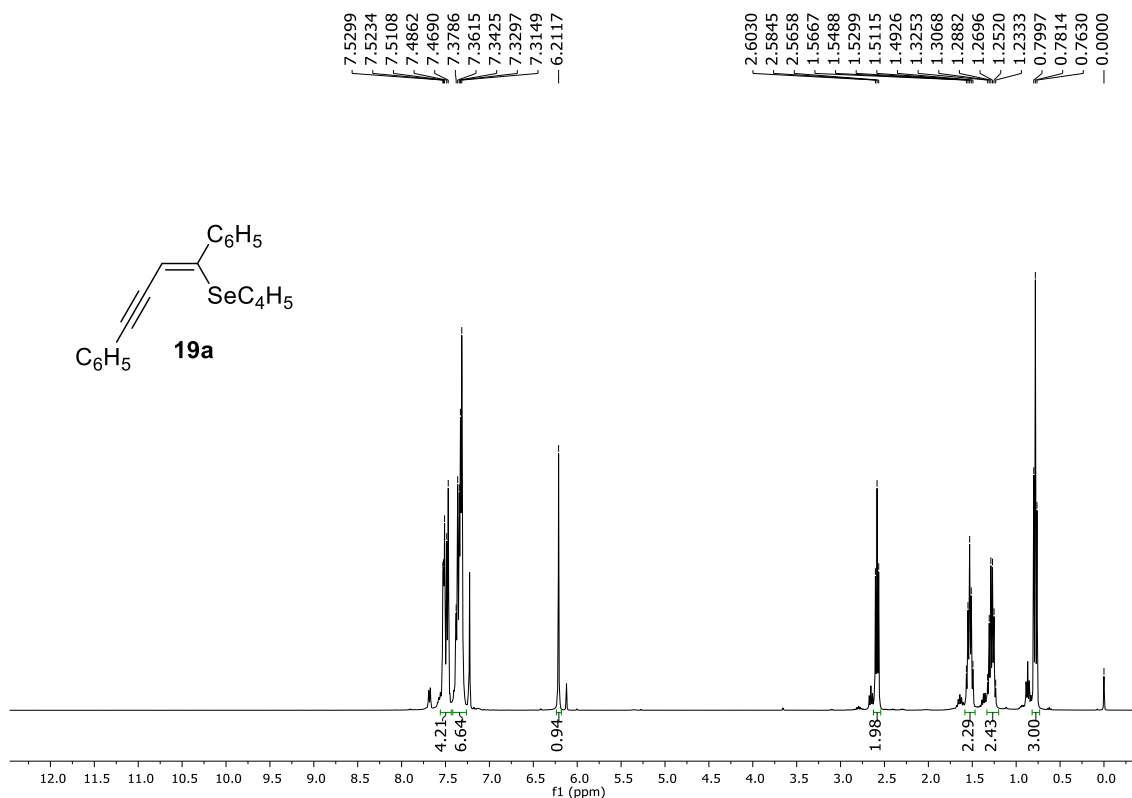
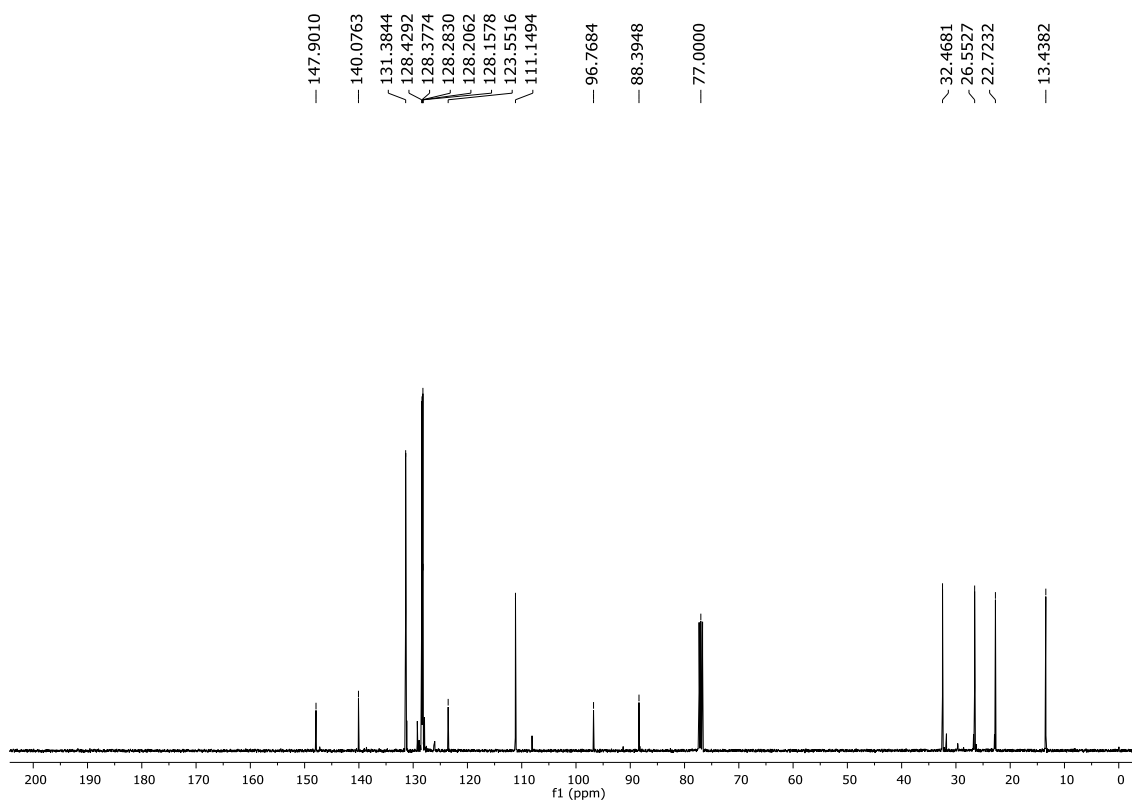


Figura 74: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **66**.

6.2. Síntese de calcogenofenos

Figura 75: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **19a**.Figura 76: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **19a**.

6 - Espectros Seleccionados

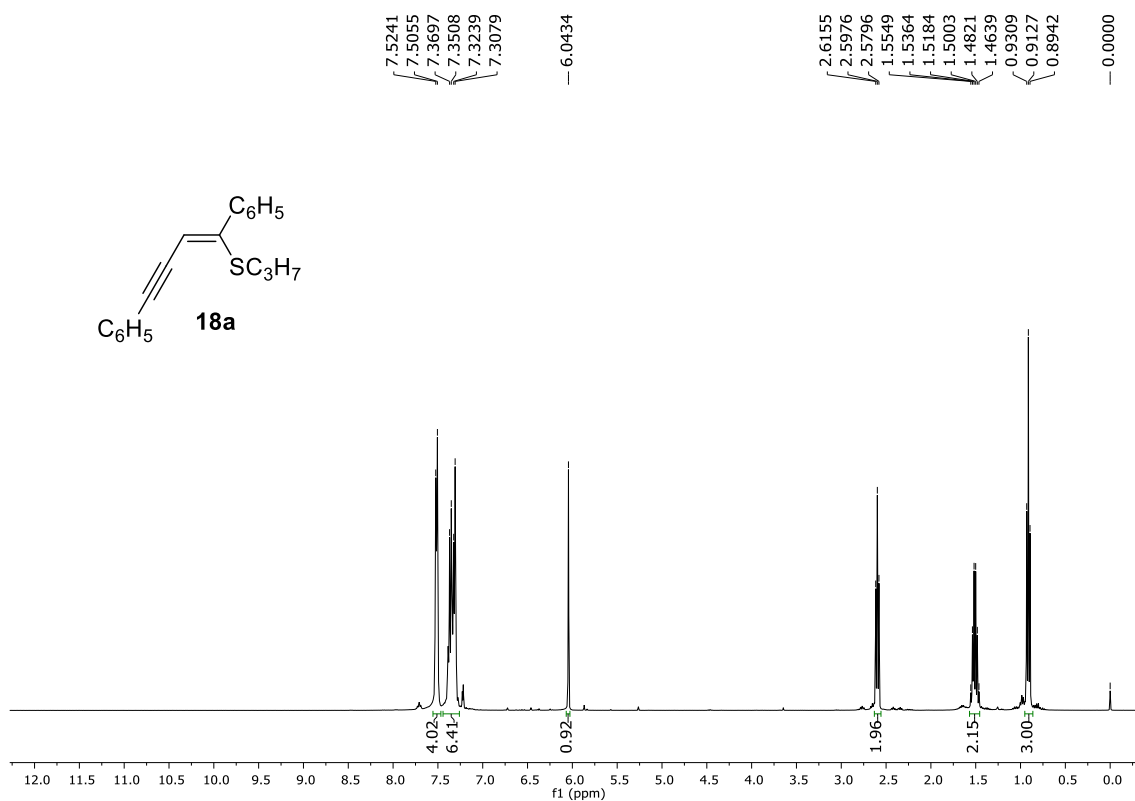


Figura 77: Espectro de RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) do composto **18a**.

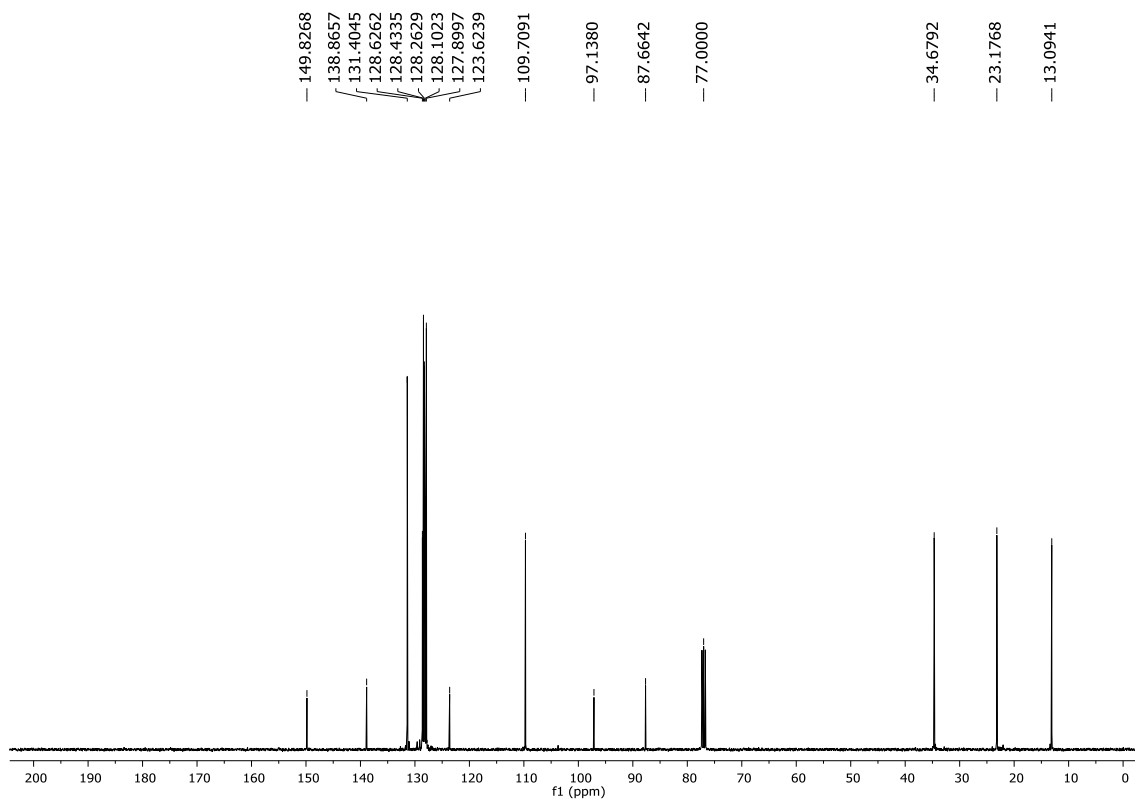


Figura 78: Espectro de RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3) do composto **18a**.

6 - Espectros Seleccionados

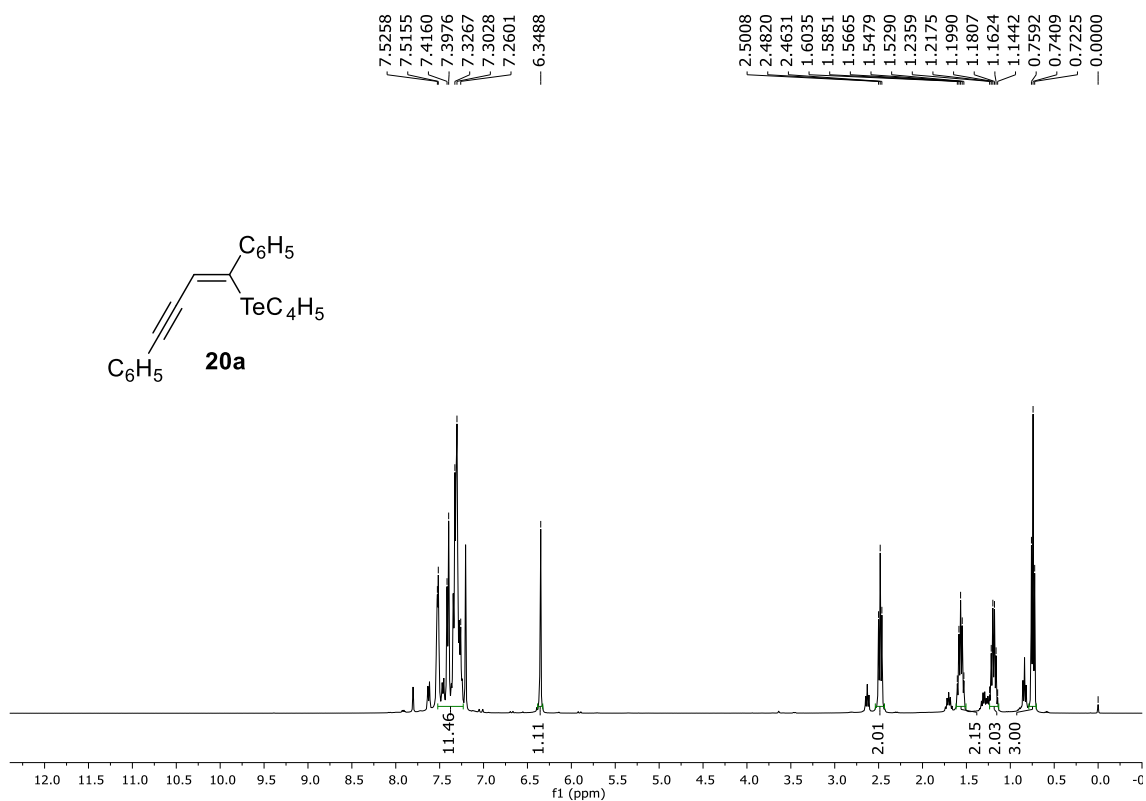


Figura 79: Espectro de RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) do composto **20a**.

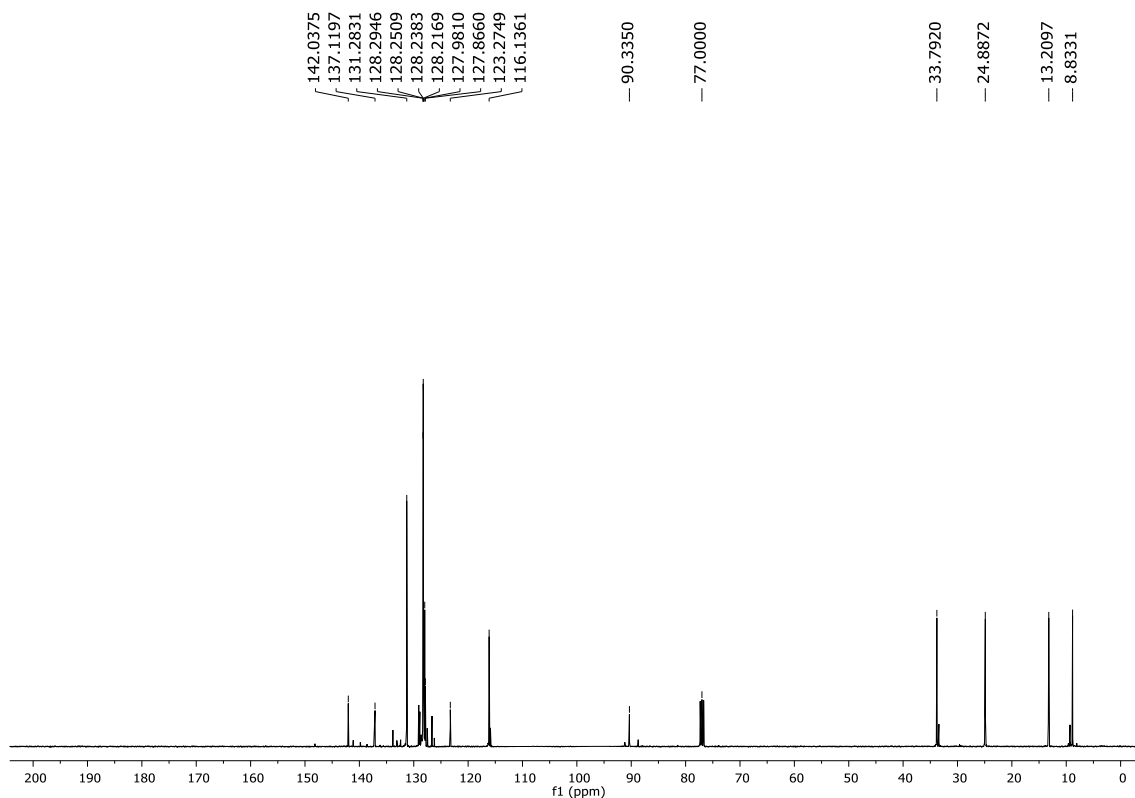


Figura 80: Espectro de RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3) do composto **20a**.

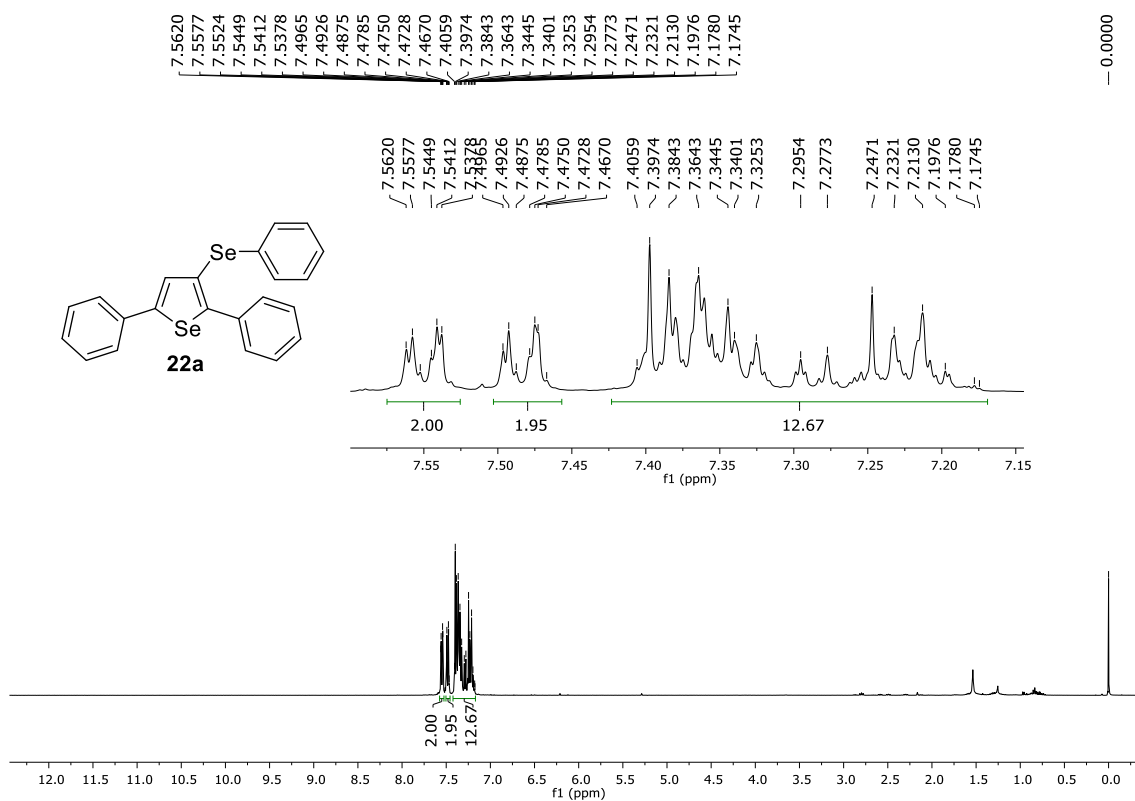


Figura 81: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **22a**.

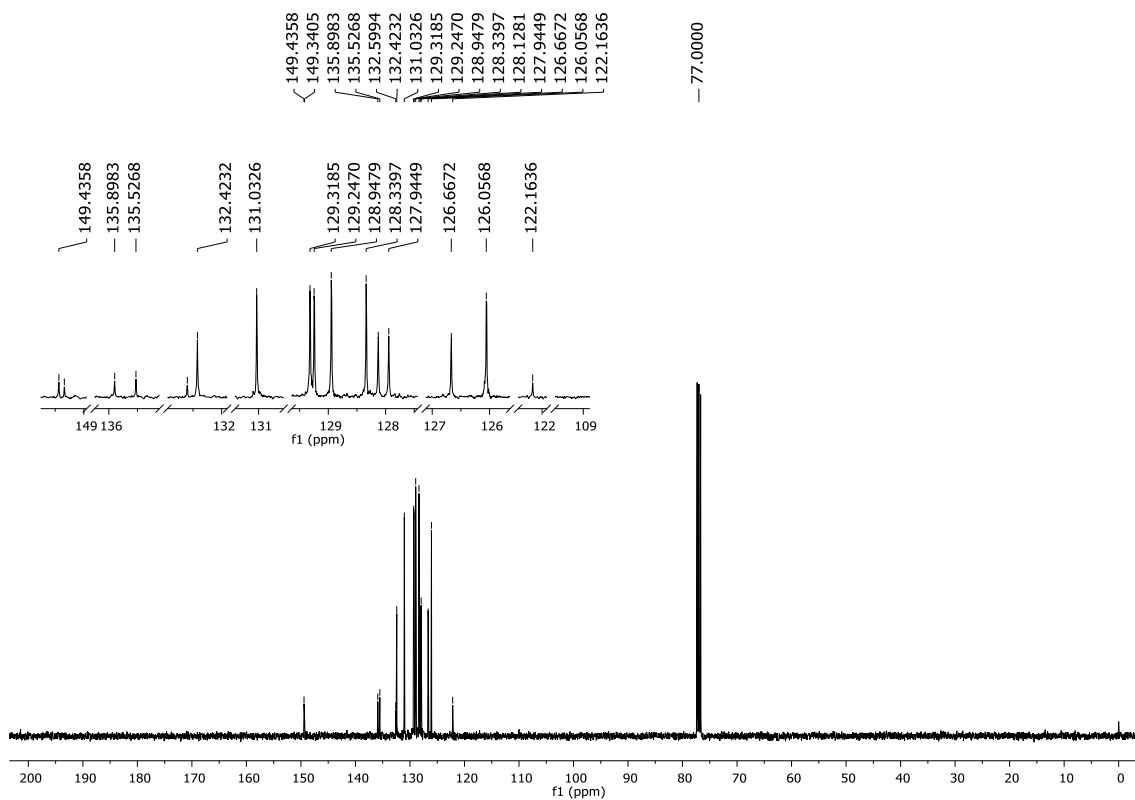


Figura 82: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **22a**.

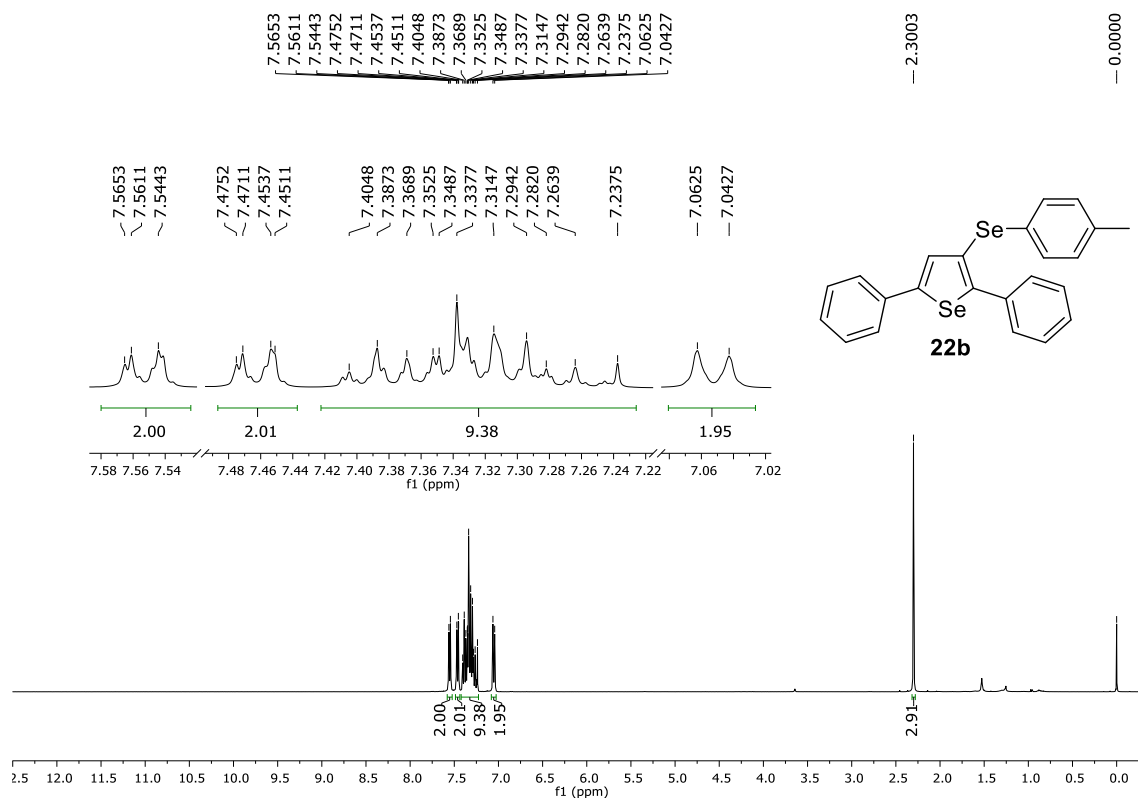


Figura 83: Espectro de RMN ¹H(400 MHz, CDCl₃) do composto **22b**.

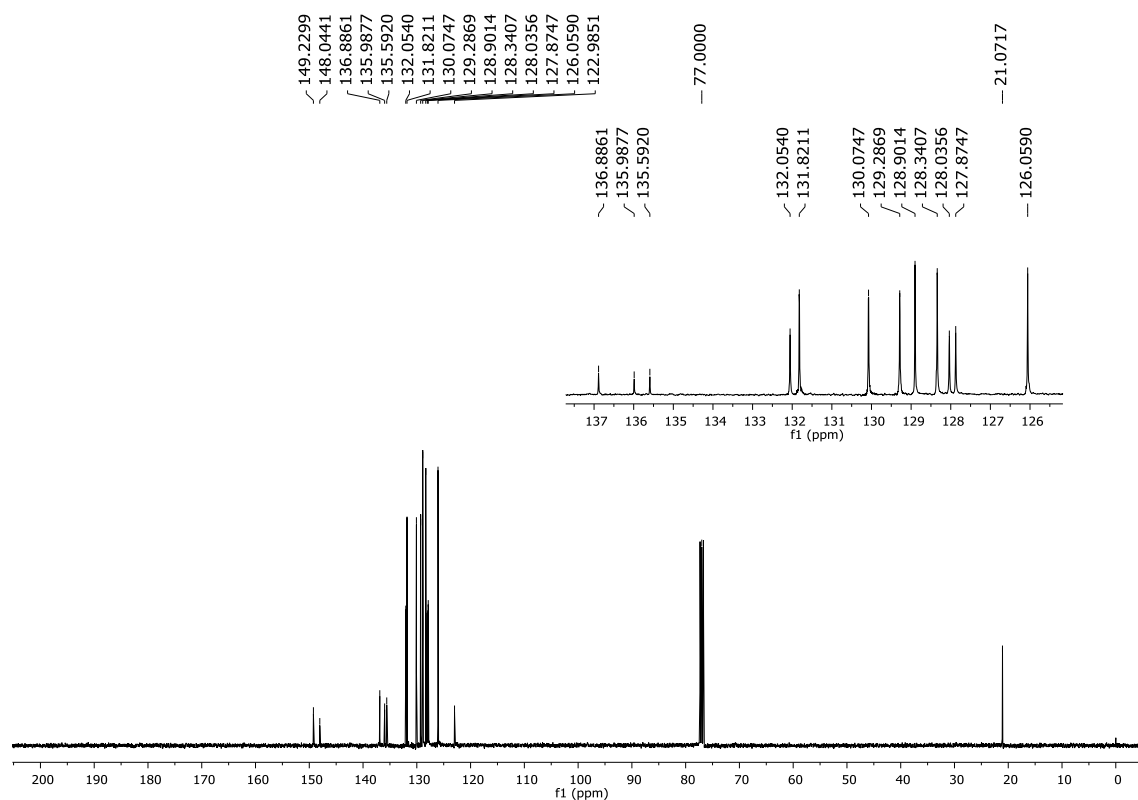


Figura 84: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **22b**.

6 - Espectros Seleccionados

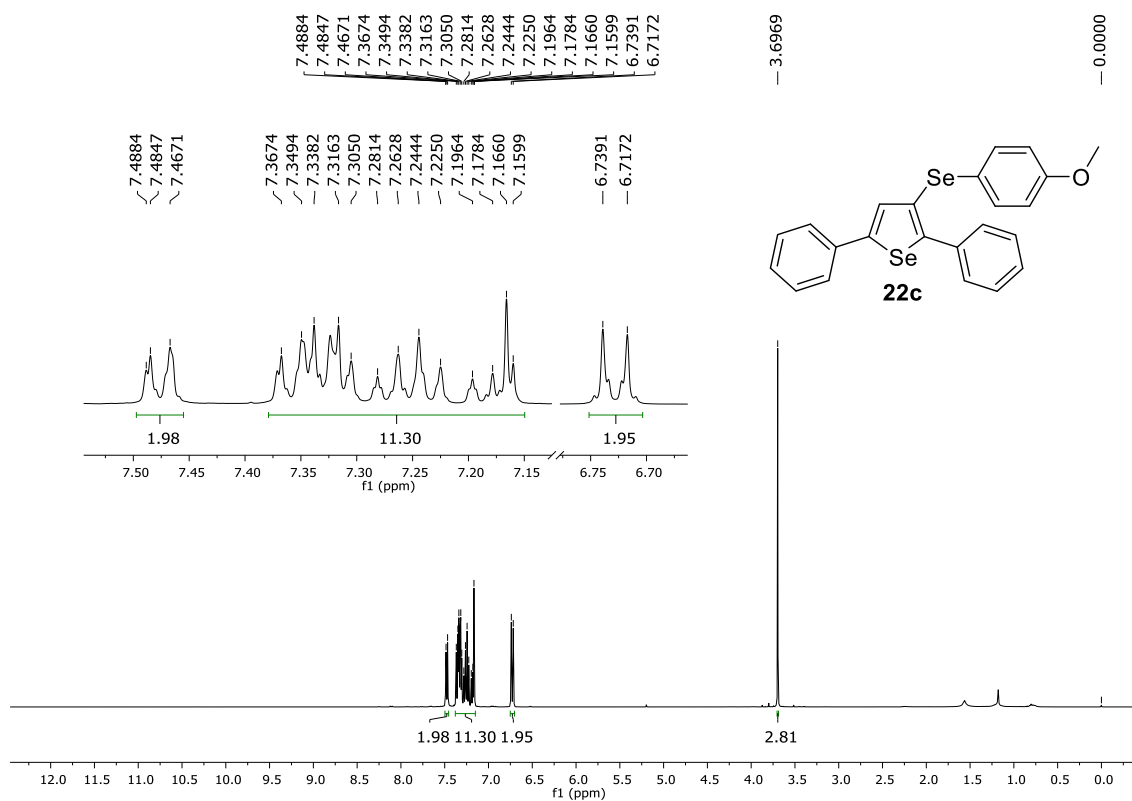


Figura 85: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **22c**.

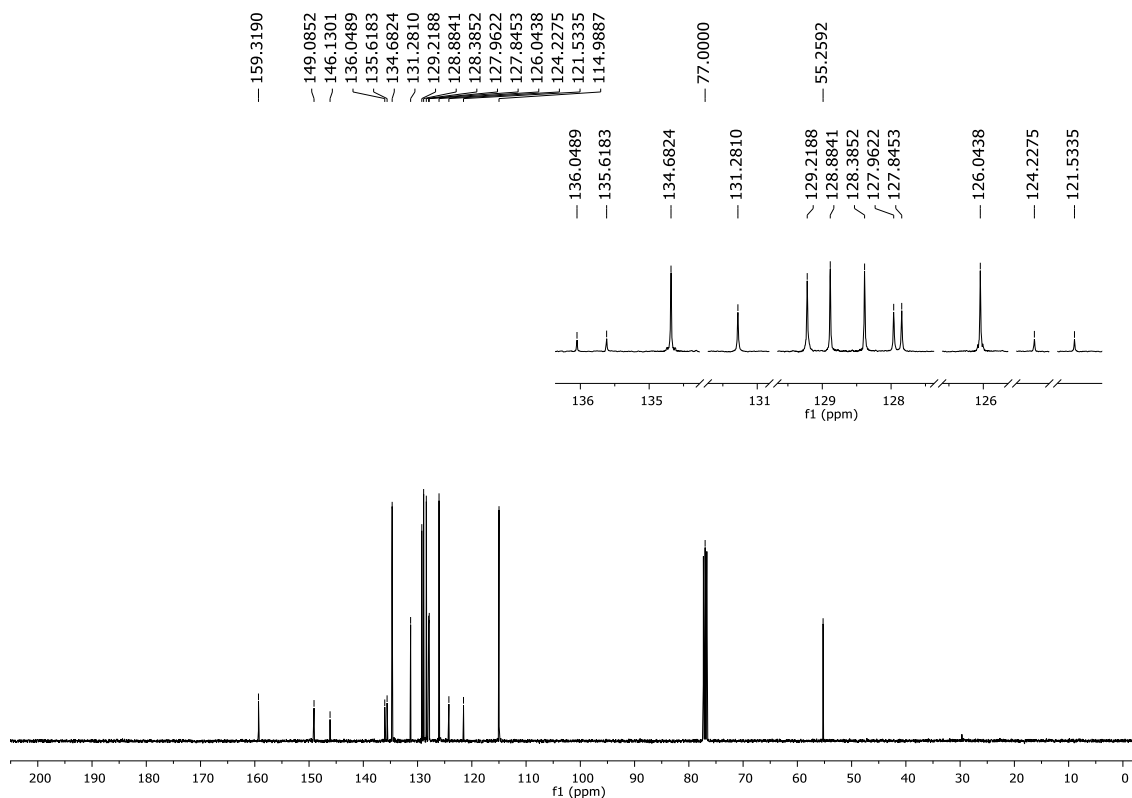


Figura 86: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **22c**.

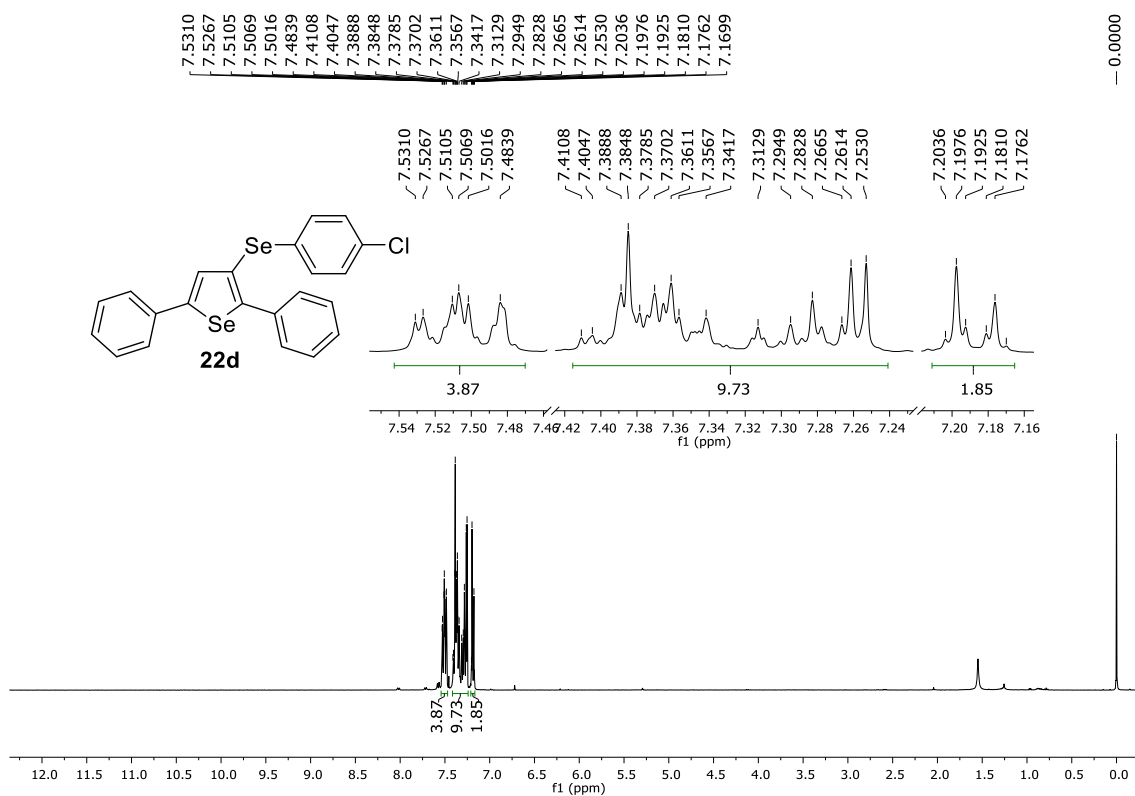


Figura 87: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **22d**.

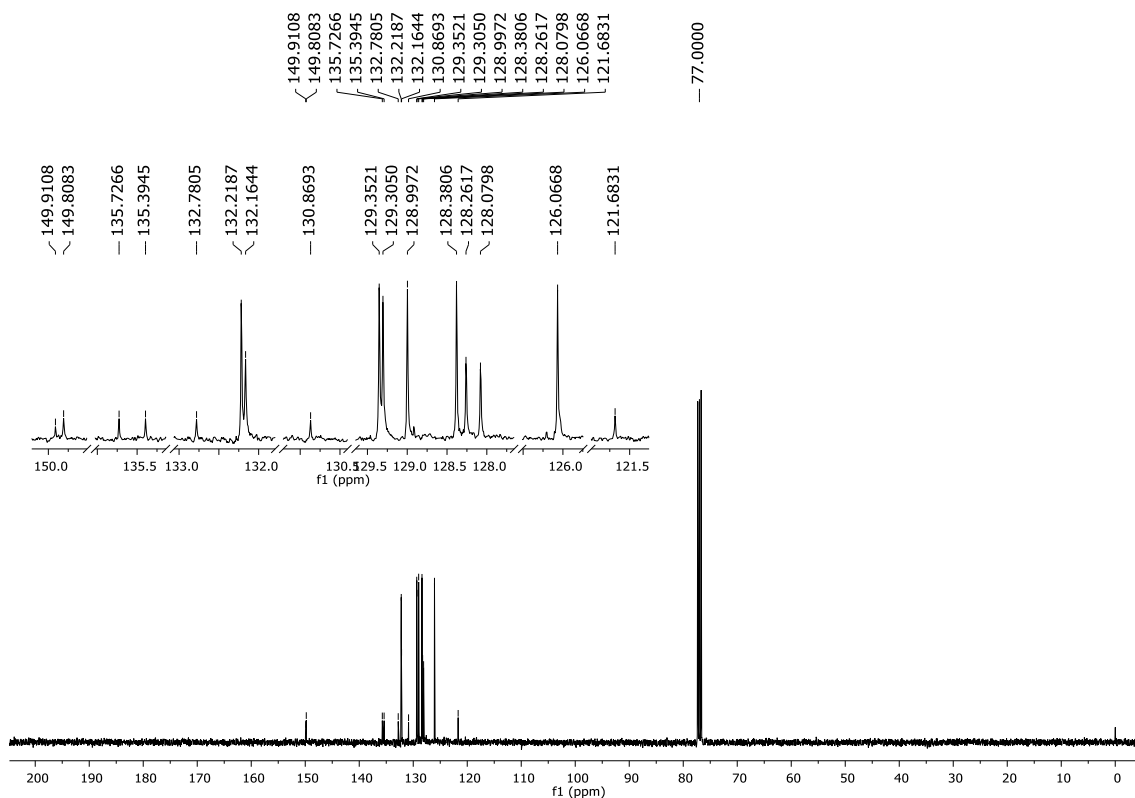


Figura 88: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **22d**.

6 - Espectros Seleccionados

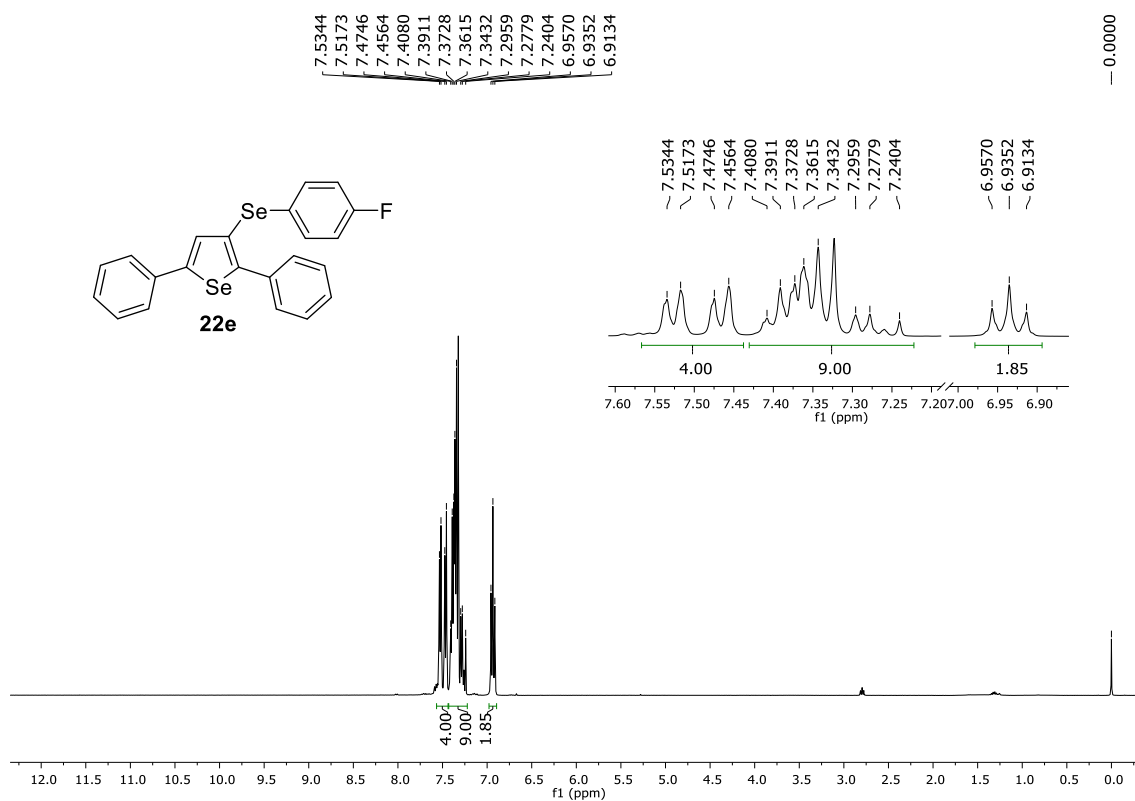


Figura 89: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **22e**.

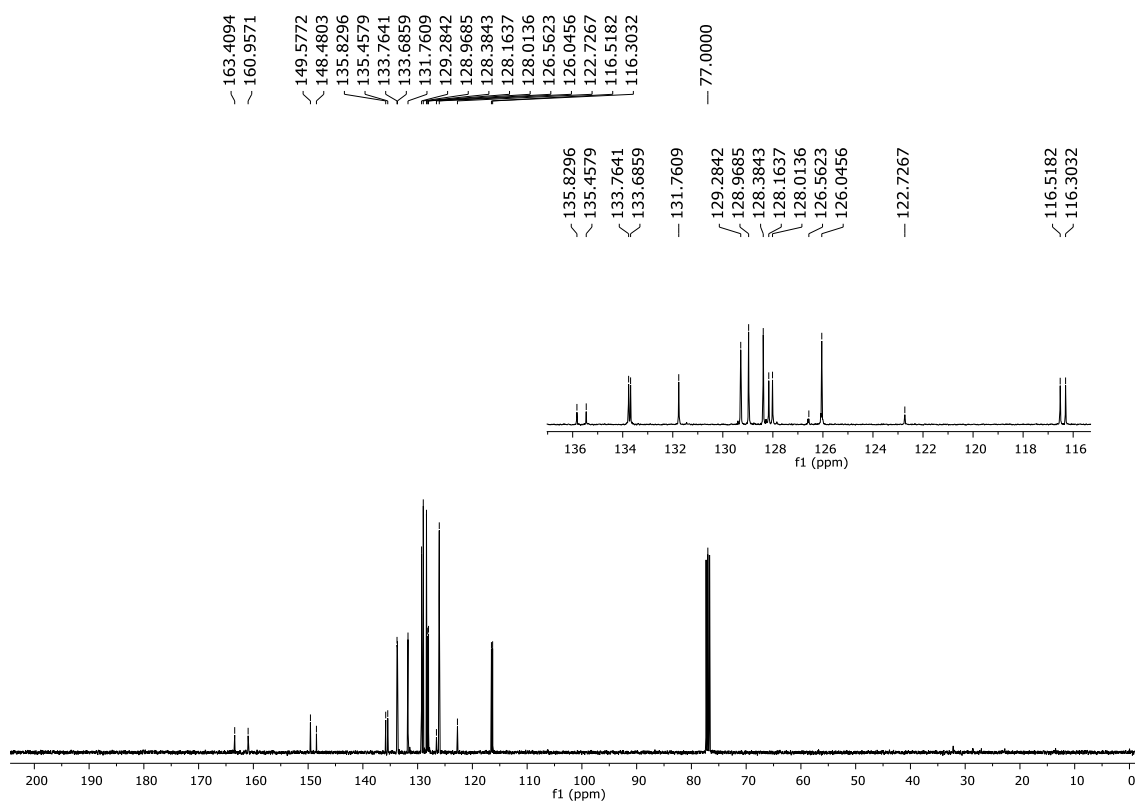


Figura 90: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **22e**.

6 - Espectros Seleccionados

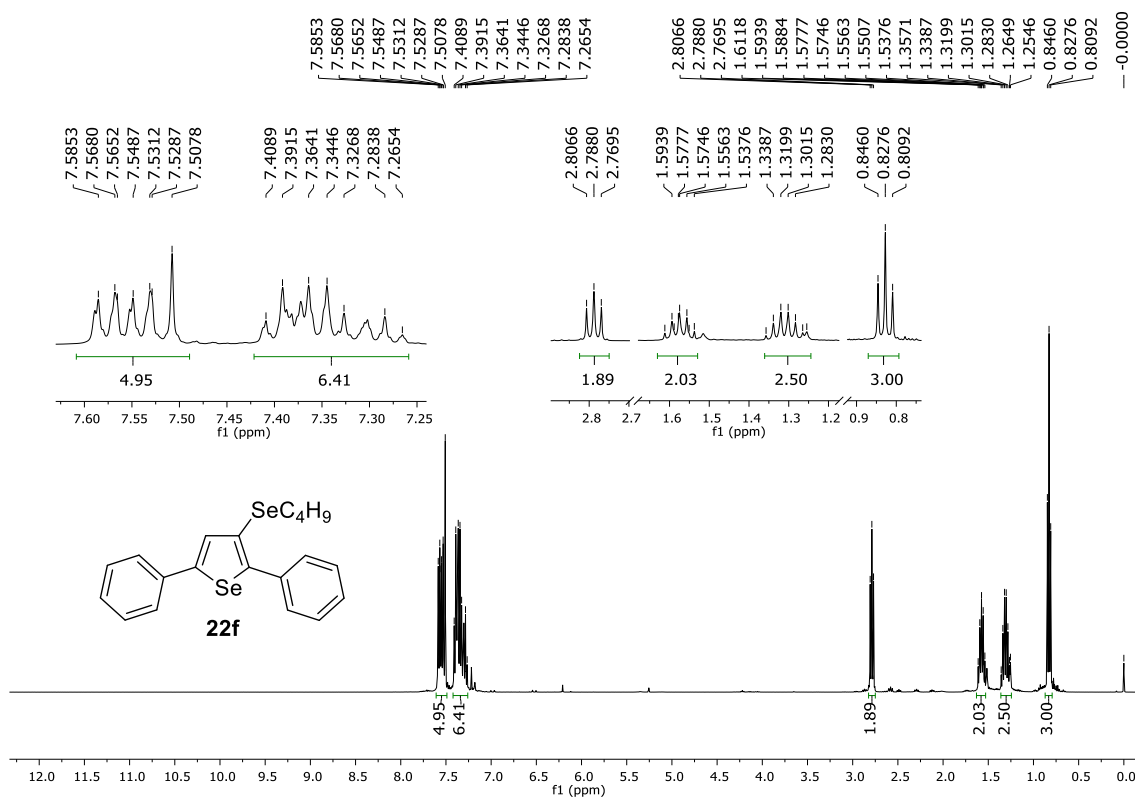


Figura 91: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **22f**.

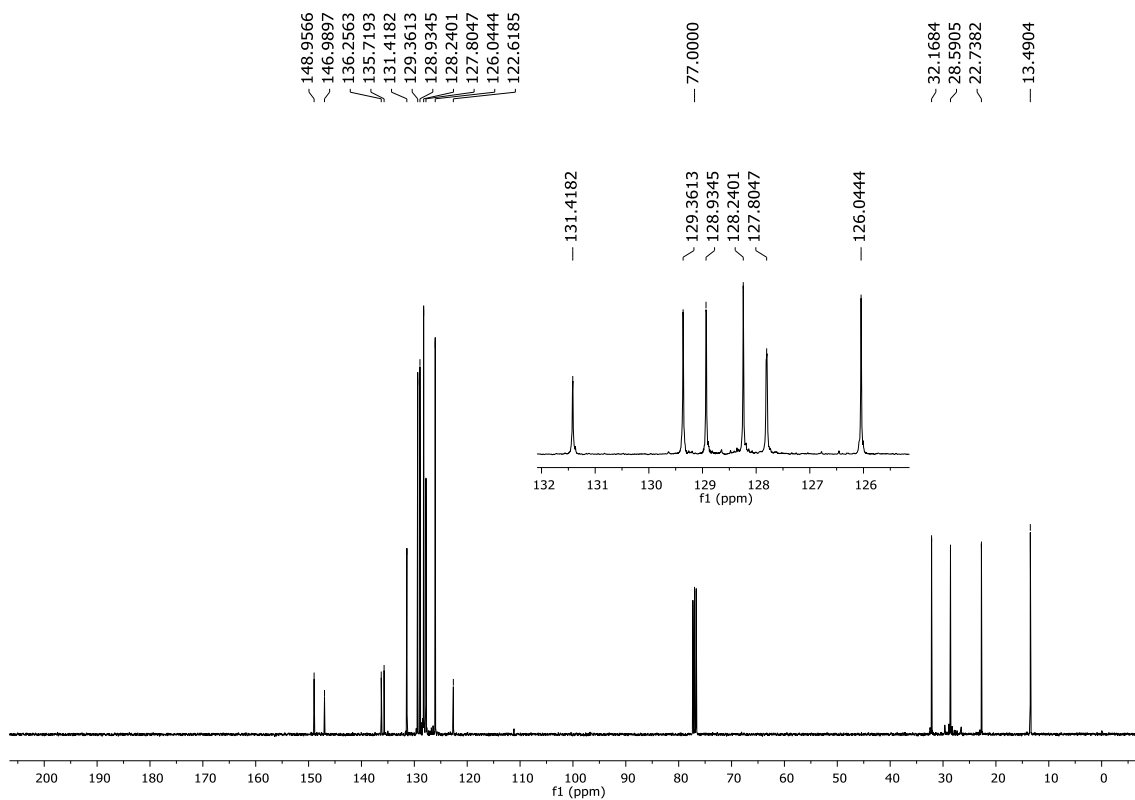


Figura 92: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **22f**.

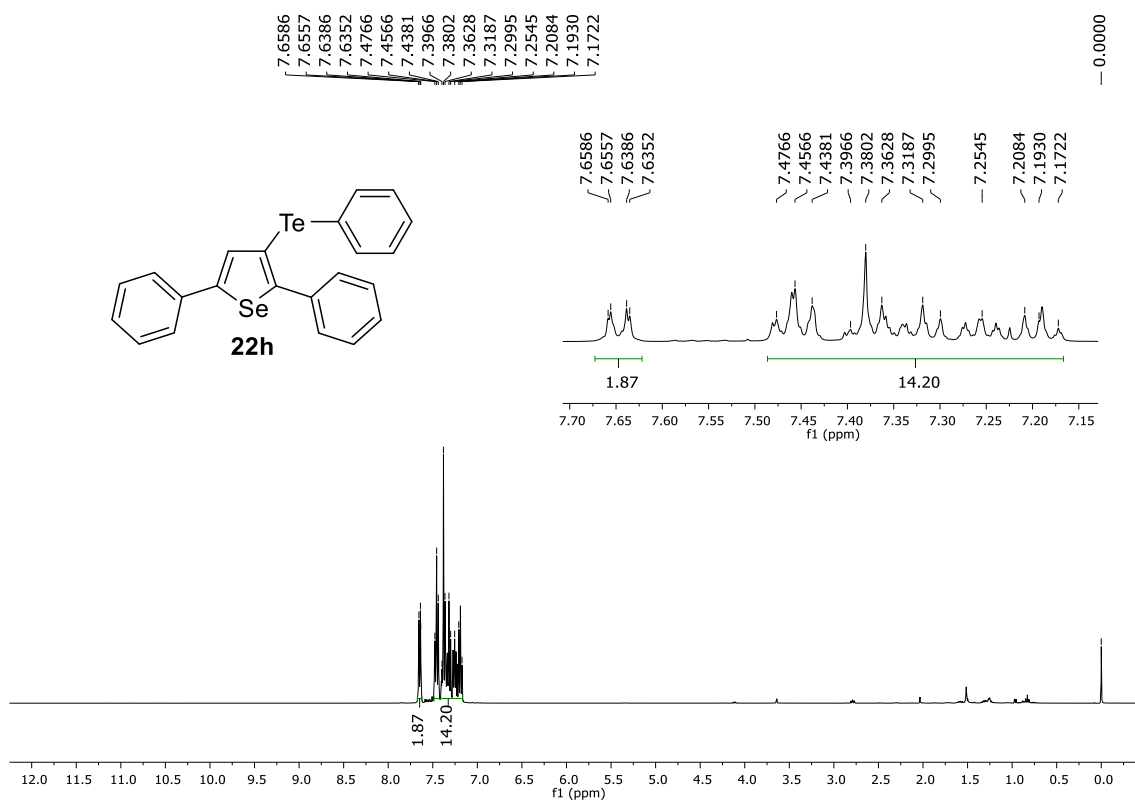


Figura 93: Espectro de RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) do composto **22h**.

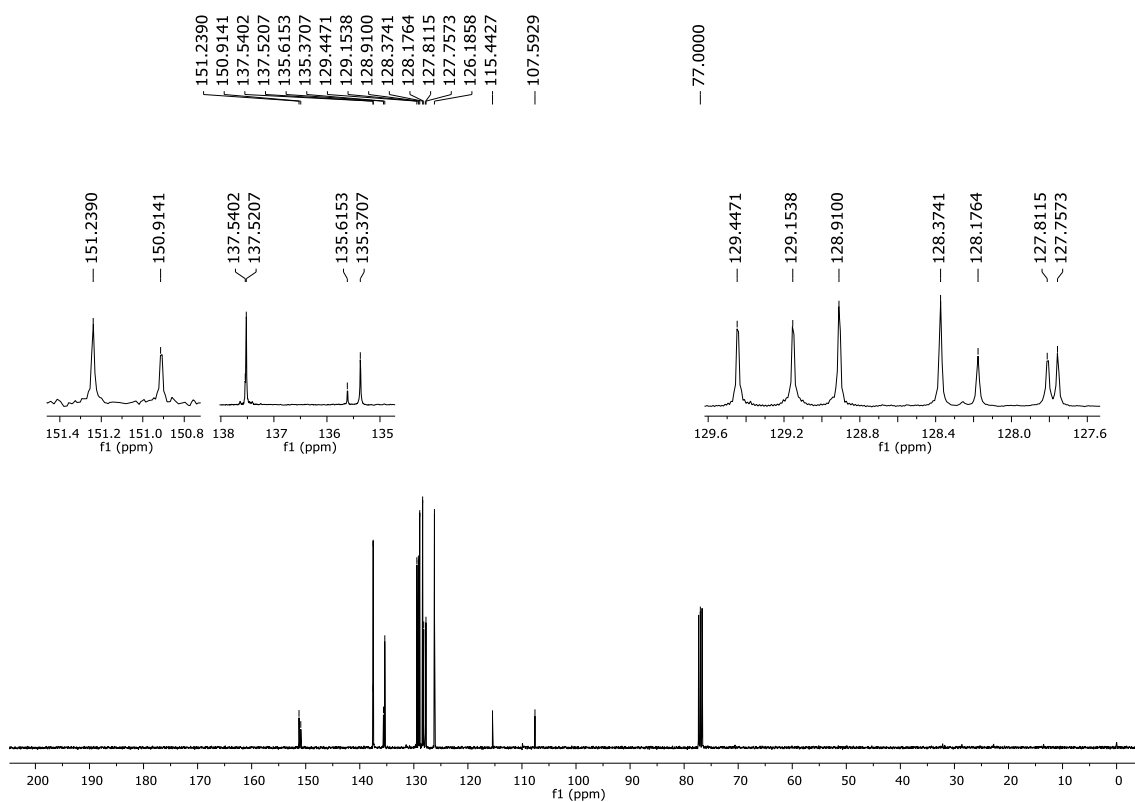


Figura 94: Espectro de RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3) do composto **22h**.

6 - Espectros Seleccionados

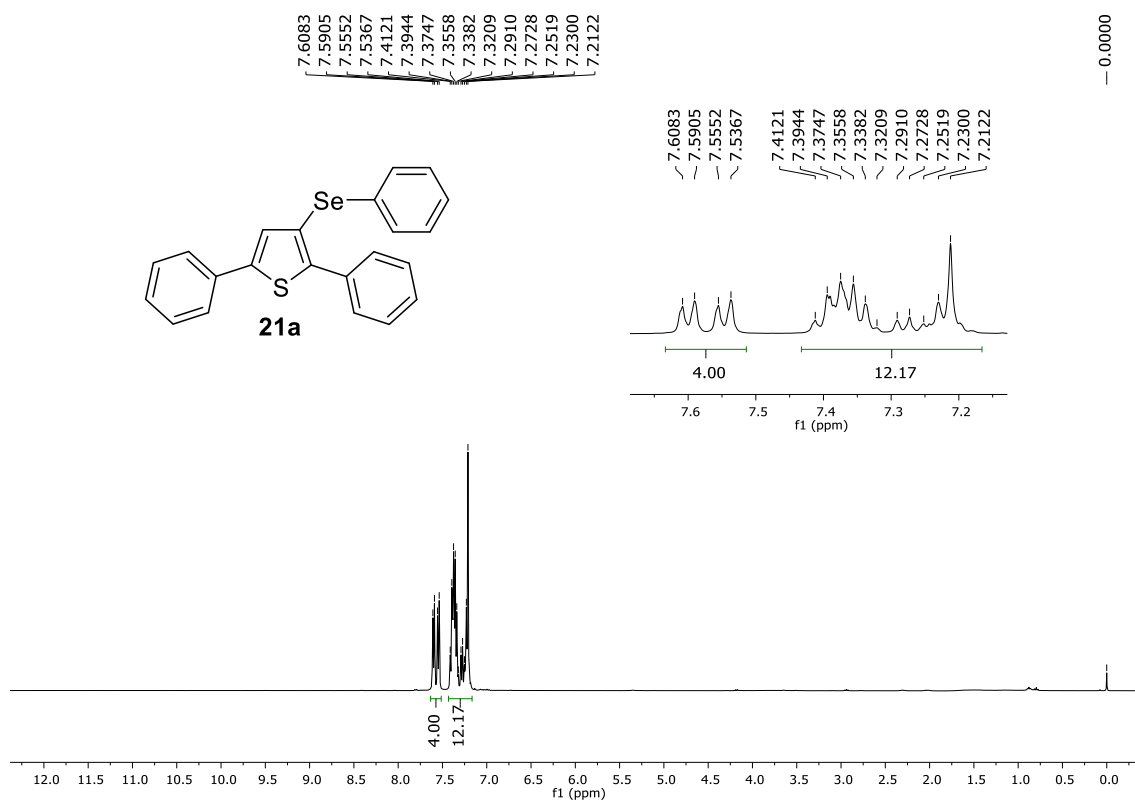


Figura 95: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **21a**.

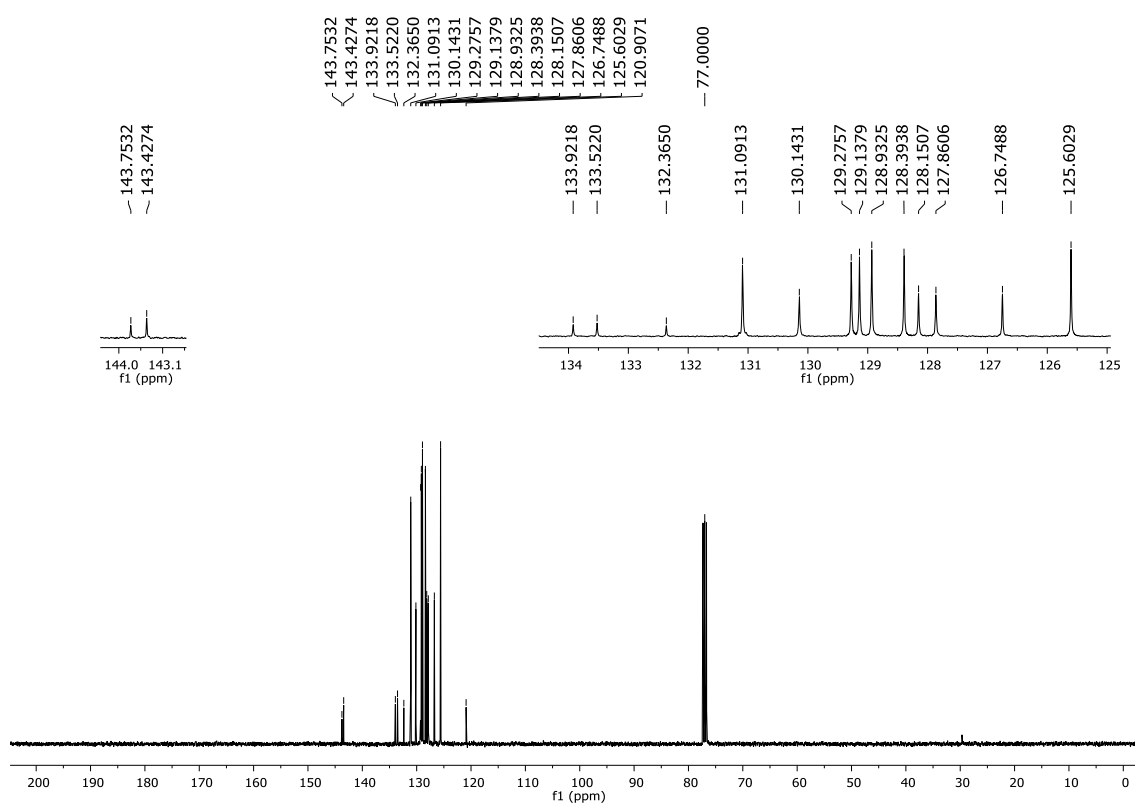


Figura 96: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **21a**.

6 - Espectros Seleccionados

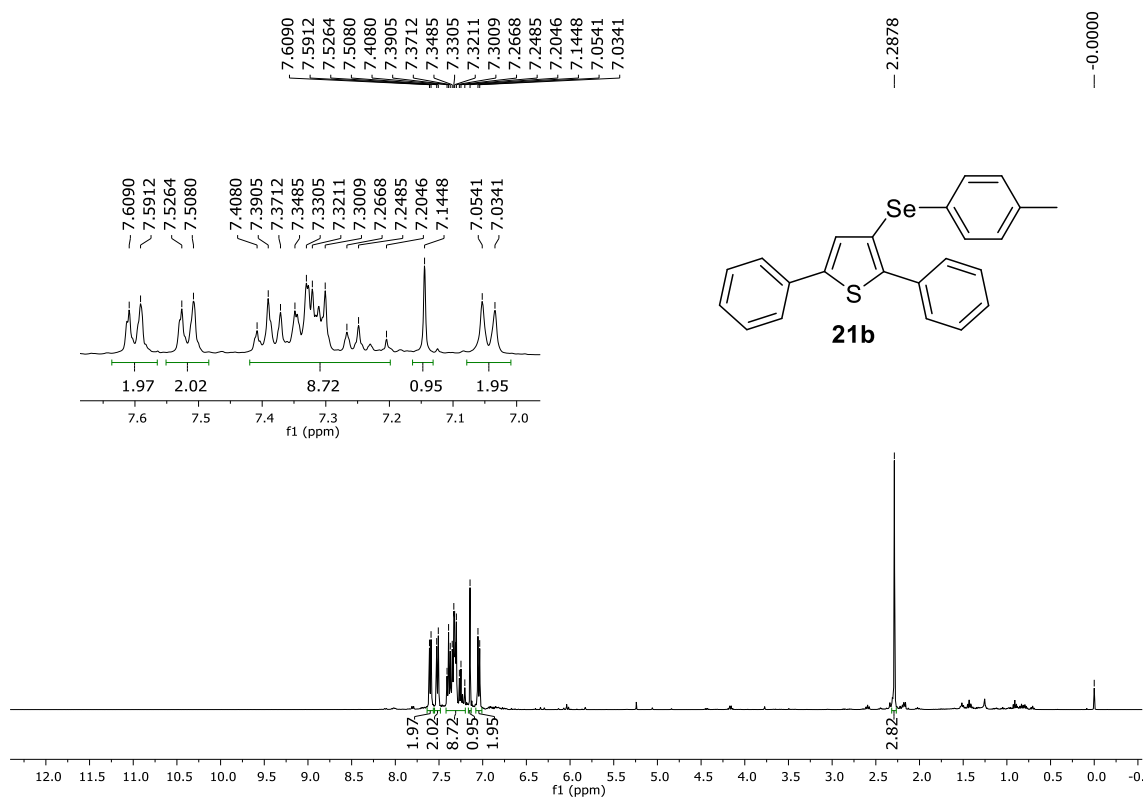


Figura 97: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **21b**.

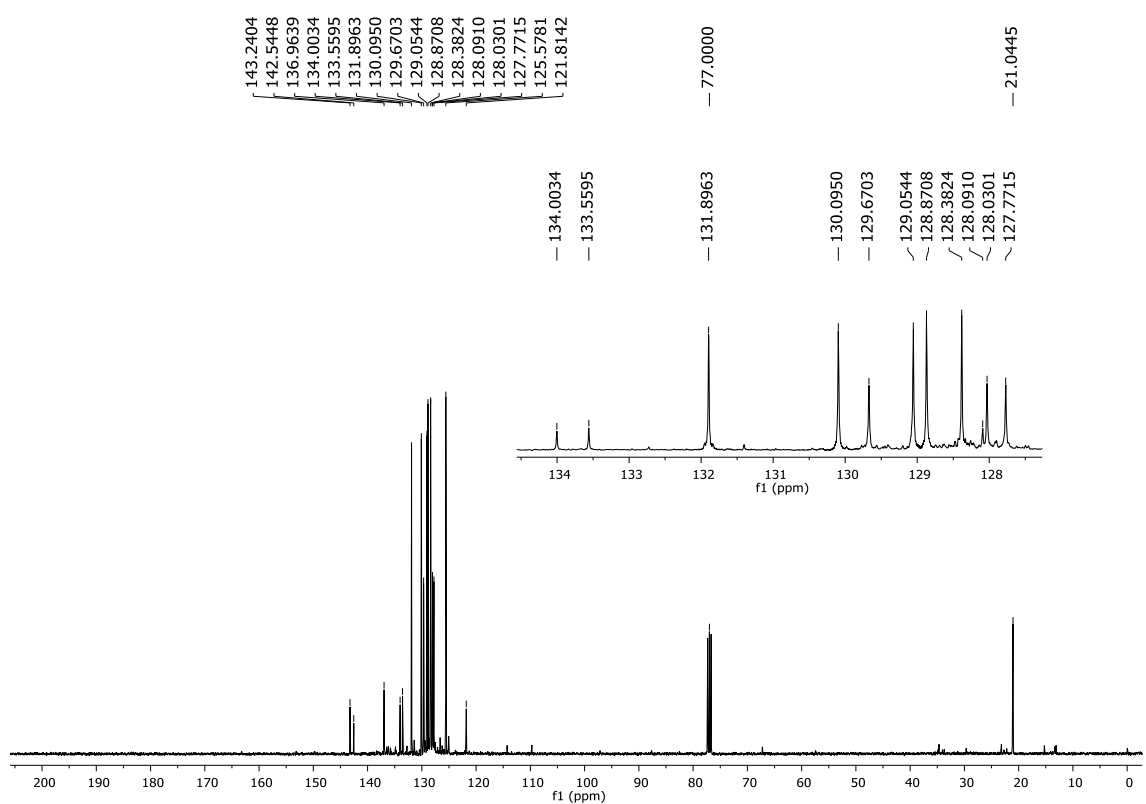


Figura 98: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **21b**.

6 - Espectros Seleccionados

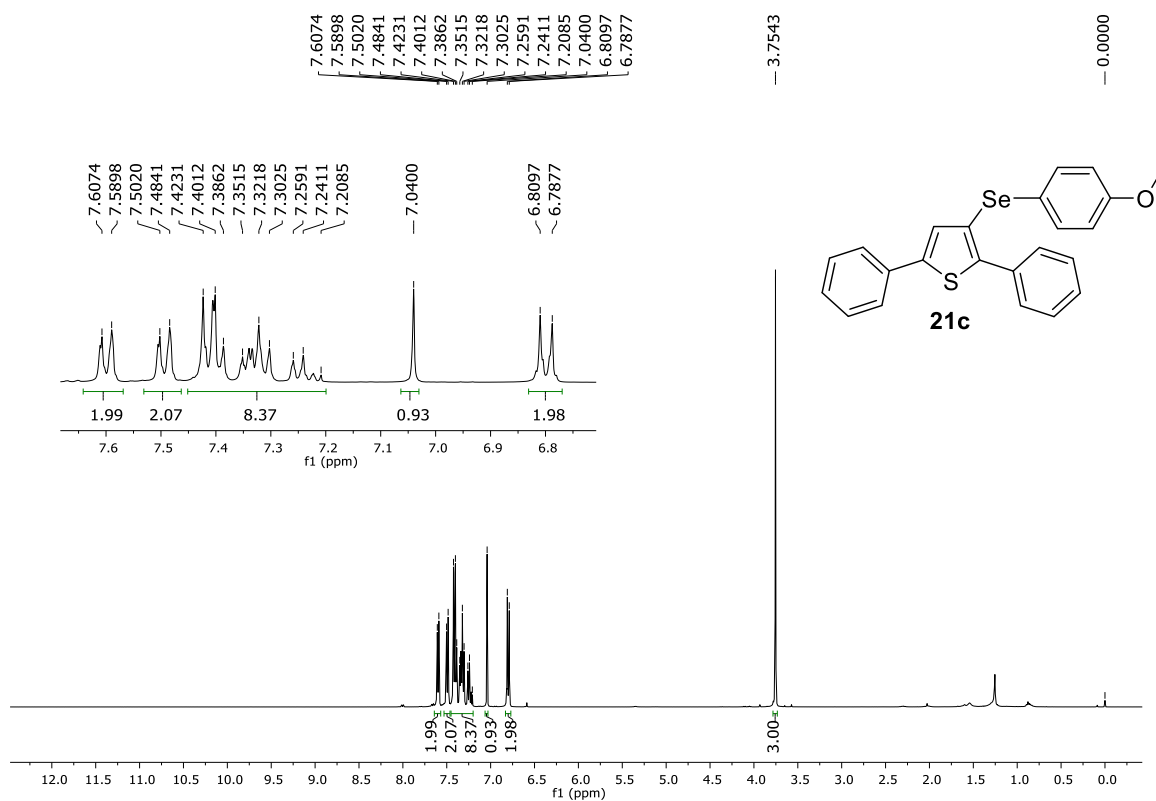


Figura 99: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **21c**.

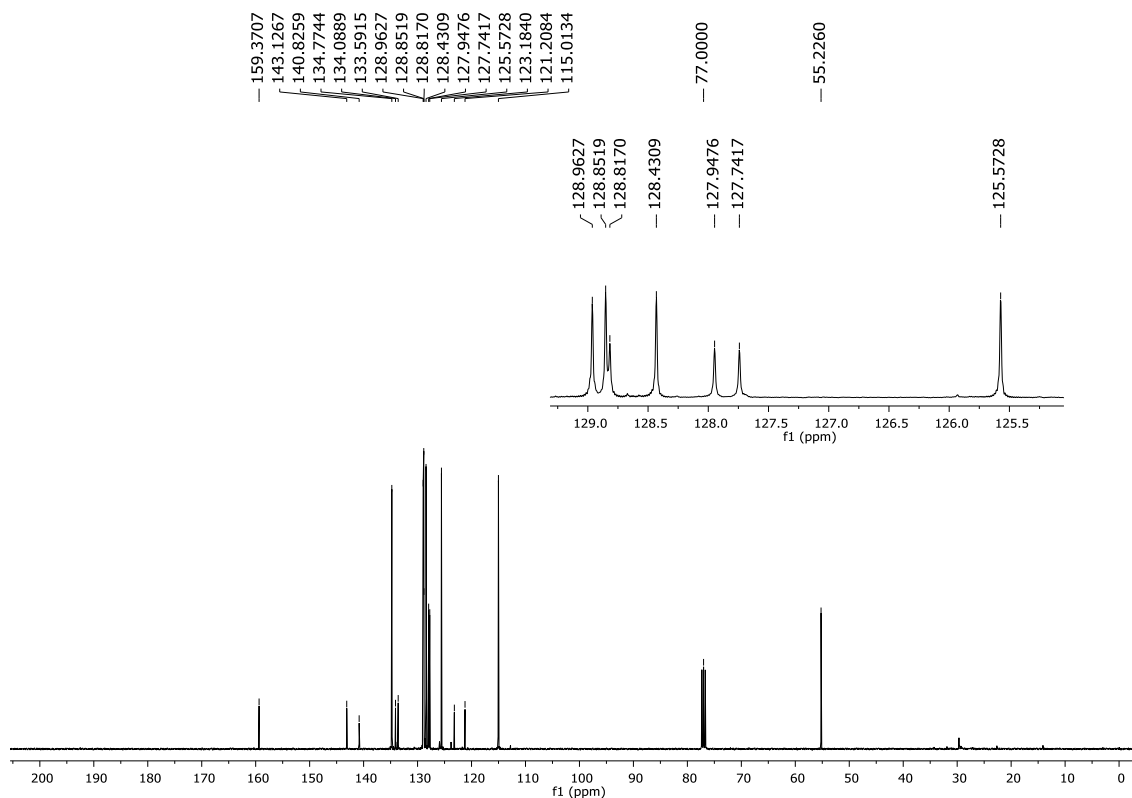


Figura 100: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **21c**.

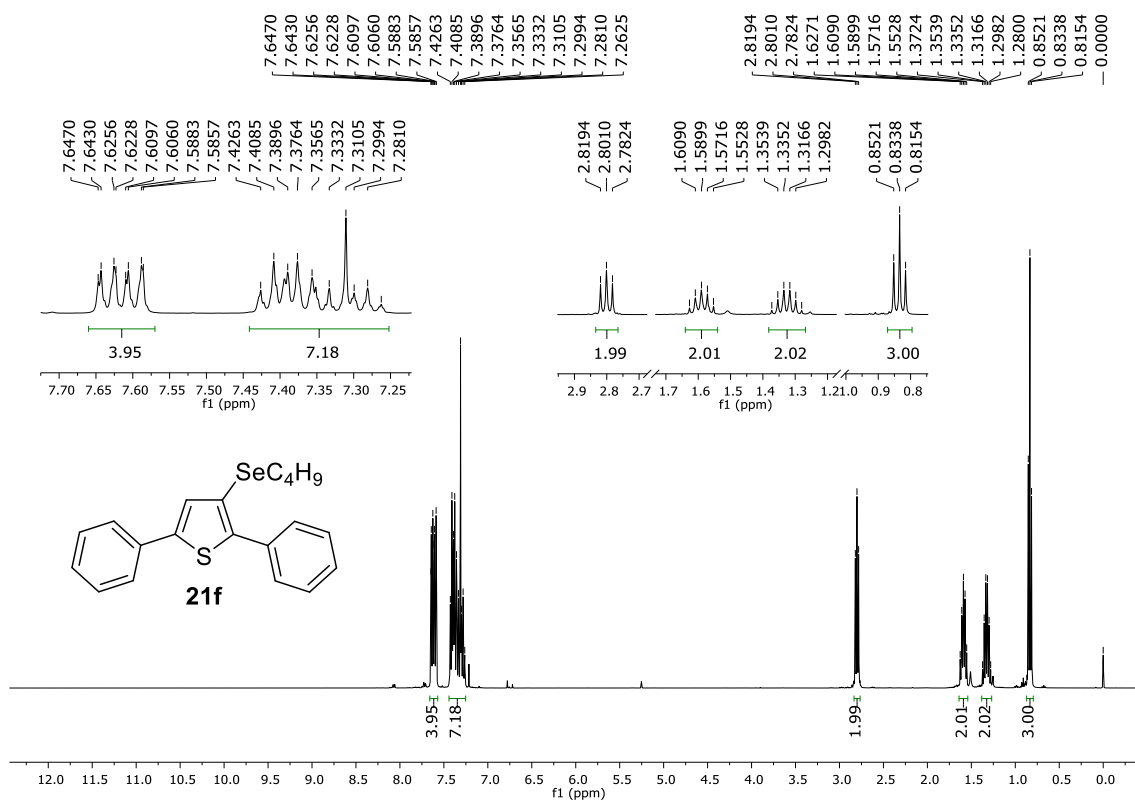


Figura 101: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **21f**.

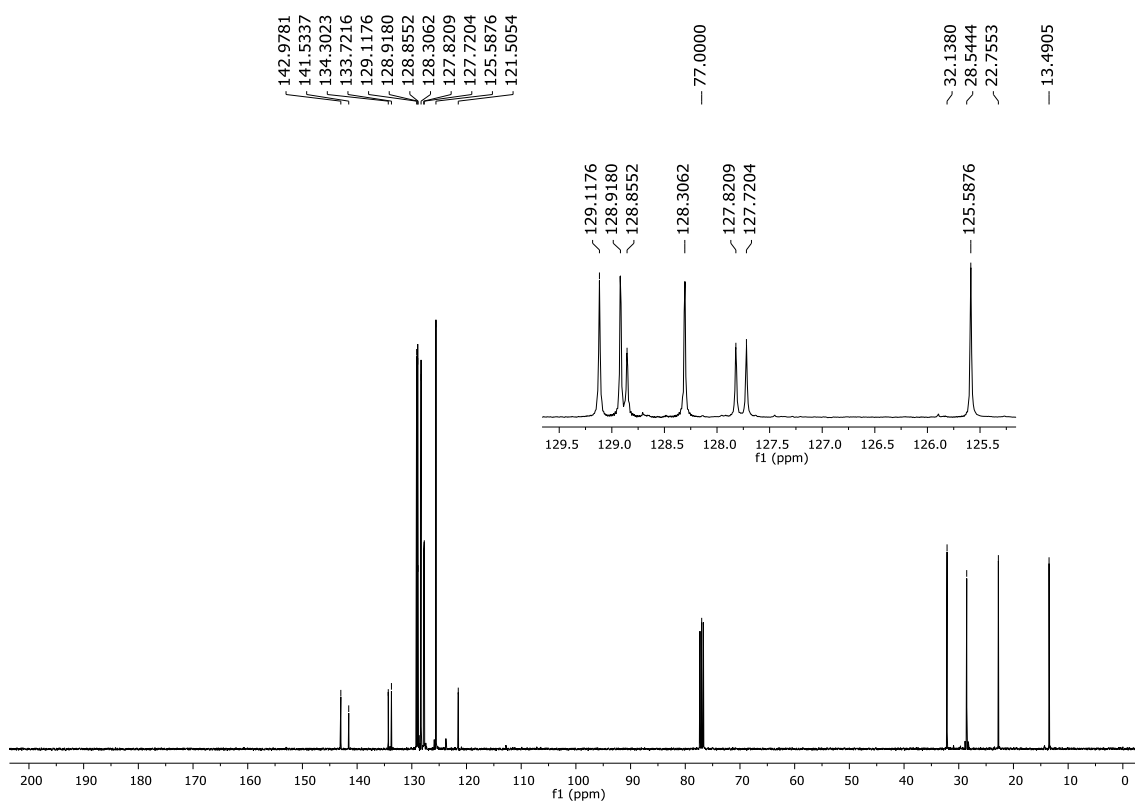


Figura 102: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **21f**.

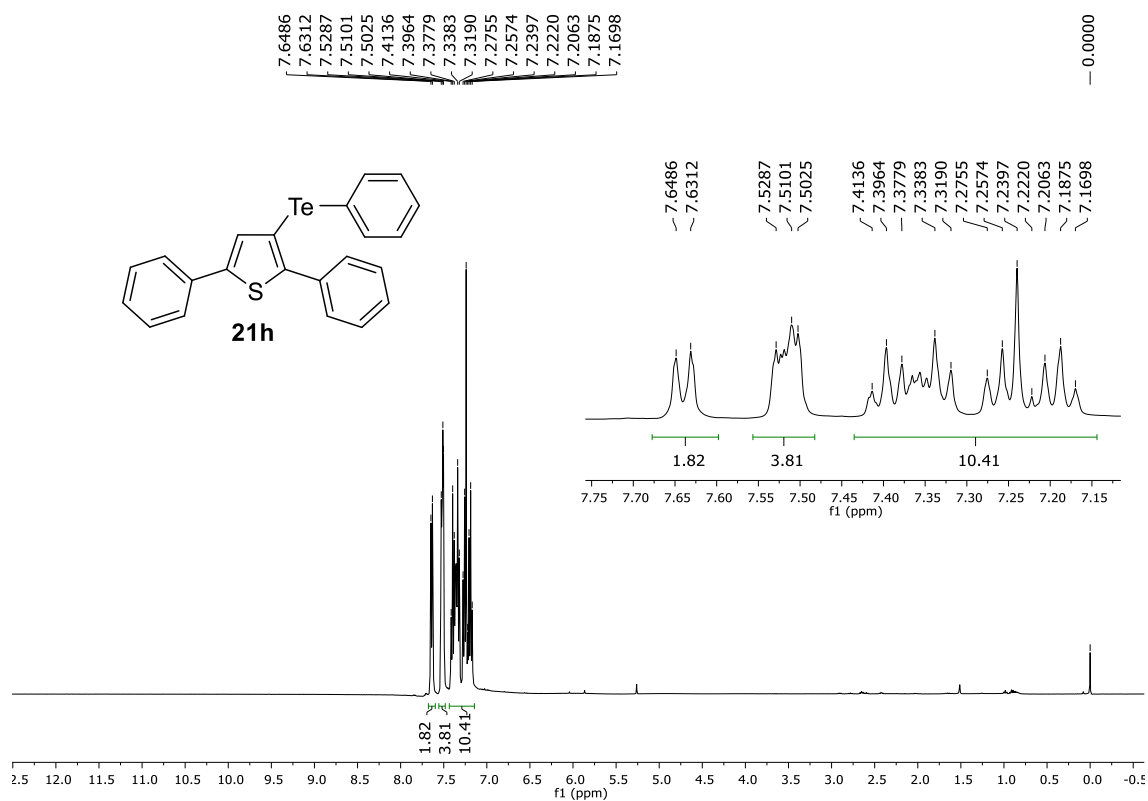


Figura 103: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **21h**.

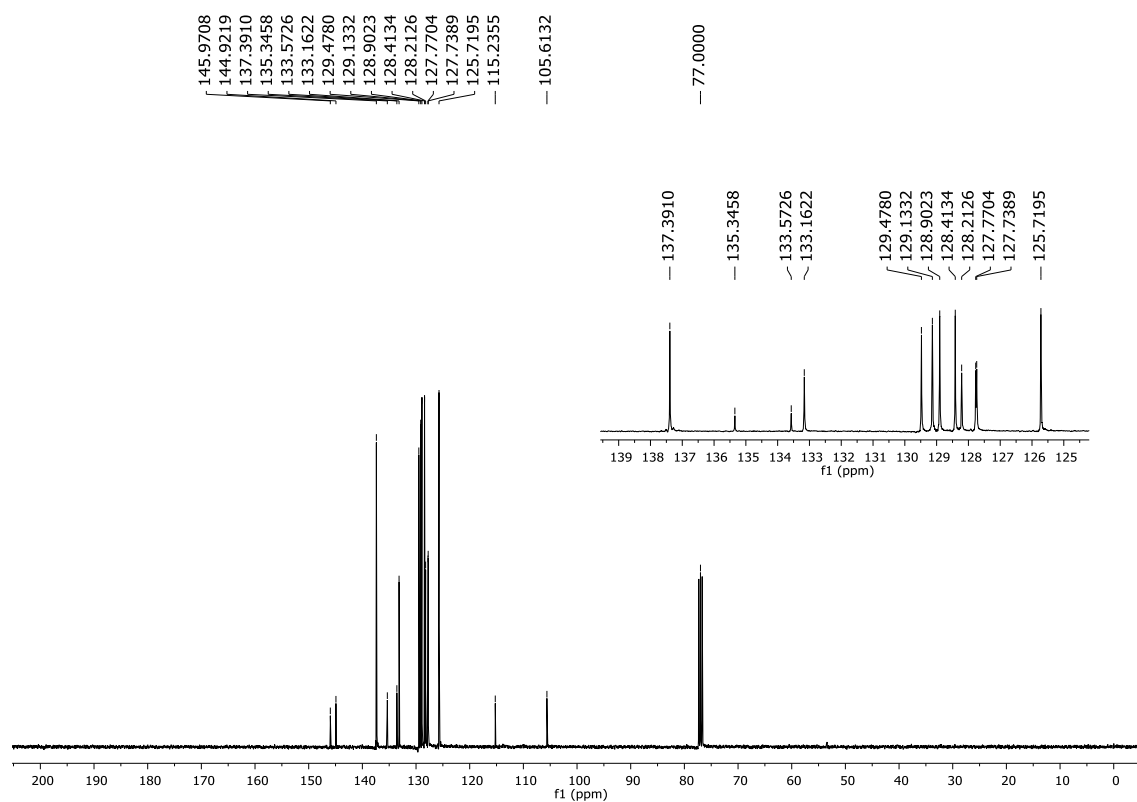


Figura 104: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **21h**.

6 - Espectros Seleccionados

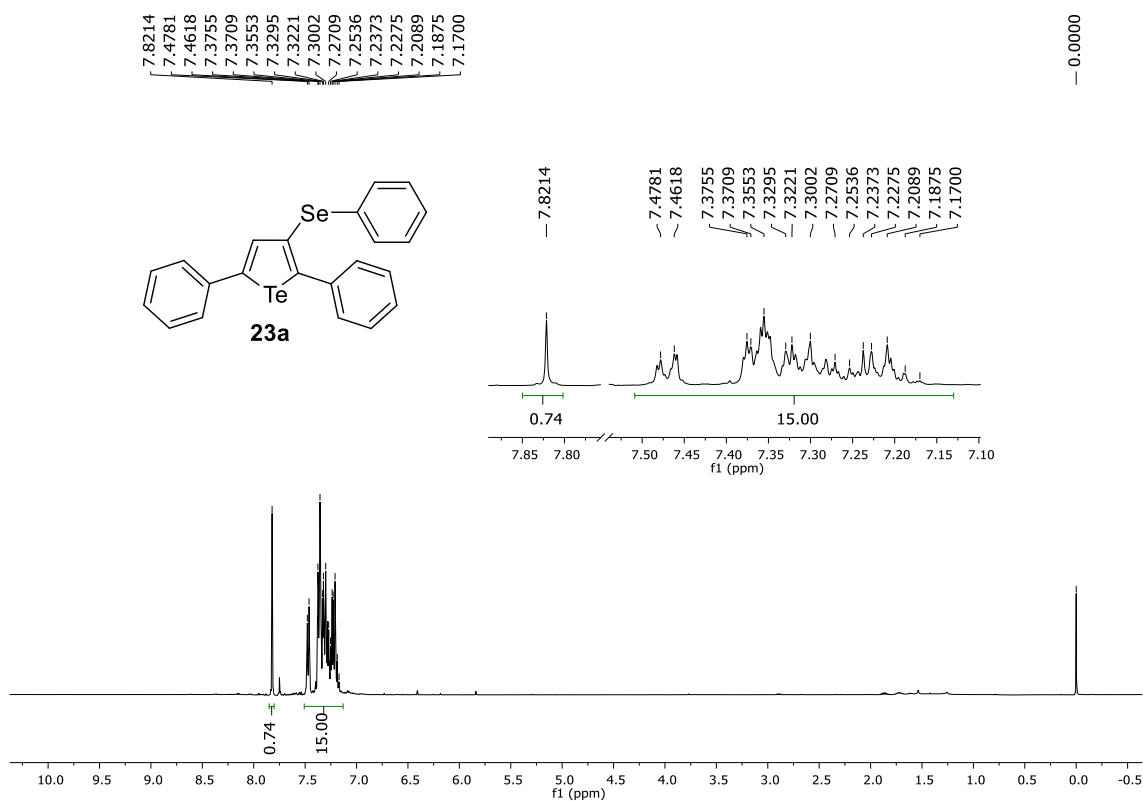


Figura 105: Espectro de RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) do composto **23a**.

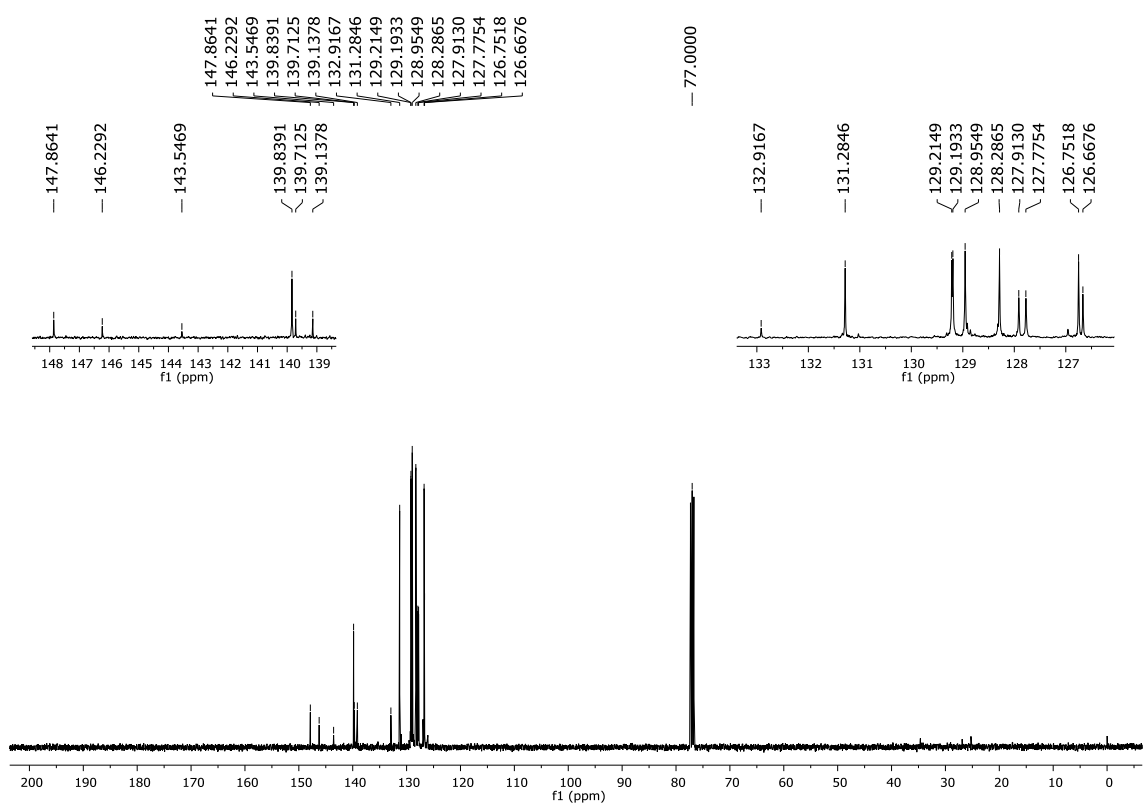


Figura 106: Espectro de RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3) do composto **23a**.

6 - Espectros Seleccionados

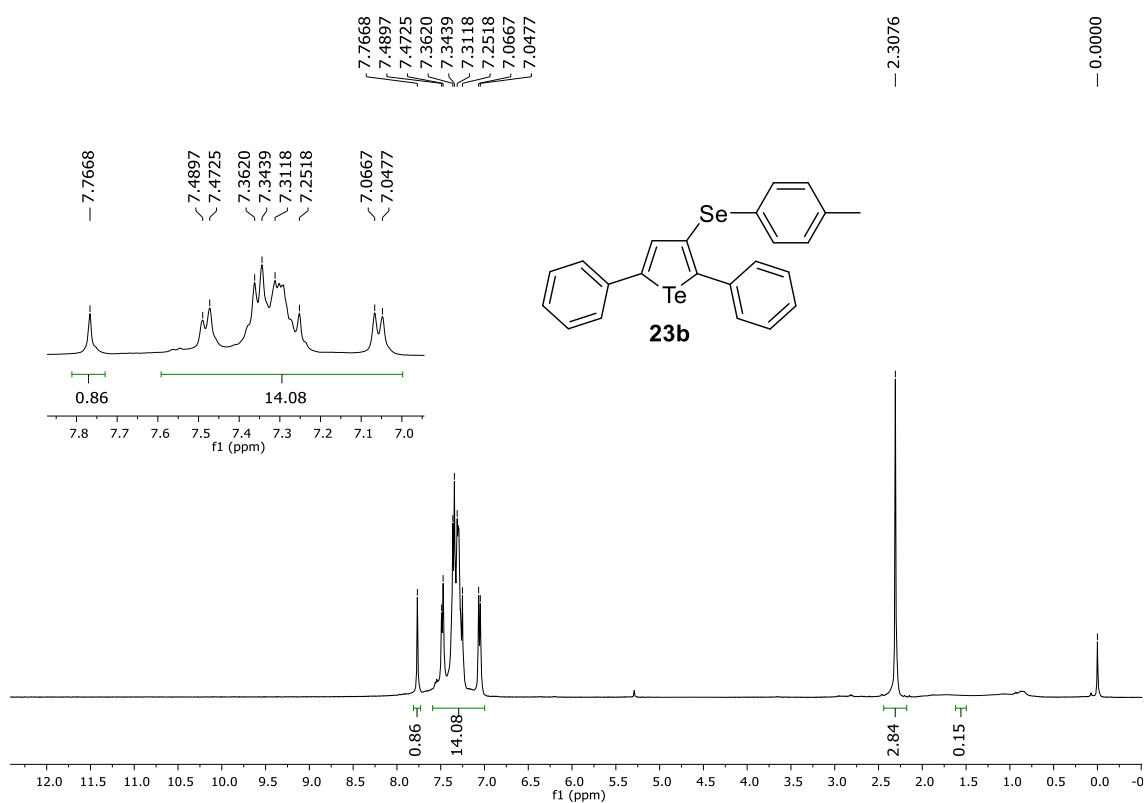


Figura 107: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **23b**.

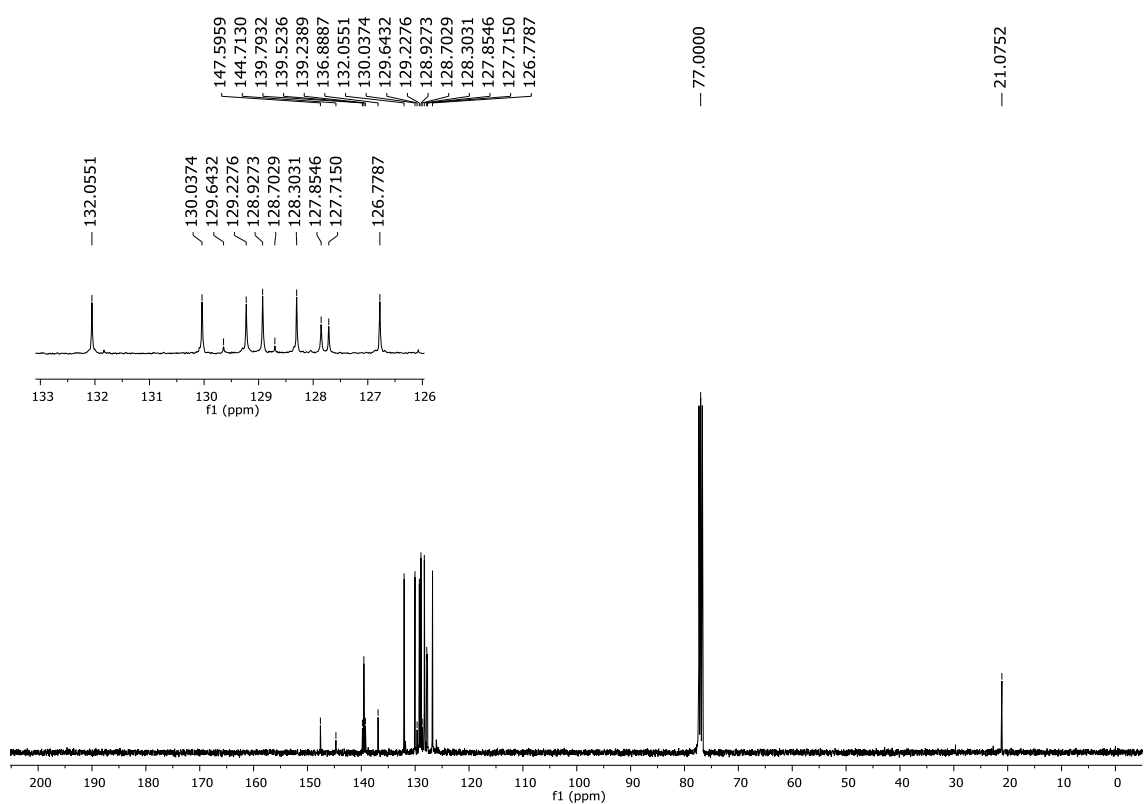


Figura 108: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **23b**.

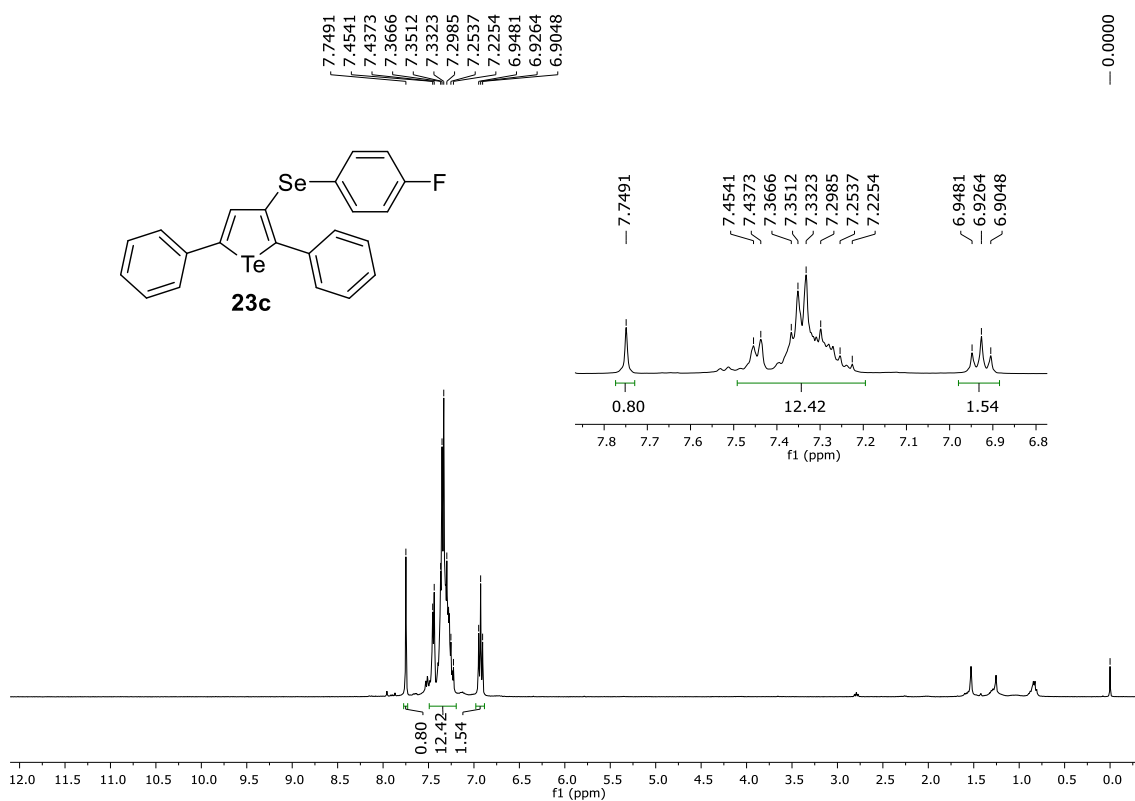


Figura 109: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **23c**.

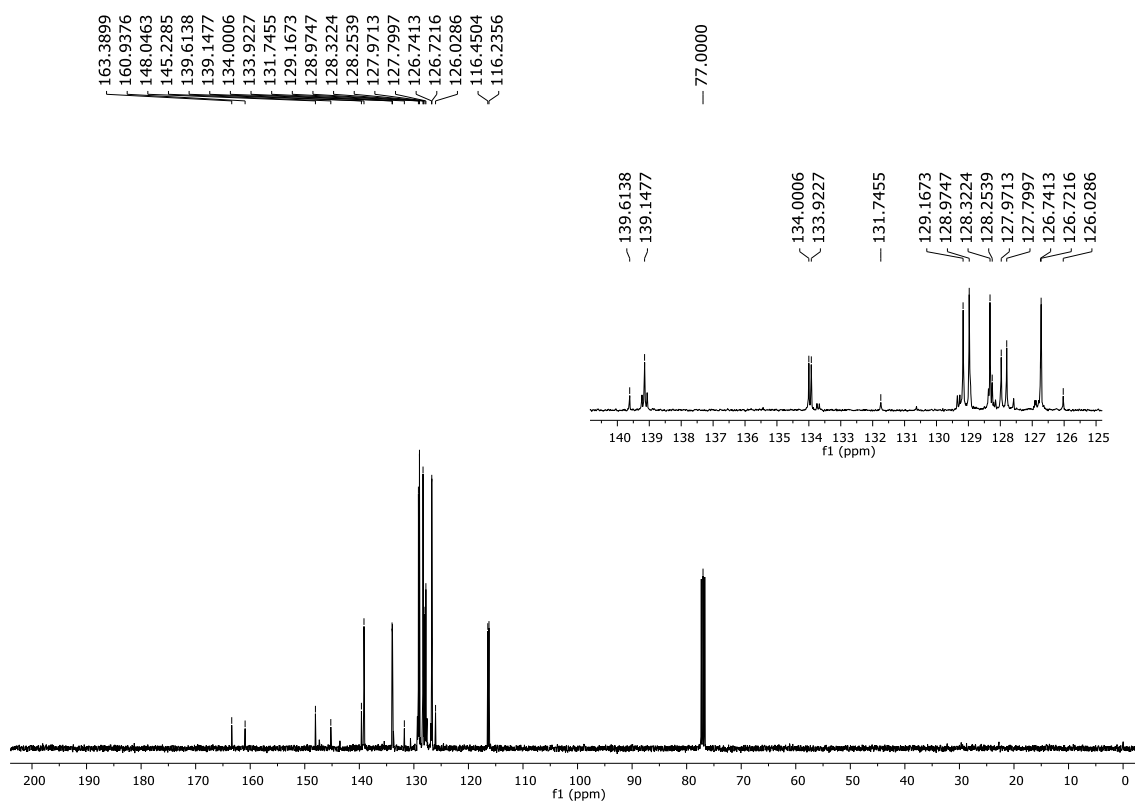


Figura 110: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **23c**.

6 - Espectros Seleccionados

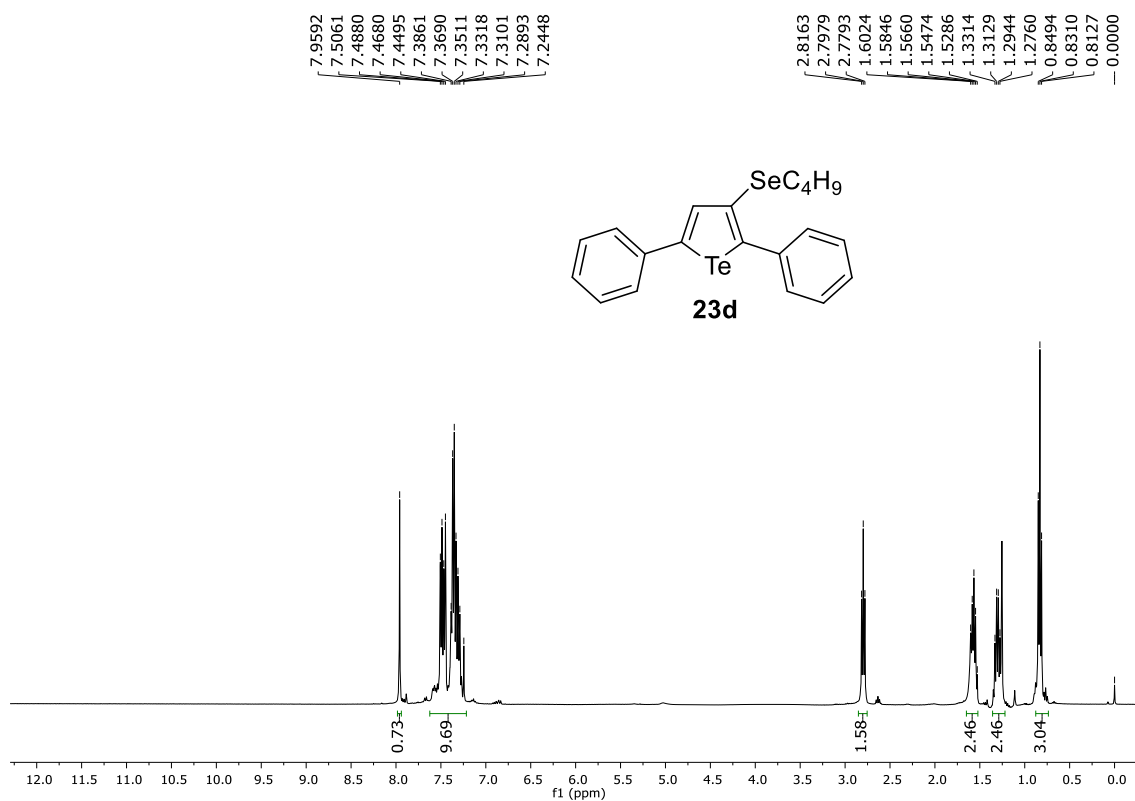


Figura 111: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **23d**.

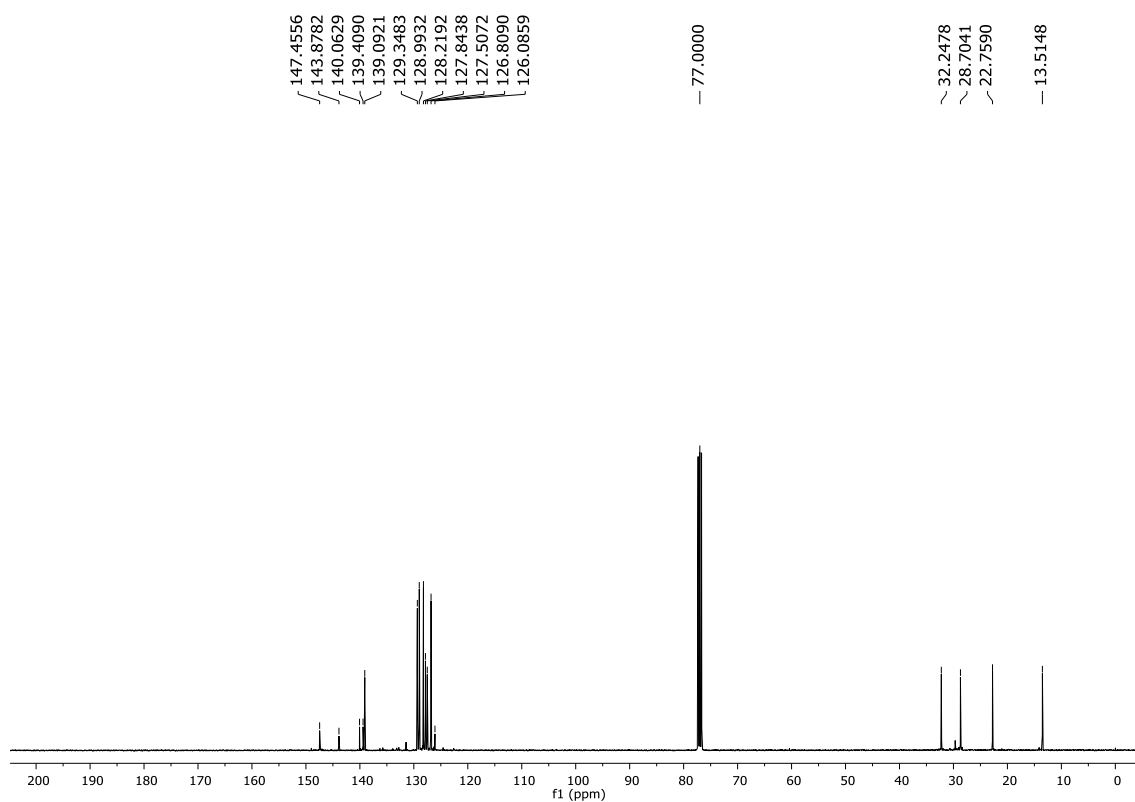


Figura 112: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **23d**.

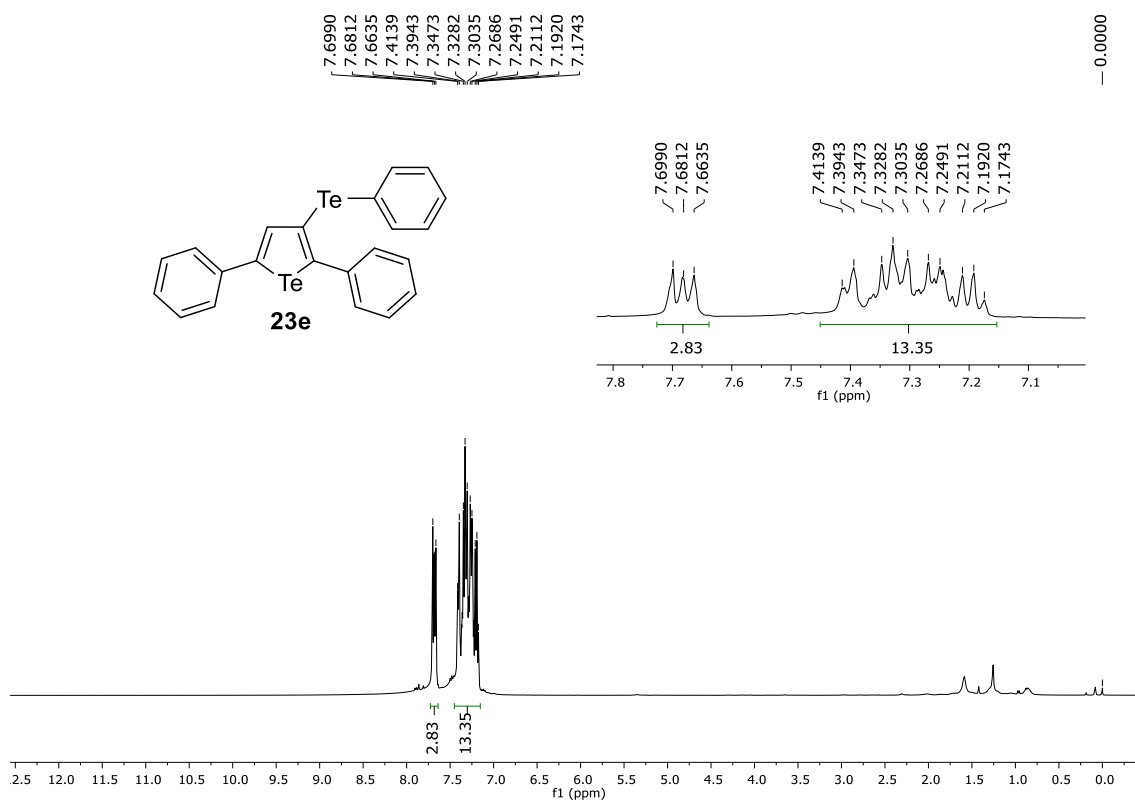


Figura 113: Espectro de RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) do composto **23e**.

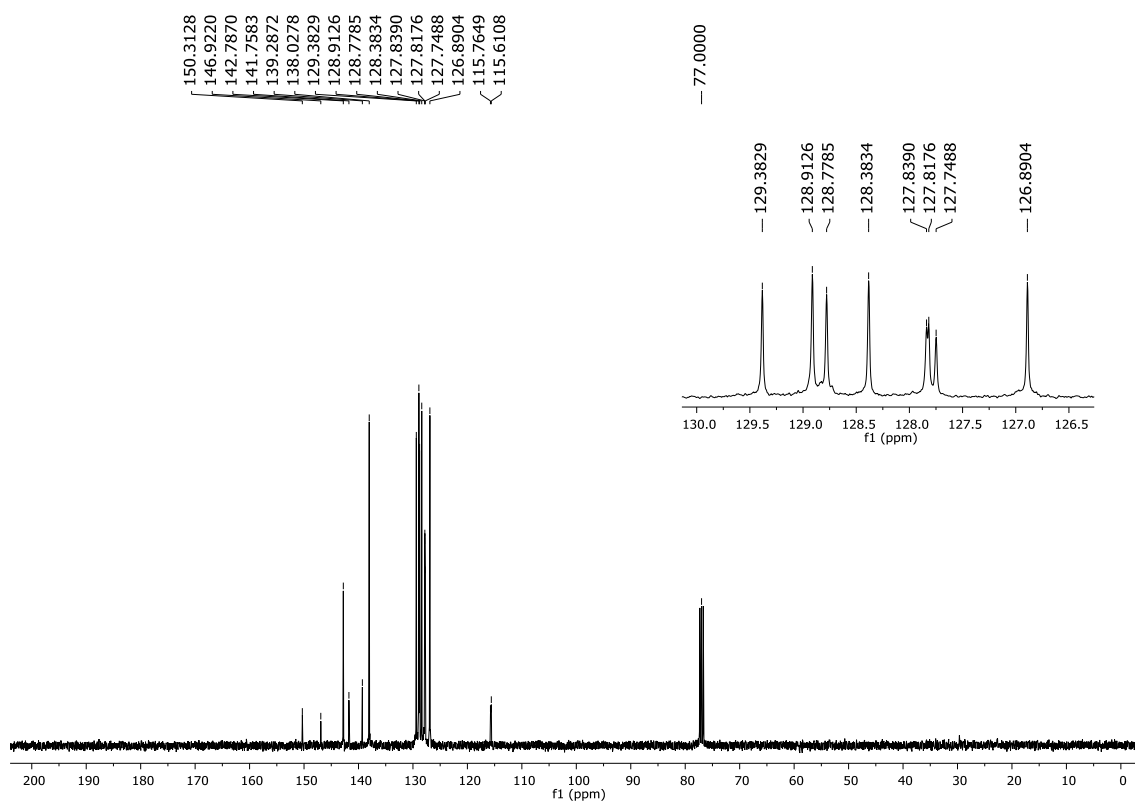


Figura 114: Espectro de RMN ¹³C (100 MHz, CDCl₃) do composto **23e**.

7 - Referências Bibliográficas

7 - Referências Bibliográficas

- 1) Hussain, H.; Green, I. R.; Ahmed, I. *Chem Rev.* **2013**, *113*, 3329.
- 2) Lambert, K. M.; Bobbitt, J. M.; Eldirany, S. A.; Kissane, L. E.; Sheridan, R. K.; Stempel, Z. D.; Sternberg, F. H.; Bailey, W. F. *Chem. - A Eur. J.* **2016**, *22*, 5156.
- 3) Parida, K. N.; Chandra, A.; Moorthy, J. N. *ChemistrySelect* **2016**, *1*, 490.
- 4) Zolfigol, M. A.; Niknam, K.; Bagherzadeh, M.; Ghorbani-Choghamarani, A.; Koukabi, N.; Hajjami, M.; Kolvari, E. *J. Chinese Chem. Soc.* **2007**, *54*, 1115.
- 5) Natarajan, P. *Tetrahedron Lett.* **2015**, *56*, 4131.
- 6) Madabhushi, S.; Jillella, R.; Sriramoju, V.; Singh, R. *Green Chem.* **2014**, *16*, 3125.
- 7) Colucci, J.; Lee, D.; Wilson, M. C.; Chau, A. *Org. Lett.* **2002**, *4*, 4705.
- 8) Khier, N.; Mallouk, S.; Valdivia, V.; Bougrin, K.; Soufiaoui, M.; Fernández, I. *Org. Lett.* **2007**, *9*, 1255.
- 9) Sharma, S.; Pathare, R. S.; Maurya, A. K.; Gopal, K.; Roy, T. K.; Sawant, D. M.; Pardasani, R. T. *Org. Lett.* **2016**, *18*, 356.
- 10) Wu, G.; Wu, J.; Wu, J.; Wu, L. *Synth. Commun.* **2008**, *38*, 1036–1043.
- 11) a) Krief, A.; Dumont, W.; Denis, J.; Evrard, G.; Norberg, B. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1995**, 569; b) Ceccherelli, P.; Curini, M.; Epifano, F.; Marcotullio, M. C.; Rosati, O. *J. Org. Chem.* **1995**, *60*, 8412.
- 12) Perin, G.; Alves, D.; Duarte, L. F. B.; Neto, J. S. S.; Silva, M. S. *Synlett* **2018**, *29*, 1479.
- 13) a) Shahjad, Bhargav, R.; Bhardwaj, D.; Mishra, A. Patra, A. *Macromol. Chem. Phys.* **2017**, *218*, 1700038, b) Wei, Y.; Tao, Y.; Kong, Z.; Liu, L.; Wang, J.; Qiao, W.; Ling, L.; Long, D. *Energy Storage Materials*, **2016**, *5*, 171; c) Wei, J.; Meng, D.; Zhang, L.; Wang, Z. *Chem Asian J.* **2017**, *12*, 1879.
- 14) a) Tanini, D.; Lupori, B.; Nostro, P. L.; Capperucci, A. *Phosphorus Sulfur*. **2016**, *192*, 166; b) Peglow, T. J.; Schumacher, R. F.; Cargnelutti, R.; Reis, A. S.; Luchese, C.; Wilhelm, E. A.; Perin, G. *Tetrahedron Lett.* **2017**, *58*, 3734; c) Duarte, L. F. B.; Oliveira, R. L.; Rodrigues, K. C.; Voss, G. T.; Godoi, B.; Schumacher, R. F.; Perin, G.; Wilhelm, E. A.; Luchese, C.; Alves, D. *Bioorg. Med. Chem.* **2017**, *25*, 6718; d) Padilha, G.; Birmann, P. T.; Domingues, M.; Kaufman, T. S.; Savegnago, L.; Silveira, C. C. *Tetrahedron Lett.* **2017**, *58*, 985; e) Fonseca, S. F.; Padilha, N. B.; Thurow, S.; Roehrs, J. A.; Savegnago, L.; Souza, M. N.; Fronza, M. G.; Collares, T.; Buss, J.; Seixas, F. K.; Alves, D.; Lenardão, E. J.; *Ultrason. Sonochem.* **2017**, *39*, 827; f) Velasquez, D.; Quines, C.; Pistóia, R.; Zeni, G.; Nogueira, C. W. *Physiol. Behav.* **2017**, *170*, 100.
- 15) a) Amorim, L. M. M.; Traga, M. T.; Carvalho, M. L.; Oliveira, I. R.; Querobino, S. M.; Alberto-Silva, C.; Rocha, J. B. T.; Costa, M. S. *Curr. Pharm. Des.* **2018**, *24*, 3964; b) Fan, L.; Chen, G.; Jiang, L.; Yuan, J.; Zou, Y. *Chem. Phys.* **2017**, *493*, 77; c) Zhang, D.; Wang, M.; Liu, X.; Zhao, J. *RSC Adv.* **2016**, *6*, 94014; d) Ma, T.; Zhao, Q.; Wang, J.; Pan, Z.; Chen, J. *Angew. Chem. Int.* **2016**, *55*, 6428; e) Cetin, A.; Istanbuluoglu, C.; Hacıoglu, S. O.;

- Cevher, S. C.; Toppare, L.; Cirpan, A. *Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.* **2017**, *55*, 3705; f) Pao, Y.-C.; Yang, C.-T.; Lai, Y.-Y.; Huang, W.-C.; Hsu, C.-S.; Cheng, Y.-J. *Polym. Chem.* **2016**, *7*, 4654; g) Oyama, T.; Yang, Y. S.; Matsuo, K.; Yasuda, T. *Chem. Commun.* **2017**, *53*, 3814.
- 16) a) Prochnow, T.; Maroneze, A.; Back, D. F.; Zeni, G. *J. Org. Chem.* **2019**, *84*, 2891; b) Aquino, T. B.; Nascimento, J. E. R.; Dias, I. F. C.; Oliveira, D. H.; Barcellos, T.; Lenardão, E. J.; Perin, G.; Alves, D.; Jacob, R. G. *Tetrahedron Lett.* **2018**, *59*, 1080; c) Lima, D. B.; Penteado, F.; Vieira, M. M.; Alves, D.; Perin, G.; Santi, C.; Lenardão, E. J. *Eur. J. Org. Chem.* **2017**, 3830; d) Skhiri, A.; Salem, R. B.; Soul, J.-F.; Doucet, H. *ChemCatChem* **2017**, *9*, 2895.
- 17) a) Mahmoud, A. B. A.; Kirsch, G.; Peagle, E. *Curr. Org. Synth.* **2018**, *14*, 1091; b) Mishra, R.; Sharma, P. K. *Int. J. Eng. Allied Sci.* **2015**, *1*, 42; c) Shah, R.; Verma, P. K. *Chem. Cent. J.* **2018**, *12*, 137; d) Hollinger, J.; Gao, D.; Seferos, D. S. *Isr. J. Chem.* **2014**, *54*, 440; e) Barancelli, D. A.; Acker, C. I.; Menezes, P. H.; Zeni, G. *Org. Biomol. Chem.* **2011**, *9*, 1529; f) Pander, P.; Motyka, R.; Zassowski, P.; Lapkowski, M.; Swist, A.; Data, P. *J. Phys. Chem. C* **2017**, *121*, 11027.
- 18) a) He, K.; Li, W.; Tian, H.; Zhang, J.; Yan, D.; Geng, Y.; Wang, F. *Org. Electron.* **2018**, *57*, 359; b) Tsai, C.-E.; Yu, R.-H.; Lin, F.-J.; Lai, Y.-Y.; Hsu, J.-Y.; Cheng, S.-W.; Hsu, C.-S.; Cheng, Y.-J. *Chem. Mater.* **2016**, *28*, 5121; c) Sato, R.; Dogishi, M.; Higashino, T.; Kadoya, T.; Kawamoto, T.; Mori, T. *J. Phys. Chem. C*, **2017**, *121*, 6561; d) Huang, P.; Du, J.; Biewer, M. C.; Stefan, M. C. *J. Mater. Chem. A* **2015**, *3*, 6244.
- 19) Reddy, M. R.; Kimb, H.; Kimb, C.; Seo, S. *Synth. Met.* **2018**, 235, 153.
- 20) a) Chen, G.; Liu, S.; Xu, J.; He, R.; He, Z.; Wu, H.-B.; Yang, W.; Zhang, B.; Cao, Y. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2017**, *9*, 4778; b) Bourass, M.; Benjelloun, A. T.; Benzakour, M.; Mcharfi, M.; Jhilal, F.; Serein-Spirau, F.; Sotiropoulos, J. M.; Bouachrine, M. *J. Saudi Chem. Soc.* **2017**, *21*, 563; c) Park, U. S.; Kale, T. S.; Nam, C.-Y.; Choib, D.; Grubbs, R. B. *Chem. Commun.* **2014**, *50*, 7964; d) He, D.; Qiu, L.; Yuan, J.; Zhang, Z.-G.; Li, Y.; Zou, Y. *Polymer* **2017**, *114*, 348; e) Gao, Y.; Saparbaev, A.; Zhang, Y.; Yang, R.; Guo, F.; Yang, Y.; Zhao, L. *Dyes Pigm.* **2017**, *146*, 543; f) Chang, W.-H.; Meng, L.; Dou, L.; You, J.; Chen, C.-C.; Yang, Y. M.; Young, E. P.; Li, G.; Yang, Y. *Macromolecules* **2015**, *48*, 562.
- 21) a) Plosker, G. L. *Drugs*, **2009**, *69*, 2477; b) Lee, M.-H. H.; Graham, G. G.; Williams, K. M.; Day, R. O. *Drug Saf.* **2008**, *31*, 643; c) McCormack, P. L. *Drugs* **2015**, *75*, 1915; d) Rickli, A.; Kopf, S.; Hoener, M. C.; Liechti, M. E. *Br. J. Pharmacol.* **2015**, *172*, 3412; e) Vamos, M.; Hohnloser, S. H. *Trends Cardiovasc. Med.* **2016**, *26*, 597; f) Stern, R. S. *N. Engl. J. Med.* **2007**, 357, 682; g) Hsiao, C.-N.; Kolasa, T. *Tetrahedron Lett.* **1992**, *33*, 2629; h) Qin, Z.; Kastrati, I.; Chandrasena, R. E. P.; Liu, H.; Yao, P.; Petukhov, P. A.; Bolton, J. L.; Thatcher, G. R. J. *J. Med. Chem.* **2007**, *50*, 2682; i) Liu, H.; Lui, J.; van Breemen, R. B.; Thatcher, G. R. J.; Bolton, J. L. *Chem. Res. Toxicol.* **2005**, *18*, 162.

- 22) a) Ley, S. V.; Low, C. M. R. *Ultrasound in Synthesis*, Springer-Verlag: Berlin, **1989**; b) Chen, D.; Sharma, S. K.; Mudhoo, A. (Eds.) *Handbook on Applications of Ultrasound. Sonochemistry for Sustainability*, CRC Press, Boca Raton, **2012**.
- 23) Epifano, F.; Marcotullio, M. C.; Curini, M. *Trends Org. Chem.* **2003**, 10, 21.
- 24) a) Parida, K. N.; Moorthy, J. N. *J. Org. Chem.* **2015**, 80, 8354; b) Ceccherelli, P.; Curini, M.; Epifano, F.; Marcotullio, M. C.; Rosati, O. *J. Org. Chem.* **1995**, 60, 8412; c) Webb, K. S.; Ruszkay, S. J. *Tetrahedron* **1998**, 54, 401; d) Soldatova, N.; Postnikov, P.; Troyan, A. A.; Yoshimura, A.; Yusubov, M. S.; Zhdankin, V. V. *Tetrahedron Lett.* **2016**, 57, 4254; e) Zolfigol, M. A.; Niknam, K.; Bagherzadeh, M. *J. Chin. Chem. Soc.* **2007**, 54, 1115.
- 25) a) Li, Z.; Tong, R. *J. Org. Chem.* **2016**, 81, 4847; b) Kao, J. P. Y.; Muralidharan, S.; Zavalij, P. Y.; Fletcher, S.; Xue, F.; Rosen, G. M. *Tetrahedron Lett.* **2014**, 55, 3111.
- 26) Ramakrishna, I.; Bhajammanavar, V.; Mallik, S.; Baidya, M. *Org. Lett.* **2017**, 19, 516.
- 27) a) Bravo, F.; McDonald, F. E.; Neiwert, W. A.; Do, B.; Hardcastle, K. I. *Org. Lett.* **2003**, 5, 2123; b) Tian, H.; She, X.; Xu, J.; Shi, Y. *Org. Lett.* **2001**, 3, 1929; c) Solladie-Cavallo, A.; Bouerat, L. *Org. Lett.* **2000**, 2, 3531.
- 28) a) Kolvari, E.; Khazaei, A.; Zolfigol, M. A.; Koukabi, N.; Gilandoust, M.; Bakhit, N. *J. Chem. Sci.* **2011**, 123, 703; (b) Bose, D. S.; Srinivas, P. *Synth. Commun.* **1997**, 27, 3835.
- 29) He, Y.; Pu, Y.; Shao, B.; Yan, J. *J. Heterocycl. Chem.* **2011**, 48, 695.
- 30) Hati, S.; Dutta, P. K.; Dutta, S.; Munshi, P.; Sem, S. *Org. Lett.* **2016**, 18, 3090.
- 31) Ishiwata, Y.; Togo, H. *Tetrahedron* **2009**, 65, 10720.
- 32) Gu, Y.; Xue, K. *Tetrahedron Lett.* **2010**, 51, 192.
- 33) Kashiwa, M.; Kuwata, Y.; Sonoda, M.; Tanimori, S. *Tetrahedron* **2016**, 72, 304.
- 34) Swamy, T.; Raviteja, P.; Srikanth, G.; Reddy, B. V. S.; Ravinder, V. *Tetrahedron Lett.* **2016**, 57, 5596.
- 35) Munusamy, S.; Muralidharan, V. P.; Iyer, S. K. *Tetrahedron Lett.* **2017**, 58, 520.
- 36) Marcotullio, M. C.; Epifano, F.; Curini, M. *ChemInform* **2005**, 36, 1.
- 37) a) Kupwade, R. v.; Khot, S. S.; Lad, U. P.; Desai, U. V.; Wadgaonkar, P. P. *Res. Chem. Intermed.* **2017**, 43, 6875; b) Parida, K. N.; Chandra, A.; Moorthy, J. N. *ChemistrySelect*, **2016**, 3, 490; c) Madabhushi, S.; Jillella, R.; Sriramoju, V.; Singh, R. *Green Chem.* **2014**, 16, 3125; d) Zolfigol, M. A.; Niknam, K.; Bagherzadeh, M.; Ghorbani-Choghamarani, A.; Koukabi, N.; Hajjami, M.; Kolvari, E. *J. Chinese Chem. Soc.* **2007**, 54, 1115; e) Khair, N.; Mallouk, S.; Valdivia, V.; Bougrin, K.; Soufiaoui, M.; Fernández, I. *Org. Lett.* **2007**, 9, 1255; f) Sharma, S.; Pathare, R. S.; Maurya, A. K.; Gopal, K.; Roy, T. K.; Sawant, D. M.; Pardasani, R. T. *Org. Lett.* **2016**, 18, 356; g) Natarajan, P. *Tetrahedron Lett.* **2015**, 56, 4131.
- 38) Ceccherelli, P.; Curini, M.; Epifano, F.; Marcotullio, M. C.; Rosati, O. *J. Org. Chem.* **1995**, 60, 8412.
- 39) Perin, G.; Santoni, P.; Barcellos, A. M.; Nobre, P. C.; Jacob, R. G.; Lenardão, E. J. *Eur. J. Org. Chem.* **2018**, 1224.

- 40) Perin, G.; Araujo, D. R.; Nobre, P. C.; Lenardão, E. J.; Jacob, R. G. Silva, M. S.; Roehrs, J. A. *Peer J.* **2018**, 6, e4706.
- 41) Perin, G.; Nobre, P. C.; Mailahn, D.H.; Silva, M. S.; Barcellos, T.; Jacob, R. G.; Lenardão, E. J.; Santi, C.; Roehrs, J. A. *Synthesis* **2019**, 51, 2293.
- 42) Tiecco, M.; Testaferri, L.; Tingoli, M.; Chianelli, D.; Bartoli, D. *Tetrahedron Lett.* **1989**, 30, 1417.
- 43) Goulart, H. A.; Neto, J. S. S.; Barcellos, A. M.; Barcellos, T.; Silva, M. S.; Alves, D.; Jacob, R. G.; Lenardão, E. J.; Perin, G. *Adv. Synth. Catal.* **2019**, 361, 3403.
- 44) Vieira, A. A.; Azeredo, J. B.; Godoi, M.; Santi, C.; Júnior, E. N. S.; Braga, A. L. *J. Org. Chem.* **2015**, 80, 2120.
- 45) Shi, H.-W.; Yu, C.; Yan, J. *Chinese Chem. Lett.* **2015**, 26, 1117.
- 46) Prasad, C. D.; Kumar, S.; Sattar, M.; Adhikary, A.; Kumar, S. *Org. Biomol. Chem.* **2013**, 11, 8036.
- 47) a) Guo, X. X.; Gu, D.; Wu, Z.; Zhang, W. *Chem. Rev.* **2015**, 115, 1622; b) Gulevich, A. V.; Dudnik, A. S.; Chernyak, N.; Gevorgyan, V. *Chem. Rev.* **2013**, 113, 3084; c) Wu, X.; Neumann, H.; Beller, M. *Chem. Rev.* **2013**, 113, 1; d) Majundar, P.; Pati, A.; Patra, M.; Behera, R. K.; Behera, A. K. *Chem. Rev.* **2014**, 114, 2942; e) Eftekhari-Sis, B.; Zirak, M. *Chem. Rev.* **2015**, 115, 151.
- 48) a) Nakamura, I.; Yamamoto, Y. *Chem. Rev.* **2004**, 104, 2127; b) Bolm, C.; Legros, J.; Le Paih, J.; Zani, L. *Chem. Rev.* **2004**, 104, 6217; c) Yamamoto, Y.; Gridnev, I. D.; Patil, N. T.; Jin, T. *Chem. Commun.* **2009**, 5075; d) Cacchi, S.; Fabrizi, G.; Goggiamani, A. *Org. Biomol. Chem.* **2011**, 9, 641.
- 49) a) Zeni, G.; Larock, R. C. *Chem. Rev.* **2004**, 104, 2285; b) Zeni, G.; Larock, R. C. *Chem. Rev.* **2006**, 106, 4644.
- 50) a) Godoi, B.; Shumacher, R. F.; Zeni, G. *Chem. Rev.* **2011**, 111, 2937; b) Aggarwal, T.; Kumar, S.; Verma, A. K. *Org. Biomol. Chem.* **2016**, 14, 7639.
- 51) a) Zora, M.; Kivrak, A.; Yazici, C. *J. Org. Chem.* **2011**, 76, 6726; b) Gupta, A.; Flynn, B. L. *J. Org. Chem.* **2016**, 81, 4012; c) Wang, J.; Zhu, H.; Chen, S.; Xia, Y.; Jin, Y. X. D.; Qiu, Y.; Li, Y. Liang, Y. *J. Org. Chem.* **2016**, 81, 10975; d) Danilkina, N. A.; Kulyashova, A. E.; Khlebnikov, A. F.; Bräse, S.; Balova, I. A. *J. Org. Chem.* **2014**, 79, 9018.
- 52) Mishra, R.; Sharma, P. K. *Int. J. Eng. Allied Sci.* **2015**, 1, 42.
- 53) Pander, P.; Motyka, R.; Zassowski, P.; Lapkowski, M.; Swist, A.; Data, P. *J. Phys. Chem. C* **2017**, 121, 11027.
- 54) Hollinger, J.; Gao, D.; Seferos, D. S. *Isr. J. Chem.* **2014**, 54, 440.
- 55) a) Saito, M.; Osaka, I.; Suzuki, Y.; Takimiya, K.; Okabe, T.; Ikeda, S.; Asano, T. *Sci. Rep.* **2015**, 5, 14202; b) Abe, M.; Mori, T.; Osaka, I.; Sugimoto, K.; Takimiya, K. *Chem. Mater.* **2015**, 27, 5049; c) Takimiya, K.; Osaka I.; Mori, T. Nakano, M. *Acc. Chem. Res.* **2014**, 47, 1493; d) Takimiya, K.; Kunugi, Y.; Konda, Y.; Ebata, H.; Toyoshima, Y.; Otsu, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2006**, 128, 3044.; e) Takimiya, K.; Kunugi, Y.; Konda, Y.; Niihara, N.; Otsu, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2004**, 126, 5084; f) Zeis, R.; Kloc, C.; Takimiya, K.; Kunugi, Y.; Konda, Y.; Niihara, N.; Otsu, T. *Jpn. J. Appl. Phys. Part 1* **2005**, 44, 3712.
- 56) a) Disco, R. P.; Dittmer, D. C. *Tetrahedron Lett.* **1988**, 29, 4923; b) Katkevics, M.; Yamaguchi, S.; Toshimitsu, A.; Tamao, K. *Organometallics* **1998**, 17, 5796;

- c) Sweat, D. P.; Stephens, C. E.; *J. Organomet. Chem.* **2008**, 693, 2463; d) Wu, J.; Yoshikai, N. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, 55, 336.
- 57) a) Dabdoub, M. J.; Dabdoub, V. B.; Pereira, M. A.; Zukerman-Schpector, J. *J. Org. Chem.* **2002**, 61, 9503; b) Dabdoub, M. J.; Dabdoub, V. B.; Guerrero, P. G.; Silveir, C. C. *Tetrahedron* **1997**, 53, 4199; c) Gabriele, B.; Salerno, G.; Fazio, A. *Org. Lett.* **2002**, 351; d) Stein, A. L.; Alves, D.; da Rocha, J. T.; Nogueira, C. W.; Zeni, G. *Org. Lett.* **2008**, 10, 4983; e) Gabriele, B.; Mancuso, R.; Veltri, L.; Maltese, V.; Salerno, G. *J. Org. Chem.* **2012**, 77, 9905; f) Mancuso, R.; Maner, A.; Cicco, L.; Perna, F. M.; Capriati, V.; Gabriele, B. *Tetrahedron* **2016**, 72, 4239; g) Kesharwani, T.; Giraudy, K. A.; Morgan, J. L.; Kornman, C.; Olaitan, A. D. *Tetrahedron Lett.* **2017**, 58, 638; h) Nagahora, N.; Yahata, S.; Goto, S.; Shioji, K.; Okuma, K. *J. Org. Chem.* **2018**, 83, 1969.
- 58) Drevko, B. I.; Suchkova, E. V.; Baranchikova, G. A.; Mandych, V. G. *Russ. Chem. Bull.* **2005**, 55, 1867.
- 59) Barancelli, D. A.; Schumacher, R. F.; Leite, M. R.; Zeni, G. *European J. Org. Chem.* **2011**, 6713.
- 60) Alves, D.; Luchese, C.; Nogueira, C. W.; Zeni, G. *J. Org. Chem.* **2007**, 72, 6726.
- 61) Gai, B. M.; Stein, A. L.; Roehrs, J. A.; Bilheri, F. N.; Nogueira, C. W.; Zeni, G. *Org. Biomol. Chem.* **2012**, 10, 798.
- 62) a) He, K.; Li, W.; Tian, H.; Zhang, J.; Yan, D.; Geng, Y.; Wang, F. *Org. Electron.* **2018**, 57, 359; b) Tsai, C.-E.; Yu, R.-H.; Lin, F.-J.; Lai, Y.-Y.; Hsu, J.-Y.; Cheng, S.-W.; Hsu, C.-S.; Cheng, Y.-J. *Chem. Mater.* **2016**, 28, 5121; c) Sato, R.; Dogishi, M.; Higashino, T.; Kadoya, T.; Kawamoto, T.; Mori, T. *J. Phys. Chem. C* **2017**, 121, 6561; d) Huang, P.; Du, J.; Biewer, M. C.; Stefan, M. C. *J. Mater. Chem. A* **2015**, 3, 6244.
- 63) a) Tsuji, H.; Nakamura, E. *Acc. Chem. Res.* **2017**, 50, 396; b) Matsumura, M.; Muranaka, A.; Kurihara, R.; Kanai, M.; Yoshida, K.; Kakusawa, K.; Hashizume, D.; Uchiyama, M.; Yasuike, S. *Tetrahedron* **2016**, 72, 8085.
- 64) Reddy, M. R.; Kimb, H.; Kimb, C.; Seo, S. *Synth. Met.* **2018**, 235, 153.
- 65) a) Chand, K.; Rajeshwari; Hiremathad; Singh, M.; Santos, M. A.; Keri, R. S. *Pharmacological Rep.* **2017**, 69, 281; b) Nangare, A. K.; Chavan, A. N. *J. Pharm. Res. Int.* **2015**, 4, 1734; c) Hiremathad, A.; Patil, M. R.; Chethana, K. R.; Chand, K.; Santos, M. A.; Keri, R. S. *RSC Adv.* **2015**, 5, 96809; d) Khanam, H.; Shamsuzzaman. *Eur. J. Med. Chem.* **2015**, 97, 483.
- 66) Nangare, A. K.; Chavan, A. N. *J. Pharm. Res. Int.* **2015**, 4, 1734.
- 67) a) Heravi, M. M.; Zadsirjan, V. *Adv. Heterocycl. Chem.* **2015**, 117, 261; b) Wu, B.; Yoshikai, N. *Org. Biomol. Chem.* **2016**, 14, 5402; c) Biehl, E. R. *Top Heterocycl. Chem.* **2012**, 29, 347; d) Rhoden, C. R. B.; Zeni, G. *Org. Biomol. Chem.* **2011**, 9, 1301.
- 68) a) Singh, F. V.; Wirth, T. *Synthesis* **2012**, 44, 1171; b) Moriarty, R. M.; Prakash, O. *Adv. Heterocycl. Chem.* **1998**, 69, 1.
- 69) a) Chen, J.; Xiang, H.; Yang, L.; Zhou, X. *RSC Adv.* **2017**, 7, 7753; b) Tobisu, M.; Masuya, Y.; Baba, K.; Chatani, N. *Chem. Sci.* **2016**, 7, 2587; c) Kim, S.; Dahal, N.; Kesharwani, T. *Tetrahedron Lett.* **2013**, 54, 4373; d) Sandhya, N. C.; Nandeesh, K. N.; Rangappa, K. S.; Ananda, S. *RSC Adv.*

- 2015**, 5, 29939; e) Wu, B.; Yoshikai, N. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, 52, 10496; g) Sato, T.; Nakamura, I.; Terada, M. *Eur. J. Org. Chem.* **2009**, 5509.
- 70) a) Schiesser, C. H.; Sutej, K. *Tetrahedron Lett.* **1992**, 33, 5137; b) Tang, Z.; Mayrargue, J.; Alami, m. *Heterocyclic. Chem.* **2011**, 48, 1238; c) Xu, J.; Yu, X.; Yan, J.; Song, Q. *Org. Lett.* **2017**, 19, 6292; d) Wan, D.; Yang, Y.; Liu, X.; Li, M.; Zhao, S.; You, J. *Eur. J. Org. Chem.* **2016**, 55.
- 71) a) Sashida, H.; Sadamori, K.; Tsuchiya, T. *Synth. Commun.* **1998**, 28, 713; b) Kashiki, T.; Shinamura, S.; Kohara, M.; Miyazaki, E.; Takimiya, K.; Ikeda, M.; Kuwabara, H. *Org. Lett.* **2009**, 11, 2473; c) Takimiya, K.; Konda, Y.; Ebata, H.; Niihara, N.; Otsubo, T. *J. Org. Chem.* **2005**, 70, 10569.
- 72) a) Yue, D.; Yao, T.; Larock, R. C. *J. Org. Chem.* **2005**, 70, 10292; b) Manarin, F.; Roehrs, J. A.; Gay, R. M.; Brandão, R. H.; Menezes, P. H.; Nogueira, C. W.; Zeni, G. *J. Org. Chem.* **2009**, 74, 2153; c) Xu, M.; Zhang, X.-H.; Zhong, P. *Tetrahedron Lett.* **2011**, 52, 6800; d) Aurelio, L.; Volpe, R.; Halim, R.; Scammells, P. J.; Flynn, B. L. *Adv. Synth. Catal.* **2014**, 356, 1974; e) Yue, D.; Larock, R. C. *Org. Chem.* **2002**, 67, 1905; f) Sanz, R.; Guilarte, V.; Hernando, E.; Sanjuán, A. M. *J. Org. Chem.* **2010**, 75, 7443; g) Perin, G.; Roehrs, J. A.; Hellwig, P. S.; Stach, G.; Barcellos, T.; Lenardão, E. J.; Jacob, R. G.; Luz, E. Q. *ChemistrySelect* **2017**, 2, 4561; h) Kesharwani, T.; Worlikar, S. A.; Larock, R. C. *J. Org. Chem.* **2006**, 71, 2307; i) Mehta, S.; Waldo, J. P.; Larock, R. C. *J. Org. Chem.* **2009**, 74, 1141.
- 73) a) Gai, R. M.; Manarin, F.; Schneider, C. C.; Barancelli, D. A.; Costa, M. D.; Zeni, G. *J. Org. Chem.* **2010**, 75, 5701; b) Neto, J. S. S.; Iglesias, B. A.; Back, D. F.; Zeni, G. *Adv. Synth. Catal.* **2016**, 358, 3572; c) Stein, A. L.; Bilheri, F. N.; Rosário, A. R.; Zeni, G. *Org. Biomol. Chem.* **2013**, 11, 2972.
- 74) a) Paegle, E.; Belyakov, S.; Arsenyan, P. *Eur. J. Org. Chem.* **2014**, 3831; b) Paegle, E.; Belyakov, S.; Petrova, M.; Liepinsh, E.; Arsenyan, P. *Eur. J. Org. Chem.* **2015**, 4389.
- 75) a) Zhao, X.; Zhang, L.; Lu, X.; Li, T.; Lu, K. *J. Org. Chem.* **2015**, 80, 2918; b) Melzig, L.; Rauhut, C. B.; Knochel, P. *Chem. Commun.* **2009**, 3536; c) Benati, L.; Capella, L.; Montecchi, P. C.; Spagnolo, P. *J. Org. Chem.* **1995**, 60, 7941.
- 76) Petrov, M. L.; Abramov, M. A.; Abramova, I. P.; Dehaen, W. *Russ. J. Org. Chem.* **2003**, 39, 261.
- 77) Suslick, K. S.; Didenko, Y.; Fang, M. M.; Hyeon, T.; Kolbeck, K. J.; McNamara, W. B. III; Mdleleni, M. M.; Wong, M. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. A* **1999**, 357, 335.
- 78) Penteado, F.; Monti, B.; Sancineto, L.; Perin, G.; Jacob, R. G.; Santi, C.; Lenardão, E. *J. Asian J. Org. Chem.* **2018**, 7, 2368.
- 79) Martines, M. A. U.; Davolos, M. R.; Júnior, M. J.; *Quím. Nova* **2000**, 23, 2.
- 80) Rayleigh, L. *Philos. Mag.* **1917**, 34, 94.
- 81) Flint, E. B.; Suslick, K. S. *Science* **1991**, 253, 1397.
- 82) Cravotto, G.; Cintas, P.; *Chem. Soc. Rev.* **2006**, 35, 180.
- 83) Degrois, M.; Baldo, P. *Ultrasonics* **1974**, 25.
- 84) Suslick, K. S. *Science* **1990**, 247, 1439.
- 85) Luche, J. L.; Einhorn, C.; Einhorn, J. *Tetrahedron Lett.* **1990**, 31, 4125.

- 86) Jung, J.; Lee, W.; Kang, W.; Shin, E.; Ryu, J.; Choi, H. *J. Micromech. Microeng.* **2017**, 27, 113001.
- 87) Ley, S. V.; O'Neil, I. A.; Low, C. M. R. *Tetrahedron* **1986**, 42, 5363.
- 88) Vieira, b. M.; Thurow, S.; da Costa, M.; Casaril, A. M.; Domingues, M.; Schumacher, R. F.; Perin, G.; Alves, D.; Savegnago, L.; Lenardão, E. J. *Asian J. Org. Chem.* **2017**, 6, 1635.
- 89) Fonseca, S. F.; Padilha, N. B.; Thurow, S.; Roehrs, J. A.; Savegnago, L.; de Souza, M. N.; Fronza, M. G.; Collares, T.; Buss, J.; Seixas, F.; K.; Alves, D.; Lenardão, E. J. *Ultrasonics Sonochemistry* **2017**, 39, 827.
- 90) Vieira, B. M.; Thurow, S.; Brito, J. S.; Perin, G.; Alves, D.; Jacob, R. G.; Santi, C.; Lenardão, E. J. *Ultrasonics Sonochemistry* **2015**, 192.
- 91) Peglow, T. J.; da Costa, G. P.; Duarte, L. F. B.; Silva, M. S.; Barcellos, T.; Perin, G.; Alves, D. *J. Org. Chem.* **2019**, 9, 5471.
- 92) Abenante, L.; Penteado, F.; Vieira, M. M.; Perin, G.; Alves, D.; Lenardão, E. J. *Ultrasonics Sonochemistry* **2018**, 49, 41.
- 93) Liu, Z.-Y.; He, X.-B.; Yang, Z.-Y.; Shao, H.-Y.; Li, X.; Guo, H.-F.; Zhang, Y.-Q.; Si, S.-Y.; Li, Z.-R. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2009**, 19, 4167.
- 94) Perin, G.; Roehrs, J. A.; Hellwig, P. S.; Stach, G.; Barcellos, T.; Lenardão, E. J.; Jacob, R. G.; Luz, E. Q. *ChemistrySelect* **2017**, 2, 4561.
- 95) Corey, E. J.; Fuchs, P. L. *Tetrahedron Lett.* **1972**, 36, 3769.
- 96) Sahu, B.; Muruganantham, R.; Namboothiri, I. N. N. *Eur. J. Org. Chem.* **2007**, 2477.
- 97) Grimaldi, T. B.; Lutz, G.; Back, D. F.; Zeni, G. *Org. Biomol. Chem.* **2016**, 14, 10415.
- 98) Stain, A. L.; Bilheri, F. N.; Zeni, G. *Chem. Commun.* **2015**, 51, 15522.
- 99) Perin, G.; Nobre, P. C.; Mailahn, D. H.; Silva, M. S.; Barcellos, T.; Jacob, R. G.; Lenardão, E. J.; Santi, C.; Roehrs, J. A. *Synthesis*, **2019**, 51, 2293.
- 100) a) Tiecco, M.; Testaferri, L.; Tingoli, M.; Bagnoli, L.; Santi, C. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* **1993**, 637; b) Tiecco, M.; Testaferri, L.; Tingoli, M.; Bartoli, D.; Balducci, R. *J. Org. Chem.* **1990**, 55, 429.
- 101) Balaraman, K.; Kesavan, V. *Synthesis* **2010**, 3461.
- 102) Santana, A. S.; Carvalho, D. B.; Casemiro, N. S.; Hurtado, G. R.; Viana, L. H.; Kassab, N. M.; Barbosa, S. L.; Marques, F. A.; Guerrero Jr., P. G.; Baroni, S. C. M. *Tetrahedron Lett.* **2012**, 53, 5733.
- 103) Zeni, G.; Stracke, M. P.; Nogueira, C. W.; Braga, A. L.; Menezes, P. H.; Stefani, H. A.; *Org. Lett.* **2004**, 6, 1135.
- 104) Zeni, G.; Formiga, H. B., Comasseto, J. V. *Tetrahedron Lett.* **2000**, 41, 1311.
- 105) Gelson, P.; Soares, L.; Hellwig, P. S.; Silva, M. S.; Neto, J. S. S.; Roehrs, J. A.; Barcellos, T.; Lenardão, E. J. *New J. Chem.* **2019**, 43, 6323.
- 106) Perrin, D. D.; Armarego, W. L. *Purification of Laboratory Chemicals*; Pergamon Press: New York, **1980**.