



ESTUDO E OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES REACIONAIS VISANDO A SÍNTESE DO 1,2:3,4-DI-O-ISOPROPILIDENO- α -D- GALACTOPIRANOSE

Adlla Raiane Santos Dantas,¹ Michael Douglas Sena Miranda,¹ Antonio Ruan Souto Dos Santos,¹ Cosme Silva Santos,² Jonh Anderson Macêdo Santos,² Celso Luiz Lima Da Silva,² Juliano Carlo Rufino de Freitas³

¹ Curso de Licenciatura em Química, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil.

² Curso de Pós-graduação em Química, Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

³ Professor da Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

Email para correspondência: julianocrufino@pq.cnpq.br

Resumo

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na natureza, estando presentes em plantas e em animais. Os animais não tem a capacidade de sintetizar os carboidratos, logo sua obtenção é por meio da alimentação, além disso, eles apresentam inúmeras aplicações tecnológicas e medicinais. Diante disto o objetivo deste trabalho teve foi estudar e otimizar as condições reacionais da síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranoose. Para isso, foram avaliados diferentes parâmetros, sendo eles: i. tipo do sal inorgânico (Na_2SO_4 , MgSO_4 , ZnSO_4 , NiSO_4 e CuSO_4); ii. quantidade do sal inorgânico (5, 4, 3, 2, 1 equivalentes); e iii. temperatura ($25\pm 4^\circ\text{C}$, $35\pm 4^\circ\text{C}$ e $45\pm 4^\circ\text{C}$). De acordo com os resultados, os melhores resultados foram obtidos utilizando 2 equivalentes de CuSO_4 , pois o produto 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranoose foi obtido com 83% de rendimento. O 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranoose, foi purificado por cromatografia em coluna e caracterizada por ressonância magnética nuclear e rotação específica. Em suma, as condições reacionais do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranoose foram otimizadas e devido aos reagentes utilizados serem de baixo custo esta síntese pode ser trabalhada nas aulas de química orgânica experimental.

Palavras-chave: Síntese Orgânica, Carboidratos, D-galactose, Espectroscopia.

Abstract

Carbohydrates are the most abundant polyfunctional biomolecules in nature, being present in plants and animals, unleashing structural and energetic functions. In addition, these organic compounds have numerous technological and medicinal applications, a fact that arouses a prominent interest in the structural modification of these biomolecules. Within the scope of the new synthetic strategies involving

carbohydrates, the transformation of simple carbohydrates such as D-galactose into valuable synthetic intermediates such as 1,2:3,4-di-O-isopropylidene- α -D-galactopyranose is particularly noteworthy. For this, different parameters were evaluated, being: i. type of inorganic salt (Na_2SO_4 , MgSO_4 , ZnSO_4 , NiSO_4 and CuSO_4); ii. the amount of the inorganic salt (5, 4, 3, 2, 1 equivalents); and iii. temperature ($25\pm 4^\circ\text{C}$, $35\pm 4^\circ\text{C}$ e $45\pm 4^\circ\text{C}$). According to the results, the best results were obtained using 2 equivalents of CuSO_4 under $25\pm 4^\circ\text{C}$, as the product 1,2:3,4-di-O-isopropylidene- α -D-galactopyranose was obtained in 83% yield. In addition, the product was purified by column chromatography and characterized by nuclear magnetic resonance and specific rotation. In summary, the reaction conditions for the synthesis of 1,2:3,4-di-O-isopropylidene- α -D-galactopyranose were optimized leading to formation of this product in high yield.

Keywords: Organic Synthesis, Carbohydrate, D-galactose, Spectroscopy.

1 Introdução

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na Terra, estando presentes em plantas e em animais. Assim como as proteínas, os lipídios e os ácidos nucleicos, os carboidratos apresentam em sua arquitetura molecular múltiplas funções químicas (Figura 1), sendo esse um dos motivos da sua definição, ou seja, são polioidroxialdeídos ou polioidroxicetonas ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise (FRANCISCO JUNIOR, 2008; FERREIRA, 1995; Nogueira, et al., 2009; FERREIRA, ROCHA, da SILVA, 2009).

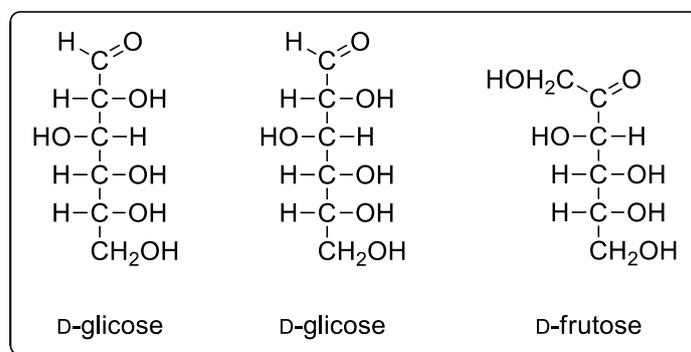


Figura 1: Exemplos de carboidratos em sua forma aberta.

De acordo com Nogueira et al. (2009), a expressão carboidrato surgiu por volta do século XIX com a finalidade de descrever uma classe de compostos de fórmula empírica $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Devido a essa fórmula empírica é comum alguns autores nomearem os carboidratos de hidratos de carbono. No entanto, vale ressaltar, que esta nomenclatura não é a mais recomendada, uma vez que, a literatura descrever inúmeros carboidratos contendo em sua estrutura outros átomos, a citar: enxofre, nitrogênio, fósforo, entre outros (DANTAS, 2015).

Alguns carboidratos apresentam função estrutural da parede celular dos vegetais, em mecanismos muito específicos de reconhecimento molecular (aqueles associados a respostas imunológicas), como sinalizadores no organismo, na preservação das proteínas com o papel de manutenção e reparo, e no crescimento dos tecidos corporais. Adicionalmente, os carboidratos são combustíveis do sistema nervoso central, sendo essenciais para o funcionamento do cérebro (FRANCISCO JUNIOR, 2008; LEHNINGER, 1985; NOGUEIRA, et al, 2009; STICK, 2001).

Devido a essas e outras funções dos carboidratos, é justificável o elevado aumento de artigos científicos publicados por ano e o crescimento linear do número de citações envolvendo a química dos carboidratos durante os últimos 10 anos (Figura 2) (PESQUISA NA WEB OF SCIENCE, 2016). No entanto, a maioria dos artigos científicos tratam das aplicações tecnológicas e novas estratégias sintéticas dos carboidratos, além disso, nos últimos 100 anos o estudo de suas atividades tem aumentado de forma surpreendente, principalmente com relação à suas aplicações biológicas (NOGUEIRA et al, 2009). Neste sentido, a literatura, relata a aplicação dos carboidratos como antibacteriano, inseticida, antiviral, ativador imunológico, antineoplásico, antiprotozoário, antifúngico, anti-inflamatório, e anticoagulante (BRADNER et al, 1958, PUTERKA et al, 2003; TOSIN et al, 2012).

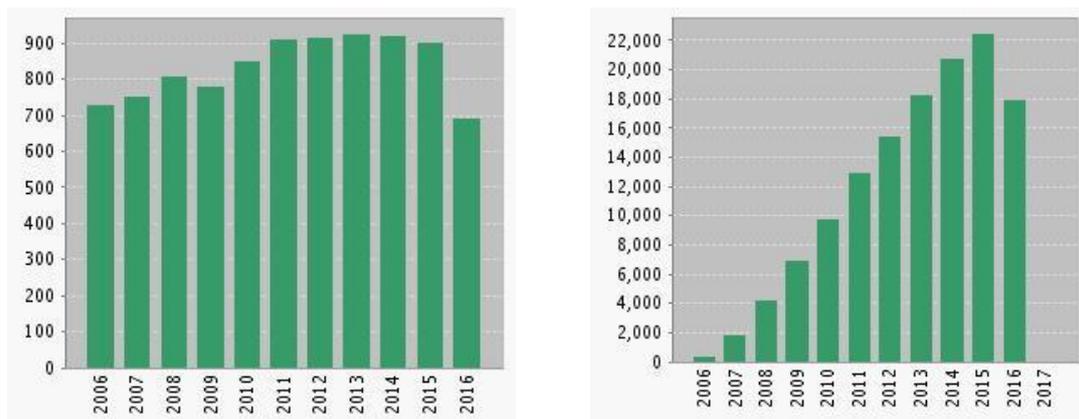


Figura 2: Gráficos do número de artigos (a) e do número de citações (b) envolvendo a temática carboidratos nos últimos 10 anos.

Tais atividades estão atreladas ao avanço científico que possibilitou conhecer de modo mais detalhado as propriedades físico-químicas, os mecanismos reacionais e as metodologias sintéticas dos carboidratos e seus

derivados. Com relação às inúmeras metodologias sintéticas (FREITAS, 2010; YANG et al., 2003), algumas que se destacam são: Reação de glicosilação (Reação de Fischer – Figura 3a), Rearranjo alílico (Reação de Ferrier – Figura 3b), e Reação de formação de acetais (Modificação na D-galactose – Figura 3c), entre outros.

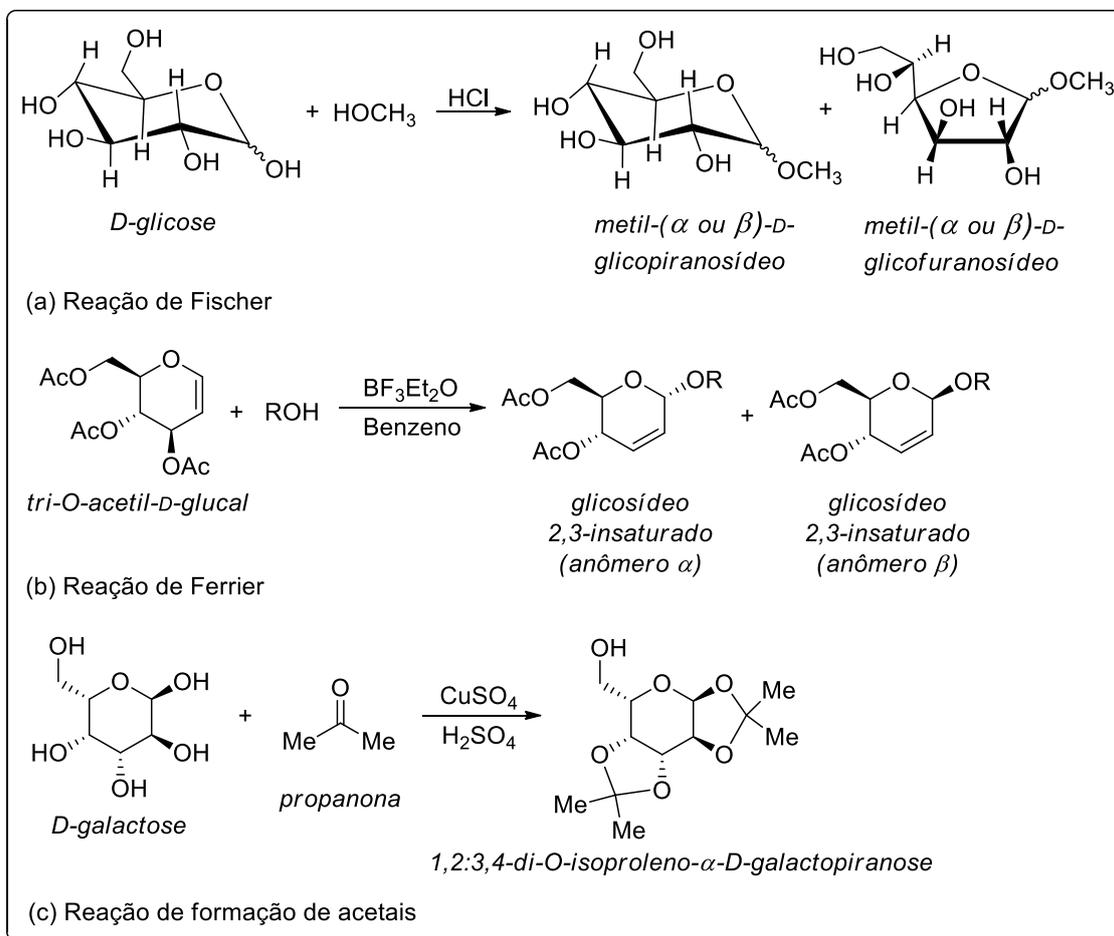


Figura 3: Exemplos de algumas reações: (a) Reação de Fischer; (b) Reação de Ferrier; (c) Modificação na D-galactose

Diante disto, o presente trabalho descreve o estudo e a otimização das condições reacionais visando a síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose a partir da D-galactose.

2 Metodologia

2.1 Local de Pesquisa

O processo de síntese, purificação do composto foi realizado no Laboratório de Síntese Orgânica, localizado no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Cuité*-PB. No entanto,

as análises espectroscópicas de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) de hidrogênio (^1H) e carbono (^{13}C) e de rotação específica do composto sintetizado foram realizados na Central Analítica da Universidade Federal do Pernambuco – *Campus Recife-PE*.

2.2 Materiais e Equipamentos

Os solventes utilizados foram destilados de acordo com o reportado pela literatura (PERRIN; AMAREGO, 1996), ou seja, o hexano e o acetato de etila foram destilados por meio da destilação fracionada em um sistema de coluna de *Vigreux*, enquanto que a propanona (acetona) foi destilado utilizando iodeto de sódio anidro.

Para o acompanhamento das reações, foi empregada à cromatografia em camada delgada (CCD) com diferentes sistemas eluentes. Os solventes das soluções contendo os compostos foram evaporados em um evaporador rotativo da *Visatom* conectado a uma bomba de vácuo *New PumsSparmaz*. O solvente residual foi removido através de uma bomba de alto vácuo da *Cole-Parmer*.

Os espectros de ressonância magnética nuclear foram registrados em um espectrômetro *Varian URMNS* de 400 MHz. Os deslocamentos químicos estão expressos em ppm (partes por milhão) em relação ao pico residual do clorofórmio (7,258 ppm) para os espectros de hidrogênio, em relação ao pico central do CDCl_3 (77,0 ppm) para os espectros de carbono. Todas as constantes de acoplamento (J) foram descritas em hertz (Hz).

2.3 Procedimento Experimental

2.3.1 Síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2)

A síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2), foi realizada através do protocolo de Schmidt (1963) com algumas modificações. Em um balão de fundo de capacidade de 250 mL, contendo 45 mL de propanona (acetona) seca e destilada, foram adicionados a D-galactose anidra (1, 2,0 g, 6,6 mmol), CuSO_4 anidro (4,5 g, 28 mmol) e 0,23 mL de H_2SO_4 concentrado (*Nota 1: O H_2SO_4 deve ser adicionado lentamente, por se tratar de um agente desidratante*). A mistura reacional foi agitada por 36 horas em temperatura ambiente e sob atmosfera inerte. Uma vez comprovado o término

da reação por CCD, o CuSO_4 foi removido por filtração a vácuo e lavado com acetona. Na sequência o filtrado foi neutralizado com bicarbonato de sódio. O produto bruto foi concentrado utilizando um evaporador rotativo e purificado por cromatografia em coluna em um sistema eluente hexano/acetato de etila (7,5:2,5).

Dados espectrométricos do 1,2:3,4-Di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (**2**): Análise de Rotação Específica: $[\alpha]_{\text{D}}^{25}$ - 44,3 (c 1,0, MeOH); Análise de Infravermelho (Pastilha de KBr): principais bandas de vibração, 3440, 2985, 2937, 1379, 1069 cm^{-1} ; Análise de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (CDCl_3 , 400 MHz), sinais em ppm, 5,55 (*d*, 1H, $J_{3,4} = 5,08$ Hz, H-3), 4,60 (*dd*, 1H, $J_{5,4} = 2,36$ Hz, $J_{5,8} = 7,84$ Hz, H-5), 4,32 (*dd*, 1H, $J_{4,3} = 5,08$ Hz, $J_{4,5} = 2,36$ Hz, H-4), 4,26 (*dd*, 1H, $J_{8,5} = 7,84$ Hz, $J_{8,9} = 1,56$ Hz, H-8), 3,89-3,69 (*m*, 3H, H-9, H-10, H-10'), 2,16 (*sl*, 1H, OH), 1,44 (*s*, 3H, $-\text{CH}_3$), 1,32 (*s*, 6H, $-\text{CH}_3$), 1,24 (*s*, 3H, $-\text{CH}_3$); Análise de Ressonância Magnética Nuclear de Carbono-13 (CDCl_3 , 100 MHz), sinais em ppm, 109,4; 108,6; 96,2; 71,5; 70,7; 70,5; 68,1; 62,3; 29,2; 26,0; 25,9; 24,3.

3 Resultados

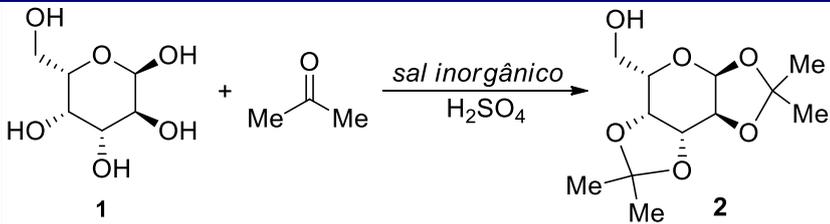
Embora a literatura descreva algumas metodologias visando a transformação química da D-galactose (**1**) no 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (**2**) (SCHMIDT, 1963; YANG, et al., 2003), há pouca ênfase concernente ao estudo da influencia de diferentes parâmetros nesta síntese. Deste modo, o trabalho foi iniciado elencando os parâmetros de estudo:

- i. Tipo do sal inorgânico;
- ii. Quantidade do sal inorgânico; e
- iii. Temperatura.

Deste modo, visando avaliar o tipo de sal inorgânico utilizado nesta reação, foram selecionados os sais de: sulfato de sódio (Na_2SO_4), sulfato de magnésio (MgSO_4), sulfato de zinco (ZnSO_4), sulfato de níquel (NiSO_4) e sulfato de cobre (CuSO_4). Tais sais foram escolhidos, devido serem de fácil manipulação, apresentarem baixa toxicidade e custo, e sua disponibilidade no

Laboratório de Síntese Orgânica da UFCG/CES. Os resultados deste estudo estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1: Estudo da influência do tipo de sal inorgânico utilizado na síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropileno- α -D-galactopiranosse (2).

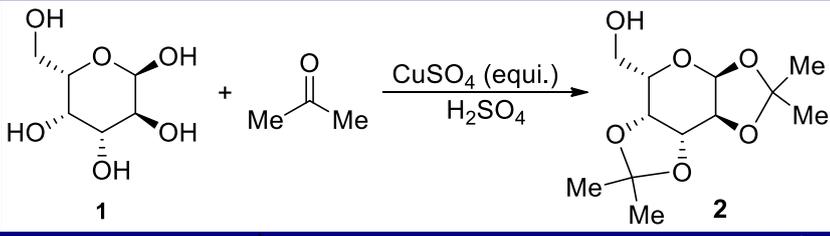
Esquema de reação			
Experimento	Tipo do sal inorgânico	Tempo (h)	Rendimento (%) ^a
1	Na ₂ SO ₄	36	35
2	MgSO ₄	36	37
3	ZnSO ₄	36	41
4	NiSO ₄	36	77
5	CuSO ₄	36	83

^aRendimento do produto isolado após purificação em coluna cromatográfica.

De acordo com a Tabela 1, quando foram utilizados os sais dos cátions do grupo 1 (sódio), 2 (magnésio) e 12 (zinco) da tabela periódica o 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosse (2) foi obtido em baixo rendimento (Experimentos 1, 2 e 3). Uma provável justificativa para esse baixo rendimento está associado a estes sais complexarem com a água do meio reacional e da atmosfera (atuando como agente secante) o que inviabiliza a interação entre o sal e os reagentes (D-galactose e a propanona). Além disso, à medida que estes sais incorporam em sua esfera de coordenação moléculas de água, começam a se agregar e se acumular no fundo do recipiente, o que dificulta a agitação. Em contrapartida, quando os sais de sulfato de níquel e cobre foram utilizados o 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosse (2) foi obtido com rendimentos de 77 e 83%, respectivamente (Experimento 4 e 5), sendo estes valores considerados bons quando comparado com os da literatura.

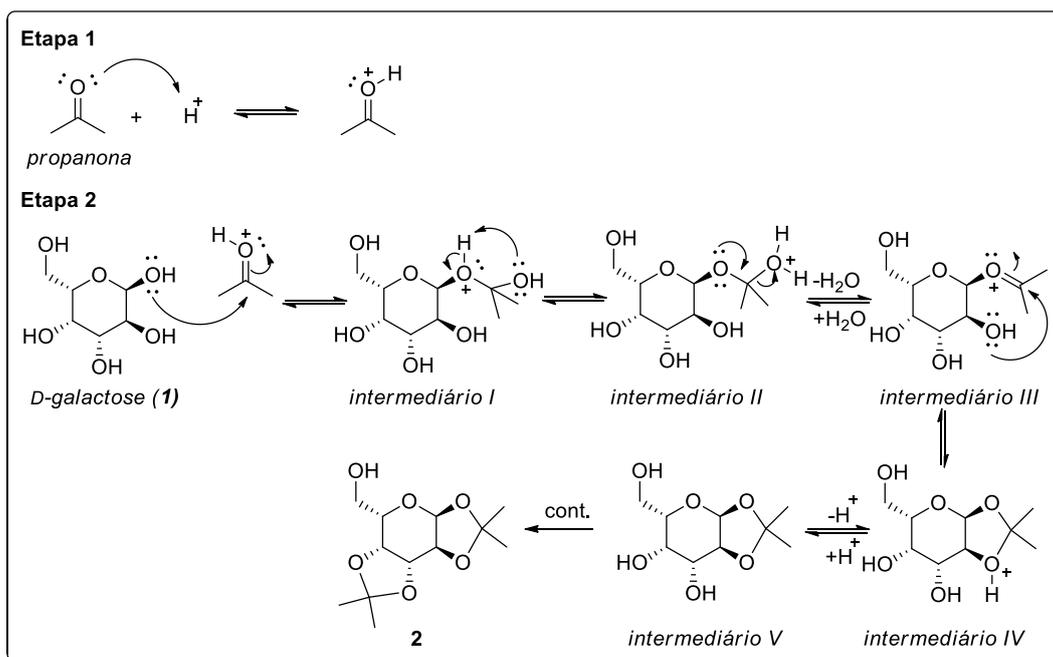
Diante dos resultados da Tabela 1, foi constatado que o sulfato de cobre apresentou melhor desempenho nesta reação. Deste modo, partiu-se para a próxima etapa, onde foi avaliada a influência da quantidade do sulfato de cobre na formação do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosse (2). Os resultados estão sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2: Estudo da influencia da quantidade do sulfato de cobre na síntese do 1,2:3,4-di-O-isoproleno- α -D-galactopiranosose (2).

Esquema de reação				
	Experimento	CuSO ₄ (equivalente)	Tempo (h)	Rendimento (%) ^b
	1	5	36	76
	2	4	36	78
	3	3	36	75
	4	2	36	83
	5	1	36	71
	6	- ^a	36	53

^aReação conduzida sem CuSO₄; ^bRendimento do produto isolado após purificação em coluna cromatográfica.

Cabe ressaltar que este tipo de reação envolvendo a proteção da propanona com outros reagentes, especificamente o 1,2-etanodiol é bem descrito na literatura (SOUZA, 2010), como também nos livros didáticos que estudam a reatividade de substâncias carboniladas (BRUICE, 2006), logo, foi possível adaptar o mecanismo existente para a D-galactose. Deste modo, propõem-se que inicialmente ocorre a protonação do oxigênio carbonílico (propanona) através da captura do hidrogênio ácido, o que aumenta a densidade de carga positiva do carbono carbonílico, tornado-o mais suscetível ao ataque do par elétrons do oxigênio da hidroxila presente na D-galactose (1). Depois, a hidroxila da D-galactose (1) ataca nucleofilicamente a propanona protonada levando a formação do *intermediário I*, o qual sofre uma transferência de prótons seguido da eliminação de água para formar o *intermediário III*. No *intermediário III* ocorre um ataque intramolecular da hidroxila adjacente ao carbocátion levando a formação do *intermediário IV* que após desprotonação gera o 1,2-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (*intermediário V*), o qual sofre o mesmo processo para formar o composto 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2) (Esquema 1).



Esquema 1: Proposta mecanística para a síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropileno- α -D-galactopiranosose (2).

De acordo com as tabelas 1 e 2, foi constatado que utilizando 2 equivalentes de CuSO_4 levou ao melhor rendimento do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2). Deste modo, partiu-se para o estudo do último parâmetro, onde foi avaliado a influência da temperatura ($25 \pm 4^\circ\text{C}$, $35 \pm 4^\circ\text{C}$ e $45 \pm 4^\circ\text{C}$). Foi observado que a elevação da temperatura para $35 \pm 4^\circ\text{C}$ e $45 \pm 4^\circ\text{C}$ levou a formação de subprodutos, além da necessidade de repor a propanona várias vezes devido à intensa evaporação. Esta observação indicou que a melhor temperatura de trabalho foi entre 21 - 29°C .

Com as condições reacionais otimizadas do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2), este composto teve a sua estrutura confirmada através dos dados de RMN ^1H e RMN ^{13}C . Analisando o espectro de RMN ^1H , foi possível observar o simpleto em 2,4 ppm referente ao hidrogênio da hidroxila. Os quatro sinais do tipo simpletos em campo alto correspondem aos hidrogênios metílicos H-1, H-2, H-6 e H-7. O sinal de H-3 acopla com H-4 levando a formação de um dubleto ($J_{3,4} = 5,1 \text{ Hz}$) em campo baixo com deslocamento químico em 5,55 ppm. Os sinais dos hidrogênios H-4, H-5 e H-8 aparecem como dubleto de dubleto (como mostrado na expansão) na região entre e 4,62 e 4,20 ppm (Figura 4).

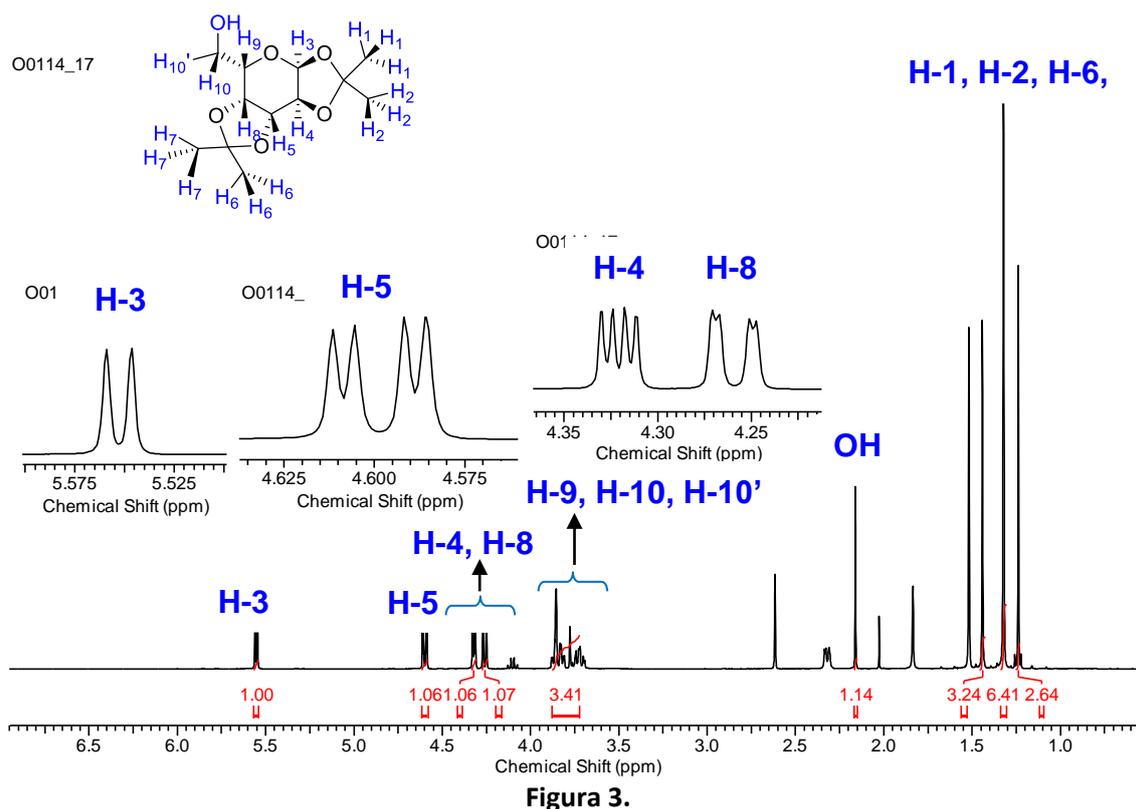


Figura 4: Espectro de RMN 1H (CDCl₃, 400 MHz) do 1,2:3,4-di-O-isopropileno- α -D-galactopiranoose (2).

Analisando o espectro de RMN ¹³C foi possível observar a presença de 12 carbonos quimicamente diferentes, sendo este valor semelhante ao número de carbonos que a estrutura do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranoose (2) apresenta. Os sinais em campo alto entre 29,2 a 24,3 ppm foram atribuídos aos carbonos metílicos (C-1, C-2, C-7 e C-8), pois fossem pouca influencia dos átomos de oxigênio. Já os sinais dos carbonos C-3, C-9 e C-4 ocorrem em campo baixo, uma vez que estes carbonos estão ligados a dois oxigênios eletronegativos. Os demais carbonos e seus sinais podem ser visualizados na figura 5.

Para fins didáticos, na tabela 3 segue os dados espectroscópicos do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranoose (2).

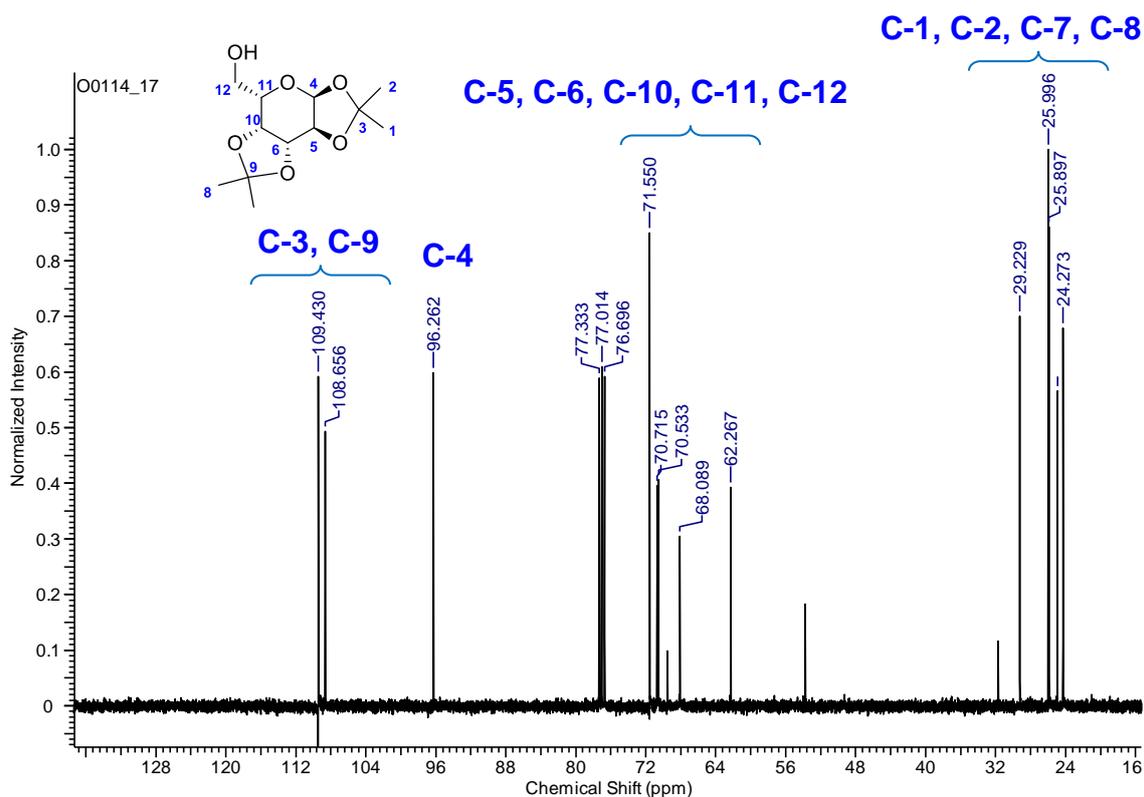


Figura 5: Espectro de RMN ^{13}C (CDCl_3 , 100 MHz) do 1,2:3,4-di-O-isopropileno- α -D-galactopiranosose (2).

Tabela 3: Dados espectroscópicos do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2)

Estrutura do Composto	RMN ^1H (400 MHz, CDCl_3) ^a	RMN ^{13}C (100 MHz, CDCl_3)
	5,55 (<i>d</i> , 1H, $J_{3,4} = 5,08$ Hz, H-3), 4,60 (<i>dd</i> , 1H, $J_{5,4} = 2,36$ Hz, $J_{5,8} = 7,84$ Hz, H-5), 4,32 (<i>dd</i> , 1H, $J_{4,3} = 5,08$ Hz, $J_{4,5} = 2,36$ Hz, H-4), 4,26 (<i>dd</i> , 1H, $J_{8,5} = 7,84$ Hz, $J_{8,9} = 1,56$ Hz, H-8), 3,89-3,69 (<i>m</i> , 3H, H-9, H-10, H-10'), 2,16 (<i>sl</i> , 1H, OH), 1,44 (<i>s</i> , 3H, -CH ₃), 1,32 (<i>s</i> , 6H, -CH ₃), 1,24 (<i>s</i> , 3H, -CH ₃)	109,4; 108,6; 96,2; 71,5; 70,7; 70,5; 68,1; 62,3; 29,2; 26,0; 25,9; 24,3

^aSímbolos: s = simpleto; d = duplete; t = tripleto; qua = quarteto; J = constate de acoplamento

Por fim, uma vez que o 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose (2) apresenta cinco estereocentros definidos foi realizado a rotação específica, no qual o valor foi de $[\alpha]_D^{25} - 44,3$ (c 1.0, MeOH).

4 Conclusão

Em suma, foi realizado o estudo e a otimização das condições reacionais para a síntese do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose. Neste estudo, foi constatado que utilizando 2 equivalentes do sulfato de cobre anidro (CuSO_4) sob temperatura ambiente ($25\pm 4^\circ\text{C}$), o 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose foi obtido com 83% de rendimento, valor esse superior ao descrito na literatura. Adicionalmente, estudos complementares estão em andamento no laboratório visando aplicação do 1,2:3,4-di-O-isopropilideno- α -D-galactopiranosose na síntese de compostos biologicamente ativos.

5 Referências

BRADNER, William T.; CLARKE, Donald A.; STOCK, Chester C. Stimulation of host defense against experimental cancer. I. Zymosan and Sarcoma 180 in mice. **Cancer Research**, v. 18, n. 3, p. 673-678, abril, 1958.

BRUICE, PAULA YURKANIS. **Química Orgânica volume 2**, 4ª ed. Pearson Prentice Hall: São Paulo, 2006.

DANTAS, Claudio Roberto. **Síntese do tri-O-acetil-D-glucal utilizando irradiação de ultrassom e bioensaio frente à artemia salina leach de oligossídeos 2,3-insaturados**. 2015, 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité/PB, 2015.

FERREIRA, Vitor Francisco; ROCHA, David Rodrigues; SILVA, Fernando de Carvalho. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 623-638, abril, 2009.

FERREIRA, Vitor Francisco. Carboidratos Abundantes em Síntese Orgânica. **Química Nova**. v. 18, n. 2, p. 267-273, dez./jan., 1995.

WILMO E. Francisco Junior. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. **Química Nova na Escola**. n. 29, p. 8-13, ago., 2008.

FREITAS, Juliano Carlo Rufino. **Aplicação de Reagentes de Telúrio na Síntese de O-Glicosídeos 2,3-Insaturados e da (+/-)-Massoialactona**. 2010, 150f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2010.

NELSON, David L.; COX, Michael, M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6ª ed. São Paulo: Artmed, 2014.

NOGUEIRA, Christiane M.; PARMANHAN, Bárbara R.; FARIAS, Patrícia P.; CORRÊA, Arlene G. *A importância crescente dos carboidratos em química medicinal*. **Revista Virtual de Química**, v. 1, n. 2, p. 149-159, fev., 2009.

PERRIN, D. D.; AMAREGO, W. L. F. **Purification of Laboratory Chemicals**, 3ª ed., Pergamon Press: Oxford, 1996.

Pesquisa na Web of Science utilizando a palavra-chave: Carbohydrate,. Disponível em: <http://apps-webofknowledge.ez292.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=4DQJrN1QKCfoCYWDgxi&preferencesSaved=>> Acesso em: 10 ago. 2016.

PUTERKA, Gary J.; FARONE, William; PALMER, Tracy; BARRINGTON, Anthony. *Structure-Function Relationships Affecting the Insecticidal and Miticidal Activity of Sugar Esters*. **Journal of Economic Entomology**. v. 96, n. 3, p. 636-644, jun, 2003.

ROY Lester Whistler; MELVILLE Lawrence Wolfrom; JAMES Noble BeMiller. **Methods in carbohydrate chemistry. Vol. 2, Reactions of carbohydrates**. Academic Press: New York, p. 318-325, 1963.

SCHMIDT, O. T.; In: Whistler, Roy L.; Wolfrom, M. L. ed.s. **Methods in carbohydrate chemistry. Volume 2, Reactions of carbohydrates**. Academic Press: New York, p. 318-325, 1963.

SIMAS-TOSIN, F. F.; ADUB, A. P. R.; OLIVEIRA, C. C.; GORIN, P. A. SASSAKI, G. L.; BUCHI, D. F.; IACOMINI, M. Polysaccharides from peach pulp: structure and effects on mouse peritoneal macrophages. **Food Chemistry**, v. 134, n. 4, p. 2257-2260, out., 2012.

SOUZA, Marcus Vinícius Nora. **Síntese Orgânica: Baseado em substâncias bioativas**, 1ª ed, Editora Átomo: São Paulo, 2010.

STICK, Robert V. **Carbohydrates: The Sweet Molecules of Life**, 1ª ed. Academic Press: London, 2001.

YANG, J.; FU, X.; JIA, Q.; SHEN, J.; BIGGINS, J. B.; JIANG, J.; ZHAO, J.; SCHMIDT, J. J.; WANG, P. G.; THORSON, J. S. Studies on the substrate specificity of *Escherichia coli* galactokinase. **Organic Letters**. v. 5, n. 13, p. 2223-2226, 2003.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CNPq (447361/2014-7) ao PRONEM/FACEPE (APQ-0476-1.06/14) pelo suporte financeiro e a CAPES pelas bolsas concedidas. A Central Analítica do Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco pelas análises do composto sintetizado.