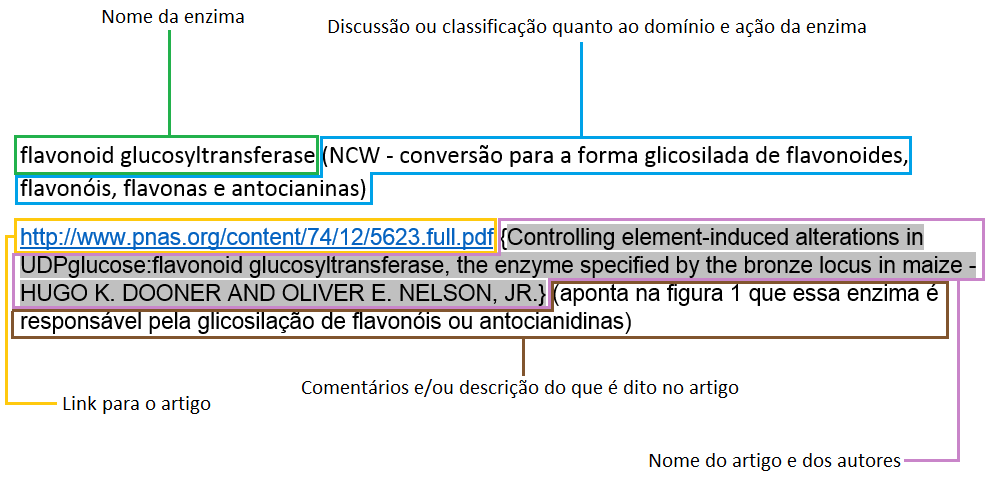
Padrão das pesquisas sobre as enzimas:



OBS1: após o nome da enzima pode haver, antes de sua classificação e explicação, uma sigla que representa seu nome. Esta sigla estará entre parênteses. EX: “disease resistence response protein 206 (DRR206)”.

OBS2: Em alguns casos a classificação e as informações só estão presente junto aos artigos

Descobertas oriundas da validação:

celulose sintase-like ()

<http://www.pnas.org/content/102/6/2221.short> {Expression of cellulose synthase-like (Csl) genes in insect cells reveals that CslA family members encode mannan synthases - Aaron H. Liepman, Curtis G. Wilkerson, and Kenneth Keegstra}

<http://science.sciencemag.org/content/311/5769/1940.short> {Cellulose Synthase-Like CslF Genes Mediate the Synthesis of Cell Wall (1,3;1,4)-ß-d-Glucans - Rachel A. Burton, Sarah M. Wilson, Maria Hrmova, Andrew J. Harvey, Neil J. Shirley, Anne Medhurst, Bruce A. Stone, Edward J. Newbigin, Antony Bacic, Geoffrey B. Fincher}

<http://www.pnas.org/content/106/14/5996.short> {A barley cellulose synthase-like CSLH gene mediates (1,3;1,4)-β-D-glucan synthesis in transgenic Arabidopsis - Monika S. Doblina, Filomena A. Pettolinoa, Sarah M. Wilsona, Rebecca Campbella, Rachel A. Burtonb, Geoffrey B. Fincherb, Ed Newbigina and Antony Bacic}

busca

<https://scholar.google.com.br/scholar?q=cellulose+synthase-like+protein&hl=pt-BR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart&sa=X&ved=0ahUKEwjv24fM2PjKAhWJx5AKHWlcBZ4QgQMIGjAA>

nova pesquisa:<http://science-sciencemag-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/content/303/5656/363.full> {Guar Seed ß-Mannan Synthase Is a Member of the Cellulose Synthase Super Gene Family - Kanwarpal S. Dhugga, Roberto Barreiro, Brad Whitten, Kevin Stecca, Jan Hazebroek, Gursharn S. Randhawa, Maureen Dolan, Anthony J. Kinney, Dwight Tomes, Scott Nichols, Paul Anderson} (Esse artigo mostra uma Csl em que a manose é destinada exclusivamente à produção de galactomanano, então seria apenas H, podendo haver síntese tanto do beta glucano de ligação mista como do galactomanano, dependendo de qual é a Csl em questão. Entretanto, o outro artigo que fala do manano –primeiro da lista- é posterior e aponta que é possível que outros polissacarídeos também recebam manose via Csl, nisso as pectinas também podem ser incluídas, mantendo o H/P)

Relembrando da sacarose:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Sucrose>

Relembrando do beta glucano:

<https://www.google.com.br/search?q=beta+glucan&rlz=2C1CHVZ_ptBR0537BR0537&espv=2&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjNiJy_x_jKAhXMEJAKHYT4Ai4Q_AUIBygC#imgrc=CEG5a7phx7vN8M%3A>

Glucanase:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Glucanase>

Proteína notum (proteína animal que é similar às pectinacetylesterases de plantas)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/147111>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25731175/> and <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4376489/> (versão “author manuscript”, pq a publicação official está na nature e eu não pude acessar) (A protein notum está presente somente em animais e tem sequência similar à da proteína pectin acetylesterase das plantas) {Notum deacylates Wnt proteins to suppress signalling activity. - Kakugawa S, Langton PF, Zebisch M, Howell SA, Chang TH, Liu Y, Feizi T, Bineva G, O'Reilly N, Snijders AP, Jones EY, Vincent JP}

<http://www.cell.com/developmental-cell/fulltext/S1534-5807(02)00180-6> (confirma o que é dito pelo primeiro artigo) {HSPG Modification by the Secreted Enzyme Notum Shapes the Wingless Morphogen Gradient - [Antonio J. Giráldez](javascript:void(0);), [Richard R. Copley](javascript:void(0);), [Stephen M. Cohen](javascript:void(0);)}

<http://www.cell.com/developmental-cell/fulltext/S1534-5807(04)00280-1> (confirma o que é dito pelo primeiro artigo) {Opposing Activities of Dally-like Glypican at High and Low Levels of Wingless Morphogen Activity - [Johan Kreuger](javascript:void(0);), [Lidia Perez](javascript:void(0);), [Antonio J. Giraldez](javascript:void(0);), [Stephen M. Cohen](javascript:void(0);)}

Calose (hemicelulose ou novo domínio?)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2688293/> {Callose synthesis in higher plants - Xiong-Yan Chen and Jae-Yean Kim}

<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2014.00046/full> {Role of callose synthases in transfer cell wall development in tocopherol deficient Arabidopsis mutants - Hiroshi Maeda, Wan Song, Tammy Sage and Dean DellaPenna}

**Padrão atualizado, a partir daqui fiz de forma mais sistemática e já fui anotando o que li e colocando a classificação correspondente (sempre que possível)**

Kobito (proteína que está relacionada à síntese de cellulose, mas ainda não se sabe exatamente como. O que se sabe é que plantas sem a enzima kobito tem um arranjo aleatório das microfibrilas de celulose quando depositada em paredes celulares recém formadas – o que difere das plantas selvagem que tem suas microfibrilas organizadas perpendicularmente à direção de expansão da célula-. Isso gera plantas anãs. Entretanto, só se sabe que a kobito é uma porteína trnasmembrana, não se sabe como ela age sobre a celulose. Dá para classificar com C?)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/105631183>

<http://www.jstor.org/stable/pdf/30147676.pdf?_=1469628304080> {Cellulose biosynthesis and deposition in higher plants – Neil G. Taylor} ()

<http://146.186.15.14/users/y/u/yug13/Publications_files/2012%20Li%20eLS%20final.pdf> {Cellulose Biosynthesis in Higher Plants and the Role of the Cytoskeleton - Shundai Li and Ying Gu} ()

Celulose sintase (C)

<http://www.plantphysiol.org/content/124/2/495.full> {The Cellulose Synthase Superfamily - Todd A. Richmond, and Chris R. Somerville} (faz uma divisão das famílias de cellulose synthase e também coloca nessa divisão as like, que ele coloca como sendo proteínas com nome provisório que ainda serão classificadas adequadamente no futuro de acordo com suas próprias funções)

<http://ac.els-cdn.com/S1360138596800501/1-s2.0-S1360138596800501-main.pdf?_tid=094f2fa0-36f5-11e6-8ca7-00000aab0f27&acdnat=1466433853_124cbaed77e1151448a9df1e071680fb> {Cellulose biosynthesis in higher plants - R. Malcolm Brown, Jr, Inder M. Saxena, and Krystyna Kudlicka} (paper antigo e ainda sem muitas informações, mais por curiosidade e pelas imagens)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526607000489> {The cellulose paradox — simple molecule, complex biosynthesis - Chandrashekhar P Joshi, Shawn D Mansfield} (revisão bastante informativa sobre a síntese de celulose, muito interessante)

KATAMARI (possivelmente H, sendo enzima da família GT 47, ou NCW. Aparentemente ele exerce as duas funções)

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q8H038> (age no xiloglucano, H)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526607001215> {Actin microfilament dynamics and actin side-binding proteins in plants - Takumi Higaki, Toshio Sano, Seiichiro Hasezawa} (vendo esse artigo e o artigo que ele cita referente à katamari, parece que sua função está relacionada à estabilidade da célula, sendo portanto NCW)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014579309007467> {The plant Golgi apparatus: Last 10 years of answered and open questions - Carmen Faso, Aurelia Boulaflous, Federica Brandizzi} (novamente esquema relacionado à estabilidade da membrana celular e parece que existem vários artigos nesse sentido)

<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=plant+katamari&btnG=&lr>= (olhando por cima parece que a maioria dos artigos está relacionado à função da membrana celular da katamari)

<https://pcp.oxfordjournals.org/content/55/4/704.full> {Identification and Characterization of an Arabidopsis Mutant with Altered Localization of NIP5;1, a Plasma Membrane Boric Acid Channel, Reveals the Requirement for D-Galactose in Endomembrane Organization - Masataka Uehara, Sheliang Wang, Takehiro Kamiya, Shuji Shigenobu, Katsushi Yamaguchi, Toru Fujiwara, Satoshi Naito and Junpei Takano} (na verdade parece que não há conflito entre as duas funções, a katamari é responsável pelas duas coisas mesmo elas tendo funções diferentes “KAM1 is a Golgi membrane protein that interacts with actin filaments. This interaction, rather than its **activity as a xyloglucan galactosyltransferase**, is **responsible for proper endomembrane organization**.”) Artigo bem legal

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3359526/> {Fluorescence Imaging-Based Forward Genetic Screens to Identify Trafficking Regulators in Plants - Marta Zwiewka and Jiří Friml} (mais como curiosidade, o artigo explica que katamari significa agregado em japonês)

flavonoid glucosyltransferase (NCW - conversão para a forma glicosilada de flavonoides, flavonóis, flavonas e antocianinas)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1422153/> {Structure of a flavonoid glucosyltransferase reveals the basis for plant natural product modification - Wendy Offen, Carlos Martinez-Fleites, Min Yang, Eng Kiat-Lim, Benjamin G Davis, Chris A Tarling, Christopher M Ford, Dianna J Bowles, and Gideon J Davies}

<http://www.koreascience.or.kr/search/articlepdf_ocean.jsp?url=http://ocean.kisti.re.kr/downfile/volume/ksbmb/E1MBB7/2007/v40n6/E1MBB7_2007_v40n6_870.pdf&admNo=E1MBB7_2007_v40n6_870> {Characterization of Uridine-Diphosphate Dependent Flavonoid Glucosyltransferase from *Oryza sativa* - Byoung Seok Hong, Jeong Ho Kim, Na Yeon Kim, Bong-Gyu Kim, Youhoon Chong and Joong-Hoon Ahn} (falam coisas similares às do artigo acima, mas também comentam que pode haver preferência por determinado tipo de flavonóide)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168165609002259> {Expression of a Dianthus flavonoid glucosyltransferase in *Saccharomyces cerevisiae* for whole-cell biocatalysis - Sean R. Werner, John A. Morgan}

[http://download.springer.com/static/pdf/438/art%253A10.1007%252FBF00499639.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00499639&token2=exp=1466531569~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F438%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00499639.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00499639\*~hmac=d9003a1a2efa0efa89d77e10678a34e3e29f38c775a24c61398e99cbc1750be8](http://download.springer.com/static/pdf/438/art%253A10.1007%252FBF00499639.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00499639&token2=exp=1466531569~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F438%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00499639.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00499639*~hmac=d9003a1a2efa0efa89d77e10678a34e3e29f38c775a24c61398e99cbc1750be8) {Influence of B and P1 on UDPG:Flavonoid-3-O-Glucosyltransferase in *Zea mays* L. - A. G. M. Gerats, J. Bussard, E. H. Coe, Jr., and R. Larson} (explica a história do descobrimento, quais genes sabe que regulam essa proteína, e que ela faz a biossíntese de antocianinas)

<http://www.pnas.org/content/74/12/5623.full.pdf> {Controlling element-induced alterations in UDPglucose:flavonoid glucosyltransferase, the enzyme specified by the bronze locus in maize - HUGO K. DOONER AND OLIVER E. NELSON, JR.} (aponta na figura 1 que essa enzima é responsável pela glicosilação de flavonóis ou antocianidinas)

Chitinase (NCW)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3612335/> {Chitinases: An update - Rifat Hamid, Minhaj A. Khan, Mahboob Ahmad, Malik Mobeen Ahmad, Malik Zainul Abdin, Javed Musarrat, and Saleem Javed}

Antocianina

<https://en.wikipedia.org/wiki/Anthocyanin>

Antocianidina

<https://en.wikipedia.org/wiki/Anthocyanidin>

Cianidina (tipo de antocianidina)

https://en.wikipedia.org/wiki/Cyanidin

At3g47000 [Arabidopsis thaliana]

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q9SD73>

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q944J8>

(é uma glicosidase)

Polygalacturonase (P)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC34956/> {Polygalacturonase Gene Expression in Ripe Melon Fruit Supports a Role for Polygalacturonase in Ripening-Associated Pectin Disassembly - Kristen A. Hadfield, Jocelyn K.C. Rose, Debbie S. Yaver, Randy M. Berka, and Alan B. Bennett}

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.15>

<http://www.genome.jp/dbget-bin/www_bget?ec:3.2.1.15>

Brassinosteroid

<https://en.wikipedia.org/wiki/Brassinosteroid>

Laccase (a ação de degradação sobre lignin é clara em fungos, mas em plantas isso ainda parece se basear em evidências indiretas. Achei um artigo que hipotetiza que ela não aja sobre a lignina propriamente, mas sim sobre as pontes diferúlicas entre polissacs. De qualquer forma, não sei como classificar)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1742-4658.2006.05247.x/full> {Phylogenetic comparison and classification of laccase and related multicopper oxidase protein sequences - Patrik J. Hoegger, Sreedhar Kilaru, Timothy Y. James, Jason R. Thacker, Ursula Kües} (“Several lines of evidence (capacity to oxidize lignin precursors, localization in lignifying xylem cell walls, higher expression in xylem compared to other tissues) suggest the involvement of plant laccases in the lignification process [[**22–25**](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1742-4658.2006.05247.x/full#b22)]. However, given the complexity of the laccase gene families in plant species, additional, so far not specified functions unrelated to lignin formation have been proposed [[**26**](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1742-4658.2006.05247.x/full#b26)].”)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968432803001616> {Laccases: structure, reactions, distribution - Harald Claus}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942202001711> {Laccase: new functions for an old enzyme - Alfred M. Mayera, Richard C. Staples}

<http://www.plantphysiol.org/content/129/1/145.full#sec-6> {Laccase Down-Regulation Causes Alterations in Phenolic Metabolism and Cell Wall Structure in Poplar - Philippe Ranocha, Matthieu Chabannes, Simon Chamayou, Saı̈da Danoun, Alain Jauneau, Alain-M. Boudet and Deborah Goffner} (fala que apesar de ser clara a ação da laccase sobre a lignina em fungos, sua ação nas plantas é ainda obscura. Ele defende que sua interferência na parede não se dá nas alterações sobre a lignina, mas sim nas ligações ferúlicas entre os polissacarídeos de parede do xilema.)

Dirigent protein 1 (lignin biosynthesis)

<http://www.plantphysiol.org/content/123/2/453.full> {Dirigent Proteins and Dirigent Sites Explain the Mystery of Specificity of Radical Precursor Coupling in Lignan and Lignin Biosynthesis - Laurence B. Davin and Norman G. Lewis}

Annexin (DW pode exercer muitas atividades, dentre elas aparentemente a liberação de polissacarídeos que estão no Golgi –é uma função secretória relacionada ao Ca2+-. Há artigos que falam sobre uma relação com expansão celuar. Uns parecem indicar que isso se daria por essa enzima liberar vesículas com polissacarídeos que constituiriam os açúcares de parede, mas tem um artigo que afirma que ela tem ligação direta com a síntese de callose e talvez de glucan, mas eu não consegui averiguar sua veracidade. A função secretória relacionada ao fluxo de Ca2+ está bem clara –muito possivelmente de polissacarídeos, inclusive-, sendo mencionada em muitos artigos, mas a relação com a calose e formação de glucanos é bem tênue)

<http://www.plantphysiol.org/content/126/3/1072.short> {Differential Expression of Members of the Annexin Multigene Family in Arabidopsis - Greg B. Clark, Allen Sessions, Dennis J. Eastburn and Stanley J. Roux}

<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1013679111111> {Plant callose synthase complexes - Desh Pal S. Verma, Zonglie Hong}

<https://scholar.google.com.br/scholar?start=10&q=annexin+cell+wall&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>

<http://www.plantcell.org/content/10/8/1267.short> {Ca2+, Annexins, and GTP Modulate Exocytosis from Maize Root Cap Protoplasts - Andrew D. Carrolla, Christelle Moyena, Pim Van Kesterenb, Fiona Tookeb, Nicholas H. Batteyb, and Colin Brownlee} (plant annexins can modulate Ca2+-activated exocytosis)

<http://www.plantcell.org/content/21/2/479.full> {Zea mays Annexins Modulate Cytosolic Free Ca2+ and Generate a Ca2+-Permeable Conductance - Anuphon Laohavisit, Jennifer C. Mortimer, Vadim Demidchik, Katy M. Coxon, Matthew A. Stancombe, Neil Macpherson, Colin Brownlee, Andreas Hofmann, Alex A.R. Webb, Henk Miedema, Nicholas H. Battey and Julia M. Davies}

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7909.2010.00923.x/full> {Calcium at the Cell Wall-Cytoplast Interface - Peter K. Hepler, Lawrence J. Winship}

<http://www.plantcell.org/content/10/8/1267.full> {Ca2+, Annexins, and GTP Modulate Exocytosis from Maize Root Cap Protoplasts - Andrew D. Carroll, Christelle Moyen, Pim Van Kesteren, Fiona Tooke, Nicholas H. Battey, and Colin Brownlee}

<http://aob.oxfordjournals.org/content/99/1/9.full> {Conserved Features of Germination and Polarized Cell Growth: A Few Insights from a Pollen–Fern Spore Comparison - Thomas J. Bushart and Stanley J. Roux}

<http://jxb.oxfordjournals.org/content/59/3/533.short> {Annexins: multifunctional components of growth and adaptation - Jennifer C. Mortimer, Anuphon Laohavisit, Neil Macpherson, Alex Webb, Colin Brownlee, Nicholas H. Battey and Julia M. Davies} (artigo que fala de ação sobre callose e talvez síntese de glucan, mas vendo a referência que ele cita parece aquelas citações inadequadas, entretanto, vendo a citação do outro artigo eu me deparei com um artigo bloqueado, então não pude conferir a informação até o final)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC157643/pdf/1091133.pdf> {Annexins of Plant Cells - Greg B. Clark and Stanley J. Roux} (artigo que exlica esa questão de forma muito mais clara, apontando que existem evidências de que a annexin poderia agir como reguladora da expressão da callose synthase e nisso afetar a produção desse polissacarídeo, mas mais estudos seriam necessários para confirmar essa interação, que já é conhecida em outra enzima relacionada ao fluxo de Ca2+, a calmodulin/calmodulina)

UDP arabinopyranose pectin (acho que não tem relação direta)

<http://www.plantcell.org/content/23/4/1373.full> {The Interconversion of UDP-Arabinopyranose and UDP-Arabinofuranose Is Indispensable for Plant Development in Arabidopsis - Carsten Rautengartena, Berit Eberta, Thomas Herterb, Christopher J. Petzoldc, Tadashi Ishiid, Aindrila Mukhopadhyayc, Björn Usadelb and Henrik Vibe Scheller}

EXOSTOSIN (relacionada ao xiloglucano e pectinas quando relacionada à família GT 47 – H/P – mas não sei se somente a esses dois. Quando relacionada a outras coisas, como, por exemplo, o KATAMARI, ela pode ter outras funções, nesse caso o mantenimento da estrutura da célula)

<https://ghr.nlm.nih.gov/gene/EXT1> (em humanos)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360138503002668> {Unraveling the functions of glycosyltransferase family 47 in plants - Ruiqin Zhong, Zheng-Hua Ye} (relacionando e explicando exostosina –enzima animal- com atividade da família GT 47 nas plantas. Fala da atividade em pectinas e hemiceluloses)

<http://www.plantphysiol.org/content/140/1/49.full> {ARABINAN DEFICIENT 1 Is a Putative Arabinosyltransferase Involved in Biosynthesis of Pectic Arabinan in Arabidopsis - Jesper Harholt, Jacob Krüger Jensen, Susanne Oxenbøll Sørensen, Caroline Orfila, Markus Pauly and Henrik Vibe Scheller} (outro artigo que comenta a ação sobre pectinas e hemiceluloses dos GT 47)

<http://www.plantcell.org/content/17/12/3390.full> {Arabidopsis Fragile Fiber8, Which Encodes a Putative Glucuronyltransferase, Is Essential for Normal Secondary Wall Synthesis - Ruiqin Zhonga, Maria J. Peñab, Gong-Ke Zhoua, C. Joseph Nairnc, Alicia Wood-Jonesc, Elizabeth A. Richardsona, W. Herbert Morrison IIId, Alan G. Darvillb, William S. Yorkb, and Zheng-Hua Ye} (artigo falando só da relação com as pectinas)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526607001215> {Actin microfilament dynamics and actin side-binding proteins in plants - Takumi Higaki, Toshio Sano, Seiichiro Hasezawa} (não se tratando da família GT 47 as exostosinas podem estar relacionadas a outras coisas, como questões estruturais da células –nesse caso é o KATAMARI que aparece-)

QUASIMOD (pectin and hemcellulose)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12368506> {QUASIMODO1 encodes a putative membrane-bound glycosyltransferase required for normal pectin synthesis and cell adhesion in Arabidopsis. - Bouton S, Leboeuf E, Mouille G, Leydecker MT, Talbotec J, Granier F, Lahaye M, Höfte H, Truong HN}

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16059719> {QUASIMODO1 is expressed in vascular tissue of *Arabidopsis thaliana* inflorescence stems, and affects homogalacturonan and xylan biosynthesis. - Orfila C, Sørensen SO, Harholt J, Geshi N, Crombie H, Truong HN, Reid JS, Knox JP, Scheller HV}

GPI (Sigla para glycosylphosphatidylinositol. É um motivo (uma parte da sequência de aa da proteína com características e função específica) em uma proteína que confere a ela a capacidade de se fixar na superfície da membrana plasmática da célula, ficando voltada para o lado de fora da célula. Diversas proteínas apresentam esse motivo em todos os eucariotos. Como ela é só uma parte da proteína, se só estiver escrito isso não dá para classificar..)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1966/> {Chapter 11 Glycosylphosphatidylinositol Anchors - Michael AJ Ferguson, Taroh Kinoshita, and Gerald W Hart - Essentials of Glycobiology. 2nd edition}

<http://genesdev.cshlp.org/content/15/9/1115.full> {COBRA encodes a putative GPI-anchored protein, which is polarly localized and necessary for oriented cell expansion in Arabidopsis - Gary Schindelman, Atsushi Morikami, Jee Jung, Tobias I. Baskin, Nicholas C. Carpita, Paul Derbyshire, Maureen C. McCann, and Philip N. Benfey} (na cessão “COB encodes a putative GPI-anchored protein” explica em detalhe onde se localiza o motivo e como ele é identificado)

<http://www.plantphysiol.org/content/130/2/538.full> {The COBRA Family of Putative GPI-Anchored Proteins in Arabidopsis. A New Fellowship in Expansion - François Roudier, Gary Schindelman, Rob DeSalle and Philip N. Benfey} (Explica como o motivo GPI se ancora a proteína após está já ter sido transcrita “Addition of the GPI anchor is performed in the endoplasmic reticulum and implies the cleavage of a hydrophobic C-terminal peptide and the subsequent linkage of a preassembled GPI anchor via an amide bond onto the last amino acid residue remaining after the cleavage, called the attachment or ω-site (Udenfriend and Kodukula, 1995). This posttranslational modification has been commonly associated with cell surface proteins in animal cells and yeast (Saccharomyces cerevisiae), but has been discovered only recently in plants (Youl et al., 1998; Oxley and Bacic, 1999; Sherrier et al., 1999; Svetek et al., 1999).”)

<http://www.plantphysiol.org/content/132/2/568.full> {Identification of Glycosylphosphatidylinositol-Anchored Proteins in Arabidopsis. A Proteomic and Genomic Analysis - Georg H.H. Borner, Kathryn S. Lilley, Timothy J. Stevens and Paul Dupree}

<http://www.jstor.org/stable/pdf/40537413.pdf?_=1466173455279> {An Arabidopsis GPI-Anchor Plasmodesmal Neck Protein with Callose Binding Activity and Potential to Regulate Cell-to-Cell Trafficking - Clare Simpson, Carole Thomas, Kim Findlay, Emmanuelle Bayer, and Andrew J. Maule}

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2663890/> {The Glycosylphosphatidylinositol Anchor: A Complex Membrane-Anchoring Structure for Proteins - Margot G. Paulick and Carolyn R. Bertozzi} (noção geral em eucariotos)

Glucuronosyltransferase (H, P, mas será que é só? Acho que pode estar relacionada a diversas coisas, vai depender/variar de acordo com a família a qual ela pertence)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/817357>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/844049>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22537759/> {Arabidopsis GUX proteins are glucuronyltransferases responsible for the addition of glucuronic acid side chains onto xylan. - Lee C, Teng Q, Zhong R, Ye ZH}

<http://pcp.oxfordjournals.org/content/53/7/1204.long> {Arabidopsis GUX Proteins Are Glucuronyltransferases Responsible for the Addition of Glucuronic Acid Side Chains onto Xylan - Chanhui Lee, Quincy Teng, Ruiqin Zhong and Zheng-Hua Ye} (artigo falando da ação da glucuronosyltransferase -GlcAT no artigo- sobre o arabinoxilano - H)

<http://www.jbc.org/content/280/2/899.full> {UDP-glucuronic Acid:Anthocyanin Glucuronosyltransferase from Red Daisy (*Bellis perennis*) Flowers - Enzymology and Phylogenetics of a Novel Glucuronosyltransferase Involved in Flower Pigment Biosynthesis - Shin'ya Sawada, Hirokazu Suzuki, Fumiko Ichimaida, Masa-atsu Yamaguchi, Takashi Iwashita, Yuko Fukui, Hisashi Hemmi, Tokuzo Nishino and Toru Nakayama} (artigo que menciona a ação da glucuronosyltransferase –UGAT no artigo- sobre as pectinas – P- ver artigo abaixo)

<http://www.pnas.org/content/99/25/16319.full.pdf> {A pectin glucuronyltransferase gene is essential for intercellular attachment in the plant meristem - Hiroaki Iwai, Nobutaka Masaoka, Tadashi Ishii, and Shinobu Satoh} (estou um pouco em dúvida quanto a considerar o esquema da pectina por ser um gene like. Por outro lado, para a validação os like são aceitos em muitos casos, então acho que dá sim pra considerar – P- OBS: Na real eles chamam de glucuronyltransferase, mas vendo pelo ExplorEnz é apenas um sinônimo, então OK)

De acordo com o livro Annual Plant Review Volume 41, que discute o artigo acima, parece mais plausível que esse efeito sobre as pectinas seja um efeito indireto e que na real ele teria outro efeito, talvez sobre o glucuronoxilano ou algum outro tipo de efeito na parede primária. (continua vago, mas me leva à conclusão de que sem saber exatamente que proteína é essa a classificação é inviável)

Xylosyltransferase (can be hemicellulose, but can be related to other things, depends on wich xylosyltransferase it is)

GH1

<https://scholar.google.com.br/scholar?start=0&q=glycosyl+hydrolase+family+1&hl=pt-BR&as_sdt=0,5&as_vis=1>

Lactase = beta-galactosidase? (Apparently yes, but not always, it can mean other things –vide enzyme database- O ExpolrEnz coloca como nome ambíguo, creio que pelo fato de a lactase de fato ser outra enzima, vide abaixo)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/106315383>

<http://www.enzyme-database.org/query.php?name=lactase>

When they are a synonym you are referring to this (EC: 3.2.1.23): <http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.23> (it may be a P, once it acts on galactoses with beta bindings –P contains beta bindings while, H contains alpha bindings-, but the Enzyme Database also says that some of the beta-galactosidases may also act in arabinose, what would make them H/P-)

Lactase/ lactase-phlorizin hydrolase (EC 3.2.1.108) – essa é a lactase de fato

beta-galactosidase (H ou P ou M – Dentro das famílias em que esta proteína se faz presente (GH 2, GH 35 dentre outras –ver último artigo para ver as outras-) há uma variedade de funções dentro de uma mesma família (como já observado para diversas outras enzimas), nisso, o que vai acabar funcionando para possibilitar uma classificação mais precisa é a certeza sobre ela estar agindo ou não sobre a parede. Se bem que, vendo pelo último arquivo, mesmo essa diferenciação não parece suficiente para uma classificação precisa (parece haver proteínas que não ficam na parede mas que agem sobre H e P mesmo assim). Dessa forma parece uma classificação bastante complexa e difícil discernir entre H, P e M)

<http://www.plantphysiol.org/content/123/3/1173.full> {A Family of at Least Seven β-Galactosidase Genes Is Expressed during Tomato Fruit Development - David L. Smith and Kenneth C. Gross} (artigo mostrando que pode agir sobre o xiloglucano -H-, mas também sobre pectinas -P- e sobre açúcares relacionados ao metabolismo –M/NCW-)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141022906005485> {Purification and some properties of a β-galactosidase from the thermoacidophilic *Alicyclobacillus acidocaldarius* subsp. *rittmannii* isolated from Antarctica - Reyhan Gul-Guvena, Kemal Guvena, Annarita Polib, Barbara Nicolaus} (Introdução dá um panorama geral bem interessante sobre a beta-galactosidase)

<http://www.molcells.org/journal/view.html?year=2003&volume=15&number=1&spage=68> {Purification and Characterization of a b-Galactosidase from Peach (*Prunus persica*) - Jae Kyun Byun, Dong Hoon Lee, Sang-Gu Kang, Sang-Gon Suh} (menciona ação sobre pectinas –menciona ramnogalacturonano-)

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjshs1/77/4/77_4_329/_pdf> {β-Galactosidase and α-L-Arabinofuranosidase in Cell Wall Modification Related with Fruit Development and Softening - Akira Tateishi} (diferentes isoformas da enzima agem sobre diferentes substratos, degradando tanto pectinas como hemiceluloses)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942806001628> {Purification of a β-galactosidase from cotyledons of Hymenaea courbaril L. (Leguminosae). Enzyme properties and biological function - P.H.N. de Alcântara, L. Martim, C.O. Silva, S.M.C. Dietrich, M.S. Buckeridge} (age sobre pectinas -xiloglucano-, hemiceluloses –galactano, que é uma das ramificações do ramnogalacturonano- e componentes do metabolismo –flavonoides e alcaloides-)

<http://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2229-8-84> {Genomic and expression analysis of glycosyl hydrolase family 35 genes from rice (*Oryza sativa* L.) - Waraporn Tanthanuch, Mallika Chantarangsee, Janjira Maneesan and James Ketudat-Cairns} (fala de genes da família GH 35 e encontra no arroz beta-galactosidases que degradam H e P e especula pela estrutura que outros dos que identificou devem degradar M. Isso é uma evidência de que a família não é suficiente para separar as funções das beta-galactosidases)

Lichenase (H)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.73>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC323234/pdf/pnas00311-0124.pdf> {Primary structure of the (1->3,1)-4)-f3-D-glucan 4-glucohydrolase from barley aleurone - GEOFFREY B. FINCHER, PETER A. LOCK, MARGARET M. MORGAN, KLAUS LINGELBACH, RICHARD E. H. WETTENHALL, JULIAN F. B. MERCER, ANDERS BRANDT, AND KARL KRISTIAN THOMSEN} (age sobre o beta glucano de ligação mista H)

<http://www.uniprot.org/uniprot/P12257> (ver referências bibliográficas)

Dirigent protein (Elas dão sinal para formação de um ou de outro ou elas acarretam na formação de um composto específico –(+)pinoresinol-? Só o pinoresinol, mas pode ser o (-) também. Lignin and lignan? Aparentemente só lignano, mas há quem diga que o pinoresinol também influencia a lignina de alguma forma. Como é dúvida na literatura melhor considerar que é só lignano por enquanto.)

<http://www.plantphysiol.org/content/123/2/453.short> {Dirigent Proteins and Dirigent Sites Explain the Mystery of Specificity of Radical Precursor Coupling in Lignan and Lignin Biosynthesis - Laurence B. Davin and Norman G. Lewis}

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bi035959o> {Kinetic Study of Coniferyl Alcohol Radical Binding to the (+)-Pinoresinol Forming Dirigent Protein - Steven C. Halls, Laurence B. Davin, David M. Kramer, and Norman G. Lewis}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1002007108003894> {Cloning and expression analysis of a dirigent protein gene from the resurrection plant *Boea hygrometrica* - Renhua Wu, Lili Wang, Zhi Wang, Haihong Shang, Xia Liu, Yan Zhu, Dongdong Qi, Xin Deng} (é o que fala que há síntese tanto do (+)pinoresinol como do (-)pinoresinol. Menciona que existem diferentes tipos de porteínas dirigentes (DIRa, DIRb, DIRc, DIRd e DIRe e que somente a DIRa são proteínas dirigent, as demais são todas dirigent-like) e já explica o fato de só as DIRa formarem o pinoresinol –é o negócio do coupling que menciona do arquivo, esse coupling é a reação pra formar o pinoresinol-)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1074552199890061> {Regiochemical control of monolignol radical coupling: A new paradigm for lignin and lignan biosynthesis - David R Gang, Michael A Costa, Masayuki Fujita, Albena T Dinkova-Kostova, Huai-Bin Wang, Vincent Burlat, William Martin, Simo Sarkanen, Laurence B Davin, Norman G Lewis}

<https://scholar.google.com.br/scholar?q=dirigent+protein+plant&btnG=&hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5>

<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bi0259709> {Secondary and Quaternary Structures of the (+)-Pinoresinol-Forming Dirigent Protein - Steven C. Halls and Norman G. Lewis} (é a do (+)pinoresinol)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942201001170> {Dirigent proteins and dirigent sites in lignifying tissues - Vincent Burlat, Mi Kwon, Laurence B. Davin, Norman G. Lewis} (explica que as dirigent proteins estão relacionadas aos lignanos e que apenas subunidades de enzimas dirigentes que estariam agindo sobre a lignina, mas aí já seria outra proteína ou teria de considerar de forma diferente)

<http://ac.els-cdn.com/S1074552199890061/1-s2.0-S1074552199890061-main.pdf?_tid=50558552-20ed-11e6-ae64-00000aacb35e&acdnat=1464011610_3982baf36b32e5e8c206433eb6ed8213> {Regiochemical control of monolignol radical coupling: A new paradigm for lignin and lignan biosynthesis - David R Gang, Michael A Costa, Masayuki Fujita, Albena T Dinkova-Kostova, Huai-Bin Wang, Vincent Burlat, William Martin, Simo Sarkanen, Laurence B Davin, Norman G Lewis} (artigo mais antigo que o acima e que tem ainda mais dúvidas sobre a ação da dirigente protein sobre a lignina, mas especula que assim como ela regula a produção de lignanos ela também deveria regular a produção de lignina)

[http://download.springer.com/static/pdf/608/art%253A10.1007%252Fs11105-014-0737-x.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs11105-014-0737-x&token2=exp=1464109899~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F608%2Fart%25253A10.1007%25252Fs11105-014-0737-x.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs11105-014-0737-x\*~hmac=77957fe0c97454407351a0ae86e5d62a05cba1f06b64d3a42847438fd2ab8aec](http://download.springer.com/static/pdf/608/art%253A10.1007%252Fs11105-014-0737-x.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs11105-014-0737-x&token2=exp=1464109899~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F608%2Fart%25253A10.1007%25252Fs11105-014-0737-x.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs11105-014-0737-x*~hmac=77957fe0c97454407351a0ae86e5d62a05cba1f06b64d3a42847438fd2ab8aec) {TaDIR13, a Dirigent Protein from Wheat, Promotes Lignan Biosynthesis and Enhances Pathogen Resistance - Qing-Hu Ma, Yun-Chao Liu}

(artigo mais novo que aponta que 2 artigos/pesquisas acharam ação do pinoresinol na lignina, mas que no experimento deles e nos dos demais isso não rola, indicando que não haveria relação com a lignina. Mais do que isso, eles vão mais a fundo na separação entre as famílias DIR e aponta que só há garantia de que a ação da enzima se dá da forma que se espera (formando pinoresinol) quando se trata da família DIRa (que engloba as proteínas dirigent de fato), para todas as demais famílias (que contém as dirigent-like), pode ou não haver formação de pinoresinol).

disease resistence response protein 206 (DRR206) (é uma proteína com características similares à proteína dirigent e que está ligada à síntese de (+)-pinoresinol que, de acordo com o que os autores do artigo abaixo acham, está ligado à resposta contra patógenos.- seria um NCW de acordo com o artigo abaixo, o que seria mantido se a relação do pinoresinol for restrita ao lignano o problema é que talvez ele também esteja relacionado à lignina )

**“DRR206 (Wang and Fristensky, 2001) shares 60% sequence identity with the (+)-pinoresinol forming dirigent protein (DP)** (Fig. 1) (Gang et al., 1999), that was previously discovered in Forsythia sp. (Davin et al., 1997). The first example of a DP, the (+)-pinoresinol forming DP from Forsythia intermedia (Davin et al., 1997; Gang et al., 1999; Halls et al., 2004; Halls and Lewis, 2002), was established to be responsible for stereo selective control of coniferyl alcohol (2)-derived radical–radical coupling to afford (+)-pinoresinol (3a), in the presence of a one-electron oxidase or oxidant; DPs also appear to have a unique biochemical mechanism. While it is known that there are both (+)- and ()-pinoresinol forming DPs (Davin et al., 1997; Gang et al., 1999; Kim et al.,2012; Pickel et al., 2010; Vassão et al., 2010), it is now evident from analyses of available EST databases, gene banks, and genome sequences, that multiple forms of DPs and their homologs are found in the plant kingdom (Davin and Lewis, 2000); the vast majority are yet of unknown biochemical/physiological functions, although various roles have been contemplated (Davin and Lewis, 2005; Hosmani et al., 2013). The coniferyl alcohol (2)-derived dimer, pinoresinol (3), is a member of a large, structurally diverse, class of lignans, with these having a wide range of physiological and pharmacologically important properties (Chu et al., 1993; Vassão et al., 2010). **Because of their pronounced biological (antimicrobial, antifungal, antiviral, antioxidant and anti-feedant) properties, a major role of lignans in vascular plants is to apparently help confer resistance against various opportunistic pathogens and predators.**”E “Additionally, co-localization and co-induction of their formation on fungal exposure **suggests both pisatin (1) and pinoresinol monoglucoside (4) are phytoalexins.**”)

<http://ac.els-cdn.com/S0031942214004178/1-s2.0-S0031942214004178-main.pdf?_tid=ef0940ca-20e9-11e6-b5e1-00000aab0f27&acdnat=1464010159_9949825adfc814634a1a5a28225faeed> {Non-host disease resistance response in pea (*Pisum sativum*) pods: Biochemical function of DRR206 and phytoalexin pathway localization - Herana Kamal Seneviratne, Doralyn S. Dalisay, Kye-Won Kim, Syed G.A. Moinuddin, Hong Yang, Christopher M. Hartshorn, Laurence B. Davin, Norman G. Lewis}

Isoflavone reductase and pinoresinol-lariciresinol reductase (apesar de o SUCEST coloca-los juntos e relacionados ao lignano, não é bem assim que a coisa funciona. A isoflavona redutase está relacionada à síntese de isoflavonóides, sem relação direta com a lignina ou o lignano. Já o pinoresinol redutase age sobre um dos lignanos, convertendo-o em outro lignano, estando relacionado especificamente ao lignano, mas também estando relacionado à composição da lignina, uma vez que ambos tem o mesmo substrato –essa parte do lignano/lignina é interessante olhar os artigos da dirigent protein- De qualquer forma, apesar de serem enzimas diferentes e agirem sobre substratos diferentes, ambos são NCW –isso só mudaria caso a função do pinoresinol tenha alguma influência sobre a lignina, que é o ponto que eu comento no artigo da dirigent protein e que ainda é uma informação não consolidada, então é melhor deixar como NCW mesmo-)

Via completa de fenilpropanóides

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?scale=1.0&query=&map=map01061&scale=1.0&auto_image=&show_description=hide&multi_query>=

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?ec00940>

Artigo que explica a função dos dois e dos phenylcoumaran benzylic ether reductases

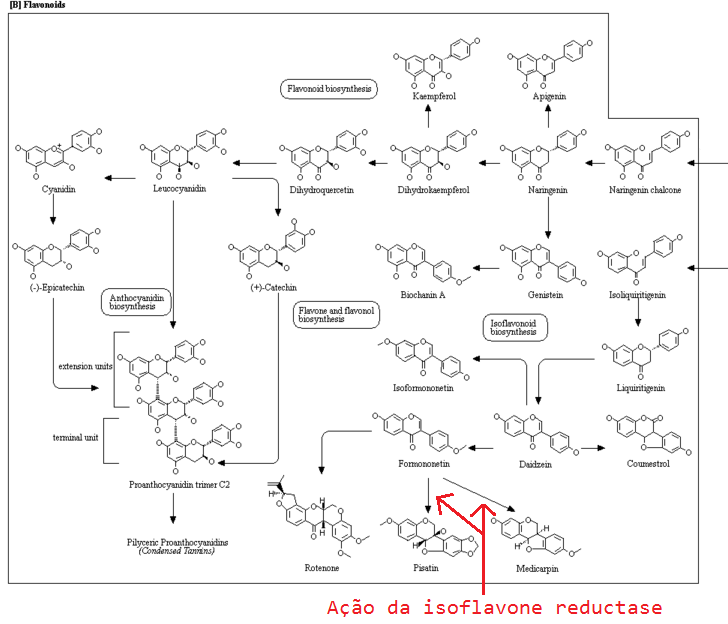
<http://www.jbc.org/content/278/50/50714.long> {Crystal Structures of Pinoresinol-Lariciresinol and Phenylcoumaran Benzylic Ether Reductases and Their Relationship to Isoflavone Reductases - Tongpil Min, Hiroyuki Kasahara, Diana L. Bedgar, Buhyun Youn, Paulraj K. Lawrence, David R. Gang, Steven C. Halls, HaJeung Park, Jacqueline L. Hilsenbeck, Laurence B. Davin, Norman G. Lewis and ChulHee Kang}

Isoflavone reductase

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=1.3.1.45>

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?ec00943+1.3.1.45> (via dos isoflavonóides com a enzima isoflavona reductase destacada em vermelho –é a 1.3.1.45-)

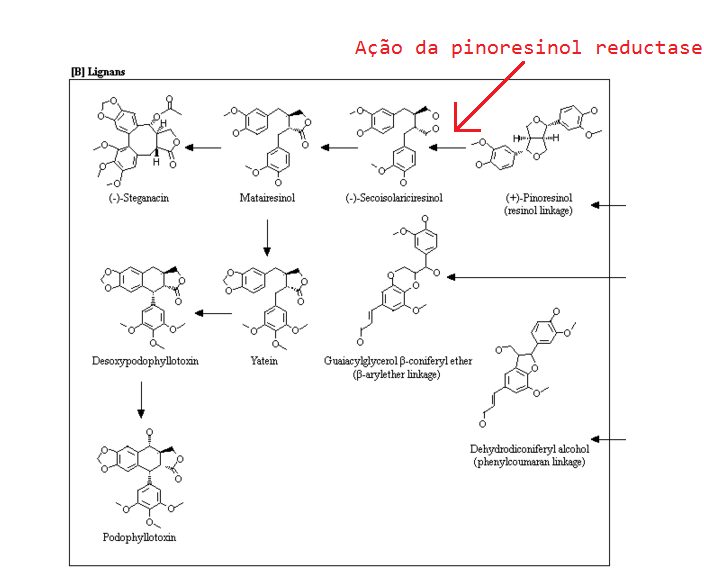
Imagem retirada da “via completa de feniporpanóides” (a do link de mesmo nome encontrado acima) destacando somente onde age a isoflavona redutase:



Pinoresinol reductase

<http://www.enzyme-database.org/query.php?name=Pinoresinol+reductase>

Imagem retirada da “via completa de fenilporpanóides” (a do link de mesmo nome encontrado acima) destacando somente onde age a pinoresinol redutase:



Glucuronosyltransferase (aparentemente presente em várias famílias e com funções diversas, complicado de classificar.)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tpj.12353/full> {A β–glucuronosyltransferase from *Arabidopsis thaliana* involved in biosynthesis of type II arabinogalactan has a role in cell elongation during seedling growth - Eva Knoch, Adiphol Dilokpimol, Theodora Tryfona, Christian P. Poulsen, Guangyan Xiong, Jesper Harholt, Bent L. Petersen, Peter Ulvskov, Masood Z. Hadi, Toshihisa Kotake, Yoichi Tsumuraya, Markus Pauly, Paul Dupree, Naomi Geshi}

<http://www.jbc.org/content/280/2/899.short> {UDP-glucuronic Acid:Anthocyanin Glucuronosyltransferase from Red Daisy (*Bellis perennis*) Flowers - Enzymology and Phylogenetics of a Novel Glucuronosyltransferase Involved in Flower Pigment Biosynthesis - Shin'ya Sawada, Hirokazu Suzuki, Fumiko Ichimaida, Masa-atsu Yamaguchi, Takashi Iwashita, Yuko Fukui, Hisashi Hemmi, Tokuzo Nishino and Toru Nakayama}

<http://www.plantphysiol.org/content/159/4/1408.short> {Three Members of the Arabidopsis Glycosyltransferase Family 8 Are Xylan Glucuronosyltransferases - Emilie A. Rennie, Sara Fasmer Hansen, Edward E.K. Baidoo, Masood Z. Hadi, Jay D. Keasling and Henrik Vibe Scheller}

Lectins (se ligam de forma específica a diferentes sítios de carboidratos)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC159974/> {Lectins, lectin genes, and their role in plant defense. - M J Chrispeels and N V Raikhel}

<https://glycob.oxfordjournals.org/content/11/5/71R.full> {Lectin-like proteins in model organisms: implications for evolution of carbohydrate-binding activity - Roger B. Dodd and Kurt Drickamer}

<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0,5&q=plant+lectin+carbohydrate+binding>

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2006/ob/b515446d/unauth#!divAbstract> {Beyond carbohydrate binding: new directions in plant lectin research - Sneha Sudha Komath, Mannem Kavithab and Musti J. Swamy}

Galactosyltransferase (não li os artigos)

<http://www.plantphysiol.org/content/131/3/1487.short> {Tobacco Transgenic Lines That Express Fenugreek Galactomannan Galactosyltransferase Constitutively Have Structurally Altered Galactomannans in Their Seed Endosperm Cell Walls - J.S. Grant Reid, Mary E. Edwards, Cathryn A. Dickson, Catherine Scott and Michael J. Gidley}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016894529290205Z> {Characterization of UDP-glucose:solanidine glucosyltransferase and UDP-galactose:solanidine galactosyltransferase from potato tuber - Annika Bergenstråhle, Elisabeth Tillberg, Lisbeth Jonsson}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526606001506> {Biosynthesis of plant cell wall polysaccharides — a complex process - Olivier Lerouxel, David M Cavalier, Aaron H Liepman, Kenneth Keegstra}

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313x.1999.00566.x/full> {Molecular characterisation of a membrane-bound galactosyltransferase of plant cell wall matrix polysaccharide biosynthesis - Mary E. Edwards, Cathryn A. Dickson, Sumant Chengappa, Christopher Sidebottom, Michael J. Gidley, J. S. Grant Reid}

<https://scholar.google.com.br/scholar?q=galactosyltransferase+plant&btnG=&hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5>

UDP-arabinopyranose mutase (H/P, once it is related to arabinose and arabinan . Essa é uma pesquisa antiga, mas pelo que vi do abstract do artigo-não tenho acesso ao completo- é outro caso de enzima basal que quando removido afeta polissacarídeo. Vou deixar como H/P, mas precisa ser revisto com as outras com esse problema)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=5.4.99.30>++

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?ec00520+5.4.99.30>

[http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942211003396?np=y#](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942211003396?np=y) {Down-regulation of UDP-arabinopyranose mutase reduces the proportion of arabinofuranose present in rice cell walls - Tomoyuki Konishia, Tsutomu Aoharaa, Tomohiro Igasakia, Noriko Hayashia, Yasumasa Miyazakia, Akira Takahashib, Hirohiko Hirochikab, Hiroaki Iwaic, Shinobu Satohc, Tadashi Ishii}

Flavonoid 3′-monooxygenase/flavonoid 3′-hydroxylase (F3’H) (relacionado a flavonoides, aparentemente em especial quanto aos isoflavonoides –via das antocianinas-. Este artigo aponta a diferença entre a flavonoid 3’-hydroxylase e a flavonoid 3’,5’hydroxylase. Não confundir as duas!!! <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.49.1.311> {Molecular-Genetic Analysis Of Plant Cytochrome P450-Dependent Monooxygenases - Clint Chapple}) Olhando a via completa juntamente com a via da lignina e considerando os artigos que achei me parece que de fato não há qualquer relação entre as duas, sendo portanto NCW.

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=1.14.13.21>

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?ec00941+1.14.13.21>

Artigo que explica sua relação com antocianinas (pela via metabólica fica claro que existem outras reações a ela relacionadas):

<http://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2164-7-12> {Colour variation in red grapevines (*Vitis vinifera* L.): genomic organisation, expression of flavonoid 3'-hydroxylase, flavonoid 3',5'-hydroxylase genes and related metabolite profiling of red cyanidin-/blue delphinidin-based anthocyanins in berry skin - Simone D Castellarin, Gabriele Di GasperoEmail author, Raffaella Marconi, Alberto Nonis, Enrico Peterlunger, Sophie Paillard, Anne-Francoise Adam-Blondon and Raffaele Testolin}

Outro artigo falando sobre sua relação com a cor das plantas: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.1999.00539.x/full> {Isolation and characterization of a flavonoid 3′-hydroxylase cDNA clone corresponding to the Ht1 locus of *Petunia hybrida* - Filippa Brugliera, Gina Barri-Rewell, Timothy A. Holton, John G. Mason}

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10265-011-0455-5/fulltext.html?view=classic> {Functional analysis of Antirrhinum kelloggii flavonoid 3′-hydroxylase and flavonoid 3′,5′-hydroxylase genes; critical role in flower color and evolution in the genus Antirrhinum - Kanako Ishiguro, Masumi Taniguchi, Yoshikazu Tanaka} (Artigo mostra claramente a diferença de ação entre flavonoid 3’-hydroxylase e a flavonoid 3’,5’hydroxylase –ver figura 1 que mostra a via metabólica-, mas ao mesmo tempo deixa claro que ambos agem no metabolismo de flavonoides e nada mais, só não sei se o artigo restringe demais as coisas, mas por ele seria somente NCW)

flavonoid 3′-hydroxylase and flavonoid 3′,5′-hydroxylase (são duas proteínas distintas, mas que agem na mesma via, um produzindo coloração vermelha –F3’H- e o outro coloração azul –F3,5’H- para as plantas) e cyp75a47 (é o gene de um flavonoid 3′,5′-hydroxylase. Os genes do flavonoid 3′-hydroxylase são do grupo cyp75B) (Agem sobre intermediários da via das antocianinas, NCW)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945205002876> {Expression of the flavonoid 3′-hydroxylase and flavonoid 3′,5′-hydroxylase genes and flavonoid composition in grape (*Vitis vinifera*) - S.T. Jeonga, N. Goto-Yamamotoa, K. Hashizumeb, M. Esaka} (Explicação da via e das diferentes cores que cada um produz)

<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.49.1.311> {Molecular-Genetic Analysis Of Plant Cytochrome P450-Dependent Monooxygenases - Clint Chapple}

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10265-011-0455-5/fulltext.html?view=classic> {Functional analysis of Antirrhinum kelloggii flavonoid 3′-hydroxylase and flavonoid 3′,5′-hydroxylase genes; critical role in flower color and evolution in the genus Antirrhinum - Kanako Ishiguro, Masumi Taniguchi, Yoshikazu Tanaka}

cytochrome p450/ Ferulate-5-hydroxylase (Como fica claro nos dois últimos artigos, essa proteína está ligada à produção de sinapyl alcohol e, sendo este um composto que está exclusivamente relacionado à lignina, fica claro que este gene age sobre o domínio L)

<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.49.1.311> {Molecular-Genetic Analysis Of Plant Cytochrome P450-Dependent Monooxygenases - Clint Chapple} (Proteína está relacionada à via que produz duas das subunidades da lignina)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC38900/pdf/pnas01518-0033.pdf> {Ferulate-5-hydroxylase from *Arabidopsis* *thaliana* defines a new family of cytochrome P450-dependent monooxygenases - KNUT MEYER, JOANNE C. CUSUMANO, CHRIS SOMERVILLE, AND CLINT C. S. CHAPPLE}

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11101-006-9025-1/fulltext.html?view=classic> {Cytochromes P450 in phenolic metabolism - Jürgen Ehlting , Björn Hamberger, Rachel Million-Rousseau, Danièle Werck-Reichhart}

<http://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.arplant.54.031902.134938> {Lignin Biosynthesis - Wout Boerjan, John Ralph, and Marie Baucher}

<http://www.genome.jp/dbget-bin/www_bget?ko:K09755> (no keg dá pra ver que seu EC é 1.14.\*, ou seja, ainda não tem classificação precisa)

cytokinin-o-glucosyltransferase (M –creates a glycosylated, and therefore inactive, cytokinin-)

<http://www.plantphysiol.org/content/137/3/1057.full.pdf+html> {Topolins and Hydroxylated Thidiazuron Derivatives Are Substrates of Cytokinin O-Glucosyltransferase with Position Specificity Related to Receptor Recognition - Machteld C. Mok, Ruth C. Martin, Petre I. Dobrev, Radomira Vanková, P. Shing Ho, Keiko Yonekura-Sakakibara, Hitoshi Sakakibara, and David W.S. Mok}

cytokinin-N-glucosyltransferase (tal qual a cytokinin-o-glucosyltransferase ela também é NCW, a diferença é que ela glicosila a citocinina na “ponta” N e não na “ponta” O.)

<http://www.jbc.org/content/279/46/47822.full#sec-4> {N-Glucosylation of Cytokinins by Glycosyltransferases of Arabidopsis thaliana - Bingkai Hou, Eng-Kiat Lim, Gillian S. Higgins and Dianna J. Bowles} (Enquanto a glicosilação na “ponta” O pode ser removida pro glicosidases a glicosilação na “ponta” N não pode ser removida por glicosilases. Com isso especula-se que a forma O-gliosilada é de armazenamento, havendo glicosilação para liberar a citocinina quano necessário, enquanto a forma N-glicosilada poderia ser uma forma de remover compostos tóxicos)

<http://pcp.oxfordjournals.org/content/52/12/2200.full#sec-11> {N-Glucosyltransferase UGT76C2 is Involved in Cytokinin Homeostasis and Cytokinin Response in Arabidopsis thaliana - Jun Wang, Xin-Mei Ma, Mikiko Kojima, Hitoshi Sakakibara and Bing-Kai Hou} (não especula nenhuma função para o N-glicosilado, mas de resto ele fala as mesmas coisas do anterior. Independentemente da função, os dois artigos deixam claro que é NCW)

mannose-1-phosphate guanylyltransferase (aparentemente H/P, mas só um artigo diz isso, não estou muito confiante nessa afirmação. Além disso sua ausência evita a produção de um monte de coisas importantes para a planta -M- e se pá que de forma indireta afeta a formação de celulose tbm, mas ainda é especulação –C?-)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.7.7.13> (converte α-D-mannose 1-phosphate em GDP-mannose e, aparentemente, vice-versa)

<http://www.pnas.org/content/98/5/2262.full.pdf> {Arabidopsis cyt1 mutants are deficient in a mannose-1-phosphate guanylyltransferase and point to a requirement of N-linked glycosylation for cellulose biosynthesis - Wolfgang Lukowitz, Todd C. Nickle, David W. Meinke, Robert L. Last, Patricia L. Conklin, and Christopher R. Somerville}

(**Trecho 1:** “The high degree of sequence **similarity to MPGs** – MPG é a sigla para mannose-1-phosphate guanylyltransferase - from different organisms suggests that the Cyt1 protein catalyzes the **production of GDP-D-mannose from a-D-mannose-1-phosphate and GTP**. In higher plants, **GDP-D-mannose is required in a number of diverse processes**. For example, it is a precursor of ascorbic acid (21) and GDP-L-fucose (22). **GDP-D-mannose and GDP-L-fucose**, in turn, are **used to incorporate mannosyl and fucosyl residues into cell wall polymers**. Furthermore, GDPmannose is required for the synthesis of the core glycan chain attached to N-linked glycoproteins.”.

**Trecho 2:** “A depletion of GDP-mannose is predicted to cause a variety of secondary defects. GDP-mannose is a precursor of ascorbic acid (21) and GDP-fucose (22). GDP-mannose, as well as GDP-fucose, are used to incorporate mannose and fucose residues into cell wall polymers. Furthermore, **GDP-mannose is required for two types of posttranslational protein modification**, **glycosylphosphatidylinositol (GPI) membrane-anchoring** (32) and **N-glycosylation** (see below).”

**Trecho 3:** “Because we have now found that **cellulose content** can also be **affected by depletion of GDP-mannose**, it appears more plausible that the **observed effect on cellulose biosynthesis is due to a deficiency in N-glycosylation**. How could a block in N-glycosylation affect cellulose biosynthesis? Perhaps the most obvious **possibility** is that **N-linked glycans are required for proper folding or function of cellulose synthase** or another unidentified component of the rosette complex. Consistent with this idea, the sequence of RSW1 contains four potential N-glycosylation sites that cluster around the presumptive catalytic domain (4). An **alternative possibility** is that **an N-glycosylated polypeptide might act as a primer for polymer synthesis (45).** Initiation of other glucan chains, such as starch and glycogen, requires polypeptide primers (46). This alternative might also explain why small amounts of mannosyl residues have been detected in cellulose preparations (26).”)

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=0760a83c-3be0-476c-895f-b552ce78edf4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4114> {} (exemplo do ácido ascórbico, que não tem a ver com a parede)

<http://journals.plos.org/plosone/article/asset?id=10.1371%2Fjournal.pone.0001092.PDF> {Biosynthesis of Vitamin C by Yeast Leads to Increased Stress Resistance - Paola Branduardi, Tiziana Fossati, Michael Sauer, Roberto Pagani, Diethard Mattanovich, Danilo Porro} (exemplo do ácido ascórbico, que não tem a ver com a parede)

<http://aem.asm.org/content/70/10/6086.full> {Production of L-Ascorbic Acid by Metabolically Engineered *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces bailii* - Michael Sauer, Paola Branduardi, Minoska Valli and Danilo Porro} (exemplo do ácido ascórbico, que não tem a ver com a parede)

Extensin (A extensina está relacionada à estrutura e ligações de parede. Será que não caberia um domínio só pra ela, uma vez que as expansinas tem um domínio próprio e as extensinas tbm tem um papel importante para a parede?)

“extensin, which bears structural function in the wall by **interlocking cell wall polysaccharides and lignin polymers**,” “They have putative roles **in reinforcing the mechanical strength of cell walls** and in **responses to wounding/infection**.” Retirado de Plant Cell Separation and Adhesion 2007 - <https://www.researchgate.net/publication/268011346_Plant_Cell_Separation_and_Adhesion_Edited_by> {Plant Cell Separation and Adhesion - Jeremy A. Roberts and Zinnia Gonzalez-Carranza – Blackwell Publishing, 2007}

Caminho para o livro: Desktop>Livros>Flaviane>Plant Cell Separation and Adhesion – 2007

<http://www.plantphysiol.org/content/131/3/1313.full> {Whole-Genome Comparison of Leucine-Rich Repeat Extensins in Arabidopsis and Rice. A Conserved Family of Cell Wall Proteins Form a Vegetative and a Reproductive Clade - Nicolas Baumberger, Brigitte Doesseger, Romain Guyot, Anouck Diet, Ronald L. Parsons, Mark A. Clark, M.P. Simmons, Patricia Bedinger, Stephen A. Goff, Christoph Ringli and Beat Keller} (“One proposed function of extensins is to **reinforce the polysaccharidic structure of the wall by cross-linking to each other and/or other cell wall components**. It has also been postulated that extensins **might fix the shape of the cell at the end of the expansion phase** (Carpita and Gibeaut, 1993). Such a function in cell morphogenesis is supported by the recent finding that an extensin gene is required for correct cell morphogenesis during Arabidopsis embryogenesis (Hall and Cannon, 2002).”)

Leucine reach repeat extensin (LRR) (LRR é 100% M, estando relacionadas com interações proteína-proteína, sinalização e defesa. Pode também haver sua presença concomitante com extensinas –na proteína LRX1 (LRR/EXTENSIN1)-, mas é apenas um dos casos em que ela está presente.)

<http://www.plantphysiol.org/content/131/3/1313.full> {Whole-Genome Comparison of Leucine-Rich Repeat Extensins in Arabidopsis and Rice. A Conserved Family of Cell Wall Proteins Form a Vegetative and a Reproductive Clade - Nicolas Baumberger, Brigitte Doesseger, Romain Guyot, Anouck Diet, Ronald L. Parsons, Mark A. Clark, M.P. Simmons, Patricia Bedinger, Stephen A. Goff, Christoph Ringli and Beat Keller} (é uma proteína que tem nela tanto uma estrutura com repetições de leucina como uma estrutura de extensina) (**LRRs** are frequently implicated **in protein-protein interactions** and, in **plants**, a large subclass of **receptor-like kinases** has **extracellular LRRs in the receptor domain** (Shiu and Bleecker, 2001). Of those, several have been shown to work in **signal transduction during development** or to participate in **pathogen recognition and defense** (Song et al., 1995; Torii et al., 1996;Clark et al., 1997; Li and Chory, 1997;Jinn et al., 2000).)

<http://genesdev.cshlp.org/content/15/9/1128.full> {The chimeric leucine-rich repeat/extensin cell wall protein LRX1 is required for root hair morphogenesis in *Arabidopsis thaliana* - Nicolas Baumberger, Christoph Ringli, and Beat Keller} (“Leucine-rich repeat (LRR) proteins, which mediate protein–protein interactions in many different cellular processes (Kobe and Deisenhofer 1994) might also have a regulatory or signaling function in the expanding plant cell wall. In plants, LRRs form the extracellular domain of several receptor-like kinases involved in development, hormone perception, and pathogen response (Song et al. 1995; Torii et al. 1996; Clark et al. 1997; Li and Chory 1997; Jinn et al. 2000). The extracellular polygalacturonase inhibiting proteins (PGIPs), which have a role in plant defense and possibly during development, are also LRR proteins (Jones and Jones 1997).”)

<http://www.plantphysiol.org/content/131/3/1313.full> {Whole-Genome Comparison of Leucine-Rich Repeat Extensins in Arabidopsis and Rice. A Conserved Family of Cell Wall Proteins Form a Vegetative and a Reproductive Clade - Nicolas Baumberger, Brigitte Doesseger, Romain Guyot, Anouck Diet, Ronald L. Parsons, Mark A. Clark, M.P. Simmons, Patricia Bedinger, Stephen A. Goff, Christoph Ringli and Beat Keller} (Também traz as mesmas explicações que os artigos acima “LRRs are frequently implicated in protein-protein interactions and, in plants, a large subclass of receptor-like kinases has extracellular LRRs in the receptor domain (Shiu and Bleecker, 2001). Of those, several have been shown to work in signal transduction during development or to participate in pathogen recognition and defense (Song et al., 1995; Torii et al., 1996;Clark et al., 1997; Li and Chory, 1997;Jinn et al., 2000). ”)

Xylanase inhibitor/chitinase inhibtor

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570963903003315> {XIP-I, a xylanase inhibitor protein from wheat: a novel protein function - Nathalie Juge, Francoise Payan, Gary Williamson} (o inibidor de xilanase tem estrutura similar ao inibidor de chitinase, apesar de eles manterem funções diferentes.)

Aldose e cetose

<http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/introducao_ch.htm>

Isomerização

<https://en.wikipedia.org/wiki/Isomerization>

<http://global.britannica.com/science/isomerization>

Xylose isomerase (achei a importância industrial –relacionada à fermentação de açúcares pela levedura- e também a síntese por plantas, mas ou é muito difícil de achar, ou ninguém tem o menor interesse, muito esquisito... Pelos dados indiretos do terceiro artigo –o da enzima de bactéria- parece NCW, uma vez que ela age na conersão de glicose em frutose, afeta a disponibilidade de outros metabólitos –o que é muito vago e deixa dúvidas quanto ao que ocorre- e estimula as vias glicolíticas e de síntese de sacarose)

<https://femsyr.oxfordjournals.org/content/4/1/69.full> {High-level functional expression of a fungal xylose isomerase: the key to efficient ethanolic fermentation of xylose by *Saccharomyces cerevisiae*? - Marko Kuyper, Harry R. Harhangi, Ann Kristin Stave, Aaron A. Winkler, Mike S.M. Jetten, Wim T.A.M. de Laat, Jan J.J. den Ridder, Huub J.M. Op den Camp, Johannes P. van Dijken, Jack T. Pronk} (uso industrial)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene> {buscar: (xylose isomerase) AND "green plants"[porgn:\_\_txid33090] } (xylose isomerase em plantas)

<http://pcp.oxfordjournals.org/content/44/12/1359.full> {Expression of a Bacterial Xylose Isomerase in Potato Tubers Results in an Altered Hexose Composition and a Consequent Induction of Metabolism - Ewa Urbanczyk-Wochniak, Andrea Leisse, Ute Roessner-Tunali, Anna Lytovchenko, Jörg Reismeier, Lothar Willmitzer and Alisdair R. Fernie} (“Studies to date have been limited to an uncorroborated molecular cloning and partial purification of a xylose isomerase from barley (Kristo et al. 1996) and the identification of a gene, fgr, that controls the ratio of these hexoses in the tomato fruit (Levin et al. 2000). Here we chose to directly evaluate the role fructose plays in determining carbon partitioning in the potato tuber by engineering plants that accumulated more fructose by a mechanism that did not necessitate enhanced sucrolysis. For this purpose we expressed an Escherichia coli xylose isomerase (EC 5.3.1.5), known to catalyze the reversible interconversions of glucose to fructose (Whitaker et al. 1995). Although plants expressing glucose isomerases have previously been generated (Beaujean et al. 2000, Lilius et al. 2000) due to the different aims of the researchers involved these have only been characterized at a very fundamental level in terms of physiology and metabolism. Data described in the present study suggest that expression of the xylose isomerase not only results in a shift in the glucose to fructose ratio but also results in small changes in other metabolite poolsizes and stimulates both the glycolytic and sucrose synthetic pathways. These data furthermore suggest that the induction of glycolysis is independent of decreased sucrose levels.”)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1432-1033.1996.0240n.x/epdf> {Protein purification, and cloning and characterization of the cDNA and gene for xylose isomerase of barley - Paula Kristo, Ritva Saarelainen, Richard Fagerstrom, Sirpa Ah0 And Matti Korhola} (xylose isomerase em plantas 2)

Cell wall invertase/β-fructofuranosidase (a próxima enzima do arquivo é a mesma que esta, mas que por algum motivo eu fiz uma outra pesquisa. De qualquer forma, ambas pesquisas apontam que é NCW) (converte sacarose em glicose e frutose, portanto NCW – no ExplorEnz ele fala tbm de reações de fructotransferase, mas tudo indica que estas tbm não tenham relação com a parede celular)

<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00195721> {Development- and organ-specific expression of the genes for sucrose synthase and three isoenzymes of acid β-fructofuranosidase in carrot - Arnd Sturm, Veronika Šebková, Kathrin Lorenz, Markus Hardegger, Susanne Lienhard, Christoph Unger}

<http://www.plantphysiol.org/content/121/1/1.short> {Invertases. Primary Structures, Functions, and Roles in Plant Development and Sucrose Partitioning - Arnd Sturm} (tanto esse como o artigo de cima confirmam a função relacionada ao metabolismo e explicam a presença dessa enzima na parede celular, apesar de não estar relacionada à sua síntese e nem à sua degradação)

<http://www.jbc.org/content/282/11/8414.short> {Structural and Functional Insights into Intramolecular Fructosyl Transfer by Inulin Fructotransferase - Woo-Suk Jung, Chang-Ki Hong, Sujin Lee, Chung-Sei Kim, Soon-Jong Kim, Su-Il Kim and Sangkee Rhee} (artigo sobre outra enzima, mas que explica o que é a reação de fructotransferase, só pra ver se de fato não tem relação com a parede)

β-fructofuranosidase ou invertase (EC 3.2.1.26) (pesquisa complementar da logo acima –fiz duas buscas para a mesma enzima-) (tudo indica que é NCW) (insoluble isoenzyme 4 parece ser um subtipo de β-fructofuranosidase que é mencionado no NCBI e imagino que aparece em algumas classificações do gene dessa proteína – Não tenho confirmação, mas, por ser insolúvel, imagino que seja uma das de parede e não das solúveis que ficam no vacúolo-)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.26>

<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00195721#enumeration> (fala de sua ação na degradação de sacarose e que alguns tipos de beta-fructofuranosidase estão ancoradas na parede celular) {Development- and organ-specific expression of the genes for sucrose synthase and three isoenzymes of acid β-fructofuranosidase in carrot - Arnd Sturm, Veronika Šebková, Kathrin Lorenz, Markus Hardegger, Susanne Lienhard, Christoph Unger}

<http://www.plantphysiol.org/content/121/1/1.short> (“Vacuolar and cell wall invertases share some biochemical properties, e.g. they cleave Suc most efficiently between pH 4.5 and 5.0 and attack the disaccharide from the Fru residue. Thus, these so-called acid invertases are β-fructofuranosidases and also hydrolyze other β-Fru-containing oligosaccharides such as raffinose and stachiose.”) {Invertases. Primary Structures, Functions, and Roles in Plant Development and Sucrose Partitioning - Arnd Sturm}

mannan endo-1,4-β-mannosidase (pelo ExplorEnz ele parece agir tanto em pectinas como em hemiceluloses, entretanto, sua ação é em mananos ligados por ligações β e aí começa a complexidade. Aparentemente, a cadeia principal de manoses ligadas a glicoses que compõe o ramnogalacturonano pode ou não ter ligações β, aí complica pra dizer se as pectinas entram ou não no escopo da enzima. Será que ter ou não ligações β está relacionado à espécie ou tem de tudo em uma mesma planta? Então é H ou H/P?)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.78> (ExplorEnz e sua definição)

<https://ps.oxfordjournals.org/content/85/8/1430.full> {Levels of β-Mannan in Soybean Meal - H.-Y. Hsiao, D. M. Anderson and N. M. Dale} (artigo explicando que também existe cadeia principal de pectinas com ligações β)

<http://microbialcellfactories.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2859-8-59> {Cloning, expression in *Pichia pastoris*, and characterization of a thermostable GH5 mannan endo-1,4-β-mannosidase from *Aspergillus niger* BK01-Do Bien-Cuong, Dang Thi-Thu, Jean-Guy Berrin, Dietmar Haltrich, To Kim-Anh, Jean-Claude Sigoillot and Montarop Yamabhai} (artigo que fala da ação sobre hemiceluloses)

LRR receptor-like serine/threonine-protein kinase ERECTA (NCW – it’s a cellular receptor related to cell-cell communication important for a coordinated growth in the plant)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-8137.2001.00150.x/full> {Receptor serine/threonine protein kinases in signalling: analysis of the erecta receptor-like kinase of *Arabidopsis thaliana* - Kevin A. Lease, Nelson Y. Lau, Robert A. Schuster, Keiko U. Torii, John C. Walker}

[http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.7.11.\*](http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.7.11.*) (ver 2.7.11.30)

mannosyltransferase ALG2

<http://glycob.oxfordjournals.org/content/14/6/559.full> {Physical interactions between the Alg1, Alg2, and Alg11 mannosyltransferases of the endoplasmic reticulum - Xiao-Dong Gao, Akiko Nishikawa and Neta Dean} (este artigo e o próximo me levam a crer que esse gene/enzima tem função metabólica, mas eu ainda não consegui entender qual o fim dos oligossacarídeos ligados a lipídios. Se for só questão de transporte e depois ele for parar na parede talvez fosse necessário classifica-lo dentro de um domínio de parede, mas por enquanto só deu para classificar como M)

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bi060878o> {In Vitro Evidence for the Dual Function of Alg2 and Alg11:  Essential Mannosyltransferases in N-Linked Glycoprotein Biosynthesis - Mary K. O'Reilly , Guofeng Zhang and Barbara Imperiali}

[http://download.springer.com/static/pdf/155/art%253A10.1023%252FA%253A1006012005654.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FA%3A1006012005654&token2=exp=1462975822~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F155%2Fart%25253A10.1023%25252FA%25253A1006012005654.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FA%253A1006012005654\*~hmac=a1b1e1ef7110a76ba576f8e04a969eb6d3446fc88a0830477a5c517bdfce29e9](http://download.springer.com/static/pdf/155/art%253A10.1023%252FA%253A1006012005654.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FA%3A1006012005654&token2=exp=1462975822~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F155%2Fart%25253A10.1023%25252FA%25253A1006012005654.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FA%253A1006012005654*~hmac=a1b1e1ef7110a76ba576f8e04a969eb6d3446fc88a0830477a5c517bdfce29e9) {N-Glycoprotein biosynthesis in plants: recent developments and future trends - Patrice Lerouge, Marion Cabanes-Macheteau, Catherine Rayon, Anne-Catherine Fischette-Lainé, Véronique Gomord, Loïc Faye} (artigo que fala sobre esses oligossac ligados a lipídeos)

crocetin glucosyltransferase (M)

<http://ac.els-cdn.com/S0168945299002484/1-s2.0-S0168945299002484-main.pdf?_tid=f8b7bc2c-178a-11e6-854d-00000aacb362&acdnat=1462979812_2c98f7be5e5b7aff5c2b7552358f44e6> {Properties of a glucosyltransferase involved in crocin synthesis -France Côtéa, François Cormiera, Christiane Dufresnea, Claude Willemot}

flavanone 7-O-glucoside 2′′-O-β-L-rhamnosyltransferase (M)

<http://www.jbc.org/content/266/31/20953.short> {UDP-rhamnose:flavanone-7-O-glucoside-2''-O-rhamnosyltransferase. Purification and characterization of an enzyme catalyzing the production of bitter compounds in citrus. - M Bar-Peled, E Lewinsohn, R Fluhr and J Gressel}

xyloglucan 4-glucosyltransferase ou xyloglucan glycosyltransferase (H – Assim como a glucan synthase, a xyloglucan glucosyltransferase sintetiza glucoses com ligação 1-4, mas mais de um artigo destaca que essas enzimas tem temperatura ótima, velocidade de reação e algumas outras características que são diferentes, mostrando que são distintas. Em muitos casos o SUCEST e Blast2go e mesmo as buscas no UniProt trazem a informação de que esta é uma cellulose synthase like. Imagino que isso ocorra por similaridade na sequência, que, suponho, também aja sobre ligações 1-4 entre glicoses, ou pode ser também que a xyloglucan glycosyltransferase seja um grupo dentro das cellulose synthase like, mas, em ambos os casos, é só especulação minha mesmo.)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.168>

<http://www.biochemj.org/content/ppbiochemj/294/1/231.full.pdf> {Xyloglucan glucosyltransferase in Golgi membranes from *Pisum sativum* (pea) - Alan R. WHITE, Yi XIN and Vida PEZESHK}

<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.pp.40.060189.001035> {Xyloglucans in the primary cell wall - Takahisa Hayashi}

<http://www.jbc.org/content/256/21/11117.full.pdf> {Biosynthesis of Xyloglucan in Suspension-cultured Soybean Cells: occurrence and some properties of xyloglucan 4-β-D-glucosyltransferase and 6-α-D-xylosyltransferase - Takahisa Hayashi and Kazuo Matsuda}

<http://www.plantphysiol.org/content/87/2/341.full.pdf> {Formation of UDP-Xylose and Xyloglucan in Soybean Golgi Membranes - Takahisa Hayashi, Toru Koyama, and Kazuo Matsuda}

indole-3-acetate beta-glucosyltransferase (M)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1153857/pdf/biochemj00365-0093.pdf> {Enzymic synthesis of 1-O-indol-3-ylacetyl-fl-D-glucose and indol-3-ylacetyl-myo-inositol -Lech Michalczuk and Robert S. Bandurski} (artigo mencionado no KEGG, deixa claro que a reação de fato é a glicosilação do AIA/IAA - M)

jacalin-related lectin 3-like

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1110/ps.04968804/full> {Studies on recombinant single chain Jacalin lectin reveal reduced affinity for saccharides despite normal folding like native Jacalin - Anagh A. Sahasrabuddhe, Sushama M. Gaikwad, M.V. Krishnasastry, M. Islam Khan} (jacalina é uma lectina da jaca –não só, mas foi encontrada pela primeira vez lá, se entendi bem-)

glucomannan 4-beta-mannosyltransferase/glucomannan synthase (H)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2009.03977.x/full> {Cell wall glucomannan in Arabidopsis is synthesised by CSLA glycosyltransferases, and influences the progression of embryogenesis - Florence Goubet, Christopher J. Barton, Jennifer C. Mortimer, Xiaolan Yu, Zhinong Zhang, Godfrey P. Miles, Jenny Richens, Aaron H. Liepman, Keith Seffen, Paul Dupree} (explicando o glucomannan)

<http://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-016-0762-z> {Evaluation of the significance of cell wall polymers in flax infected with a pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* -Wioleta Wojtasik, Anna Kulma, Lucyna Dymińska, Jerzy Hanuza, Magdalena Czemplik and Jan Szopa} (fala que está relacionado à síntese de hemiceluloses)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.32> (deixa claro que sintetiza glucomannan - H)

Endo beta 1,4 glucanase OU cellulase (EC 3.2.1.4) (Possivelmente H/C, mas queria confirmação da ação sobre o xiloglucano *in vivo*):

<http://emboj.embopress.org/content/17/19/5563#sec-9> {A plasma membrane‐bound putative endo‐1,4‐β‐d‐glucanase is required for normal wall assembly and cell elongation in Arabidopsis - Frédéric Nicol, Isabelle His, Alain Jauneau, Samantha Vernhettes, Hervé Canut, Herman Höfte} (fala que essa enzima não age sobre a celulose cristalina –que eu não sei o que quer dizer e pesquisando só achei Microcrystalline cellulose, que é uma celulose processada que nada tem a ver com o que eu quero achar-. Vendo outro artigo eu entendi que a celulose cristalina nada mais é do que ela arranjada em microfibrilas –é o artigo de review, “Towards Understanding...”-)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687850714000570> {Hyper production of cellulose degrading endo (1,4) β-d-glucanase from *Bacillus licheniformis* KIBGE-IB2 - Asad Karim, Muhammad Asif Nawaz, Afsheen Aman, Shah Ali Ul Qader} (fala claramente que a endo beta 1,4 glucanase é uma das enzimas responsáveis por degradar a celulose, mas fala isso de forma geral, não comenta especificamente como acontece em plantas)

<http://pcp.oxfordjournals.org/content/43/12/1399.full> {Towards Understanding the Role of Membrane-bound Endo-β-1,4-glucanases in Cellulose Biosynthesis - Michael Mølhøj, Silvère Pagant and Herman Höfte} (Existem diversos tipos de endo beta 1,4 glucanase, estando isso relacionado à molécula com a qual ele interage. Dentre esses grupos existem endo beta 1,4 glucanases que agem sobre xyloglucanos e outras sobre a celulose. Fui atrás das referências para tentar achar artigos referentes à ação sobre a xylanase, em especial *in vivo*, mas as referências não forma feitas adequadamente, os artigos que deveriam estar relacionados ao xiloglucano muitas vezes sequer o mencionavam...)

<http://www.plantcell.org/content/17/12/3378.full#sec-9> {An Arabidopsis Endo-1,4-β-D-Glucanase Involved in Cellulose Synthesis Undergoes Regulated Intracellular Cycling - Stéphanie Robert, Adeline Bichet, Olivier Grandjean, Daniel Kierzkowski, Béatrice Satiat-Jeunemaître, Sandra Pelletier, Marie-Theres Hauser, Herman Höfte and Samantha Vernhettes} (fala da ação sobre a celulose, apesar de também não saber precisar o mecanismo)

<http://www.plantphysiol.org/content/83/2/384.full.pdf> {Pea Xyloglucan and Cellulose: V. XYLOGLUCAN-CELLULOSE INTERACTIONS IN VITRO AND IN VIVO - Takahisa Hayash, Margery P. F. Marsden, and Deborah P. Delmer} (mostra ação sobre xyloglucan, mas é *in vitro*, seria melhor ter artigo falando da ação *in vivo*)

<http://www.publish.csiro.au/fp/PP9920137> {Multiple Forms of 1,4- β -Glucanase in Ripening Tomato Fruits Include a Xyloglucanase Activatable by Xyloglucan Oligosaccharides - G Maclachlan and C Brady} (não tenho acesso, mas talvez tirasse dúvida quanto à ação sobre o xiloglucano)

beta-glucosidase (ao lado está minha opinião, mas melhor conversar com o pessoal antes) (Vou classificar como H/C, mas parece que em muitos casos se fala em beta-glucosidase como sinônimo de outras enzimas –O caso é que a ação da beta-glicosidase é interpretada de duas formas. Alguns autores consideram como qualquer enzima que faça uma hidrólise que separa a glicose de algum substrato –-seria um *lato sensu*--, outros consideram como uma enzima que hidrolisa ligações beta-1,4 entre glicoses –-seria um *stricto sensu*--. Os primeiros, por usarem uma definição muito abrangente, chamam diversas enzimas de beta-glucosidase, ainda que elas tenham uma função específica e um nome e classificação diferente, como é o caso da Coniferin β-Glucosidase, por exemplo, que tem outro EC number e tem função específica. Já no seguno caso os autores respeitam a ideia de que de acordo com o substrato hidrolisado se tem uma enzima diferente. Vou seguir esses autores e por isso classificar a enzima como H/C, mas se fosse utilizada a definição mais abrangente seria possível classifica-la como L também e talvez até outras coisas-)

OBS: nos artigos abaixo mencionei os que usam o conceito *lato sensu*, os que não mencionei nada são os *stricto sensu* que eu estou levando em consideração para a classificação. Eu só comentei os *lato sensu* para deixar claro que essa não é a abordagem que eu estou usando e caracterizá-los como artigos que não são considerados como referência, apesar de ser importante considerar sua presença.

OBS2: beta-D-glucoside glucohydrolase é um sinônimo! <http://www.jbc.org/content/279/30/31796.full> {Structural Determinants of Substrate Specificity in Family 1 β-Glucosidases: novel insights from the crystal structure of sorghum dhurrinase-1, a plant β-glucosidase with strict specificity, in complex with its natural substrate - Lionel Verdoucq, Jeanne Morinière, David R. Bevan, Asim Esen, Andrea Vasella, Bernard Henrissat and Mirjam Czjze} (Nesse artigo ele menciona também a thioglucosidase como sendo uma beta-glucosidase, mas ela é uma outra enzima. Isso já mostra que esse é um dos artigos *lato sensu*, mas mesmo assim é válido para confirmar que o EC da beta-D-glucoside glucohydrolase é o mesmo da beta-glucosidase)

<http://ac.els-cdn.com/0020711X82901094/1-s2.0-0020711X82901094-main.pdf?_tid=2ef3548c-1d0c-11e6-b030-00000aab0f02&acdnat=1463585064_69da232c814562d718cfd440721d1933> {β-Glucosidase: Its role in cellulase synthesis and hydrolysis of cellulose - J.G. Shewale} (fala que cellulose é composta por várias enzimas, dentre elas a beta-glucosidase. Isso faz sentido??? Ou é apenas uma visão antiga sobre o assunto? Parece que é isso mesmo, ver artigo seguinte –que é de 2013-)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852412013491> {Role and significance of beta-glucosidases in the hydrolysis of cellulose for bioethanol production - Reeta Rani Singhaniaa, Anil Kumar Patela, Rajeev K. Sukumaranb, Christian Larrochea, Ashok Pandey} (“Cellulase is a multi-enzyme complex of three different enzymes; exoglucanase, endoglucanase and beta-glucosidase (BGL) which acts synergistically for complete hydrolysis of cellulose. Cellulose fibers are firstly cleaved in between by endoglucanase releasing small cellulose fragments with free reducing and non reducing ends which are attacked by exoglucanase to release small oligosaccharides, cellobiose; and is finally hydrolysed into glucose monomers by beta-glucosidase. Beta-glucosidase completes the final step of hydrolysis by converting the cellobiose (an intermediate product of cellulose hydrolysis) to glucose” “In plants, the enzyme is involved in beta-glucan synthesis during cell wall development, pigment metabolism, fruit ripening, and defense mechanisms”-síntese de beta-glucano???- “Based on substrate specificity, these enzymes have been classified as (1) aryl beta-glucosidases, which act on aryl-glucosides, (2) true cellobiases, which hydrolyze cellobiose to release glucose, and (3) broad substrate specificity enzymes, which act on a wide spectrum of substrates. Most of the beta-glucosidases characterized so far are placed in the last category.” Aqui é um autor que fala da beta-glicosidase no *lato sensu*, mas que fala que ela é então classificada em 3 subgrupos)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.21> (Comentário fala da abrangência de sua ação “Wide specificity for β-D-glucosides. Some examples also hydrolyse one or more of the following: β-D-galactosides, α-L-arabinosides, β-D-xylosides, β-D-fucosides.” Aqui, inclusive, considerando tudo que ele diz que a enzima hidrolisa, ele parece tratar da proteína como *latu sensu*.)

[http://download.springer.com/static/pdf/262/art%253A10.1007%252Fs10529-007-9334-5.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10529-007-9334-5&token2=exp=1465220815~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F262%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10529-007-9334-5.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10529-007-9334-5\*~hmac=f2f51b46aacf8ba3b1695c0070158b1bc53ca9c5fa4c55d00a8dbeaf981933fb](http://download.springer.com/static/pdf/262/art%253A10.1007%252Fs10529-007-9334-5.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10529-007-9334-5&token2=exp=1465220815~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F262%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10529-007-9334-5.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10529-007-9334-5*~hmac=f2f51b46aacf8ba3b1695c0070158b1bc53ca9c5fa4c55d00a8dbeaf981933fb) {Construction of the bifunctional enzyme cellulase-β-glucosidase from the hyperthermophilic bacterium *Thermotoga maritima* - Su-Young Hong, Jin-Suk Lee, Kye-Man Cho, Renukaradhya K. Math, Yong-Hee Kim, Sun-Joo Hong, Yong-Un Cho, Soo-Jeong Cho, Hoon Kim, Han-Dae Yun} (artigo mais recente que afirma que são necessárias três enzimas para a degradação de celulose a glicose, sendo a celulase apenas uma destas 3 enzimas C)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945299002459?np=y> {Xyloglucan mobilisation in cotyledons of developing plantlets of *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae-Caesalpinoideae) - Marco Aurélio Silva Tinéa, Angelo Luiz Cortelazzob, Marcos Silveira Buckeridge} (fala da ação sobre xiloglucano H)

<https://www.researchgate.net/profile/William_Adney2/publication/6514946_Biomass_recalcitrance_Engineering_plants_and_enzymes_for_biofuels_production/links/0912f5089688948ced000000.pdf> {Biomass Recalcitrance: Engineering Plants and Enzymes for Biofuels Production - Michael E. Himmel, Shi-You Ding, David K. Johnson, William S. Adney, Mark R. Nimlos, John W. Brady, Thomas D. Foust} (comenta super por cima, mas fala que age sobre a cellobiose –duas glicoses ligadas por ligação beta-1,4-, nisso poderia agir tanto sobre H como C, sendo H/C)

<http://link.springer.com/article/10.1007/s00018-010-0399-2> {β-Glucosidases - James R. Ketudat Cairns, Asim Esen} (típico artigo que trata da beta-glucosidase como conceito amplo, *lato sensu*, e que engloba qualquer hidrólise que remova uma glicose)

endo-1,4-β-xylanase (EC 3.2.1.8; H)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.8>

EC:2.4.1.43 - polygalacturonate 4-α-galacturonosyltransferase - pectinas

<http://www.plantphysiol.org/content/127/1/360.short> {The Catalytic Site of the Pectin Biosynthetic Enzyme α-1,4-Galacturonosyltransferase Is Located in the Lumen of the Golgi - Jason D. Sterling, Heather F. Quigley, Ariel Orellana and Debra Mohnen}

<http://www.pnas.org/content/103/13/5236.short> {Functional identification of an Arabidopsis pectin biosynthetic homogalacturonan galacturonosyltransferase - Jason D. Sterling, Melani A. Atmodjo, Sarah E. Inwood, V. S. Kumar Kolli, Heather F. Quigley, Michael G. Hahn and Debra Mohnen}

<https://getd.libs.uga.edu/pdfs/burrell_amy_j_200812_bs.pdf> {Analysis of the Transcriptional Expression of Arabidopsis GAUT1 and GAUT7: Members of a Pectin Biosynthetic α-1,4-Galacturonosyltransferase Complex - Amy Joy Burrell} (apareceu galacturonosyltransferase 7 no excel, mas aqui é só a prova de que é a mesma coisa, é só um dos genes que codificam essa proteína)

<https://getd.libs.uga.edu/pdfs/atmodjo_melani_a_201012_phd.pdf> {Identification and Characterization of the Arabidopsis Gaut1:Gaut7 Pectin Homogalacturonan:Galacturonosyltransferase Complex - Melani Agustina Atmodjo} (outro artigo do mesmo grupo do galacturonosyltransferase 7)

cis-zeatin O-β-D-glucosyltransferase (NCW)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.215>

<http://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-015-0506-5> {Substantial reprogramming of the *Eutrema salsugineum* (*Thellungiella salsuginea*) transcriptome in response to UV and silver nitrate challenge - Stefanie Mucha, Dirk Walther, Teresa M Müller, Dirk K Hincha and Erich Glawischnig} (coloca como função do gene o metabolismo de citocinina)

Omega-hydroxypalmitate O-feruloyl transferase (HHT)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?name=hht>

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q94CD1>

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2773987/ {A hydroxycinnamoyltransferase responsible for synthesizing suberin aromatics in Arabidopsis - Jin-Ying Gou, Xiao-Hong Yu, and Chang-Jun Liu} (suberina](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2773987/%20%7bA%20hydroxycinnamoyltransferase%20responsible%20for%20synthesizing%20suberin%20aromatics%20in%20Arabidopsis%20-%20Jin-Ying%20Gou,%20Xiao-Hong%20Yu,%20and%20Chang-Jun%20Liu%7d%20(suberina) - NCW).

hydroxycinnamoyl-CoA:shikimate/quinate hydroxycinnamoyltransferase/ shikimate *O*-hydroxycinnamoyltransferase (HCT ou HST? 🡪 HCT) <http://www.uniprot.org/uniprot/Q9FI78>

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.3.1.133>+

<http://www.jbc.org/content/278/1/95.full> {Purification, Cloning, and Properties of an Acyltransferase Controlling Shikimate and Quinate Ester Intermediates in Phenylpropanoid Metabolism - Laurent Hoffmann, Stéphane Maury, Françoise Martz, Pierrette Geoffroy and Michel Legrand}

http://www.plantcell.org/content/16/6/1446.full { Silencing of Hydroxycinnamoyl-Coenzyme A Shikimate/Quinate Hydroxycinnamoyltransferase Affects Phenylpropanoid Biosynthesis - Laurent Hoffmanna, Sébastien Besseaua, Pierrette Geoffroya, Christophe Ritzenthalera, Denise Meyera, Catherine Lapierreb, Brigitte Polletb and Michel Legrand} (este faz um precursor da lignina - NCW)

<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0107103> {QTL Analysis and Candidate Gene Mapping for the Polyphenol Content in Cider Apple - Cindy F. Verdu , Sylvain Guyot, Nicolas Childebrand, Muriel Bahut, Jean-Marc Celton, Sylvain Gaillard, Pauline Lasserre-Zuber, Michela Troggio, David Guilet, François Laurens} (seriam enzimas diferentes? hydroxycinnamoyl-CoA:shikimate hydroxycinnamoyltransferase é a HCT e a hydroxycinnamoyl-CoA:quinate hydroxycinnamoyltransferase é a HQT?)

Hydroxycinnamoyl-CoA transferase (HCT) (é o mesmo que a enzima da busca acima - hydroxycinnamoyl-CoA:shikimate/quinate hydroxycinnamoyltransferase/ shikimate *O*-hydroxycinnamoyltransferase -)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942207001793> {Down-regulation of hydroxycinnamoyl CoA: Shikimate hydroxycinnamoyl transferase in transgenic alfalfa affects lignification, development and forage quality -Gail Shadle, Fang Chen, M.S. Srinivasa Reddy, Lisa Jackson, Jin Nakashima, Richard A. Dixon} (artigo que precisa da senha do jupiter que eu esqueci)

<http://www.nature.com/nbt/journal/v25/n7/pdf/nbt1316.pdf> {Lignin modification improves fermentable sugar yields for biofuel production - Fang Chen & Richard A Dixon} (pelo visto é um gene ligado à lignina –esse material suplementar do artigo mostra a importância dessa proteína para a formação de duas das unidades formadoras da lignina <http://www.nature.com/nbt/journal/v25/n7/extref/nbt1316-S1.pdf->)

udp-glucosyltransferase ou udp-glycosyltransferase (UGT) (pode agir em diversos tipos de moléculas, mas não sei se tem alguma ação conhecida sobre a parede, não achei nenhum artigo relacionando à parede. Na verdade é um termo bem genérico, está falando de qualquer transferase que use glicose –aqui denominada glucose e/ou glycose-, então pode estar se referindo a diversas enzimas diferentes, tanto relacionadas à parede como a diversas outras coisas, sendo impossível classificar somente com essa informação.)

<http://www.jbc.org/content/276/6/4338.full>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360138500017209>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942208005992> (top)

cyanidin 3-O-rutinoside 5-O-glucosyltransferase (age em uma antocianina –a cianidina- que é um pigmento da planta –NCW-)

[http://download.springer.com/static/pdf/909/art%253A10.1007%252FBF00484526.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00484526&token2=exp=1464965794~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F909%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00484526.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00484526\*~hmac=63de2ca72c0c99e373098075769891ccdc1a20ef82ecfbd608ccebcd3bc9a700](http://download.springer.com/static/pdf/909/art%253A10.1007%252FBF00484526.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00484526&token2=exp=1464965794~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F909%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00484526.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00484526*~hmac=63de2ca72c0c99e373098075769891ccdc1a20ef82ecfbd608ccebcd3bc9a700) {Identification, Properties, and Genetic Control of UDP-Glucose: Cyanidin-3-Rhamnosyl-(l-->6)- Glucoside-5-O-Glucosyitransferase Isolated from Petals of the Red Campion (*Silene dioica*) - John Kamsteeg, Jan van Brederode, and Gerrit van Nigtevecht}

[http://download.springer.com/static/pdf/910/art%253A10.1007%252FBF00484525.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00484525&token2=exp=1464965949~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F910%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00484525.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00484525\*~hmac=19d3220a26614d5d7a6b69e6fadfb30e42af73568c938de9c5ed3ec3785fe625](http://download.springer.com/static/pdf/910/art%253A10.1007%252FBF00484525.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00484525&token2=exp=1464965949~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F910%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00484525.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00484525*~hmac=19d3220a26614d5d7a6b69e6fadfb30e42af73568c938de9c5ed3ec3785fe625) {Identification and Properties of UDP-Glucose: Cyanidin-3-O-Glucosyltransferase Isolated from Petals of the Red Campion (*Silene dioica*) - John Kamsteeg, Jan van Brederode, and Gerrit van Nigtevech}

Anthocyanidin Glucosyltransferase (anthocyanidin 3-O-glucosyltransferase EC 2.4.1.115) (NCW)

<http://www.plantphysiol.org/content/146/4/1528.long> {Redirection of Flavonoid Biosynthesis through the Down-Regulation of an Anthocyanidin Glucosyltransferase in Ripening Strawberry Fruit - Markus Griesser, Thomas Hoffmann, Mari Luz Bellido, Carlo Rosati, Barbara Fink, Robert Kurtzer, Asaph Aharoni, Juan Muiioz-Blanco, and Wilfried Schwab} (como aparentemente todas as enzimas relacionadas a antocianinas, cianidinas e afins, a ação afeta os pigmentos das plantas, sendo portanto NCW. Afirma que, apesar de poder usar diferentes agliconas de flavonoides como substrato, a enzima só aceitou UDP-Glc como doador de açúcar nos testes feitos)

xylogalacturonan beta-1,3-xylosyltransferase (P se for especificamente a do xylogalacturonano, que é uma pectina, mas H/P se for considerar beta-1,3-xylosyltransferase de forma geral)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.2.41>

<http://www.plantcell.org/content/20/5/1289.long> {Identification of a Xylogalacturonan Xylosyltransferase Involved in Pectin Biosynthesis in Arabidopsis - Jacob Krüger Jensena, Susanne Oxenbøll Sørensena, Jesper Harholta, Naomi Geshia, Yumiko Sakuragia, Isabel Møllerb, Joris Zandlevenc, Adriana J. Bernalb, Niels Bjerg Jensena, Charlotte Sørensena, Markus Paulyd, Gerrit Beldmanc, William G.T. Willatsb and Henrik Vibe Scheller} (deixa claro que sua ação é sobre a pectina xylogalacturonano, mas vendo as referências do artigo dá para ver que a beta-1,3-xylosyltransferase também age sobre hemiceluloses –ao menos sobre o xiloglucano-)

furanose

<https://en.wikipedia.org/wiki/Furanose>

piranose

<https://en.wikipedia.org/wiki/Pyranose>

beta-xylosidase (ele age sobre oligossacarídeos de xilose, isso dá pra considerar como H? Parece que sim, nesses casos a enzima é considerada como H)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.2003.01654.x/full> {AtBXL1, a novel higher plant (*Arabidopsis thaliana*) putative beta-xylosidase gene, is involved in secondary cell wall metabolism and plant development - Thomas Goujon, Zoran Minic, Abdelhak El Amrani, Olivier Lerouxel, Estelle Aletti, Catherine Lapierre, Jean-Paul Joseleau, Lise Jouanin} (aponta sua ação sobre oligossacarídeos de xilose (xylobiose ou xylose oligomers, mesma coisa) oriundos da degradação do arabinoxilano. Além disso, ele comenta algo interessante que remete à classificação dada pelo SUCEST em que ele categoriza como “Beta-xylosidase/alpha-L-arabinofuranosidase”. O artigo explica que beta-xilosidases encontrados em bactérias e fungos podem desempenhar dupla função, agindo tanto como beta-xylosidase como também como alpha-L-arabinofuranosidase. Isso explica pq o SUCEST classifica o gene como sendo duas coisas aparentemente diferentes)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942803002109> {β-xylosidase activity and expression of a β-xylosidase gene during strawberry fruit ripening - Gustavo A. Martíneza, Alicia R. Chavesb, Pedro M. Civello} (reforça essa ideia de que degrada oligossacarídeos de xilose)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1218079/pdf/9020869.pdf> {The β-D-xylosidase of *Trichoderma reesei* is a multifunctional β-D-xylan xylohydrolase - Michael C. HERRMANN, Maria VRSANSKA, Milada JURICKOVA, Jan HIRSCH, Peter BIELY and Christian P. KUBICEK} (mostra a ação também como alpha-L-arabinofuranosidase – foi um dos artigos citados pelo artigo acima para embasar essa dupla função-)

alpha-L-arabinofuranosidase (H/P)

<http://aem.asm.org/content/47/5/1135.full.pdf> {α-L-Arabinofuranosidase from *Ruminococcus* albus 8: Purification and Possible Role in Hydrolysis of Alfalfa Cell Wall - L. CARL GREVE, JOHN M. LABAVITCH, AND ROBERT E. HUNGATE} (confirma que está relacionada à degradação de hemiceluloses e pectinas)

<http://ac.els-cdn.com/S0734975000000446/1-s2.0-S0734975000000446-main.pdf?_tid=d5f89804-2cc6-11e6-98c2-00000aab0f01&acdnat=1465314498_6d27d00ff77a4257a042a367a682029a> {a-L-Arabinofuranosidases: biochemistry, molecular biology and application in biotechnology - Badal C. Saha} (explica em detalhes a ação sobre hemiceluloses)

<http://www.jbc.org/content/278/7/5377.full#sec-29> {Bifunctional Family 3 Glycoside Hydrolases from Barley with α-L-Arabinofuranosidase and β-D-Xylosidase Activity - Characterization, Primary Structures, and Cooh-Terminal Processing - Robert C. Lee, Maria Hrmova, Rachel A. Burton, Jelle Lahnstein and Geoffrey B. Fincher} (comenta da bifuncionalidade da enzima, que age tanto como beta-xylosidase e como alpha-L-arabinofuranosidase. Fala da ação sobre hemiceluloses)

<http://www.plantphysiol.org/content/150/3/1219.full#sec-11> {AtBXL1 Encodes a Bifunctional β-D-Xylosidase/α-L-Arabinofuranosidase Required for Pectic Arabinan Modification in Arabidopsis Mucilage Secretory Cells - Andrej A. Arsovski, Theodore M. Popma, George W. Haughn, Nicholas C. Carpita, Maureen C. McCann and Tamara L. Western} (Além de explicar a dupla funcionalidade o artigo destaca que esta variação de atividade está relacionada ao tecido onde a enzima está agindo e acrescenta que a ação da arabinofuranosidase é majoritariamente sobre a parede celular primária. Ele também menciona diversos artigos que observaram esta dupla funcionalidade para esta enzima. Fala da ação sobre pectinas)

Beta-xylosidase/alpha-L-arabinofuranosidase (tem casos em que uma única enzima apresenta as duas funções. Nesse caso seria H and H/P para mostrar que agem em coisas diferentes ou só colocar H/P já basta? Acho que só H/P já está valendo)

<http://www.jbc.org/content/278/7/5377.full#sec-29> {Bifunctional Family 3 Glycoside Hydrolases from Barley with α-L-Arabinofuranosidase and β-D-Xylosidase Activity - Characterization, Primary Structures, and Cooh-Terminal Processing - Robert C. Lee, Maria Hrmova, Rachel A. Burton, Jelle Lahnstein and Geoffrey B. Fincher} (comenta da bifuncionalidade da enzima, que age tanto como beta-xylosidase e como alpha-L-arabinofuranosidase. Fala da ação sobre hemiceluloses)

<http://www.plantphysiol.org/content/150/3/1219.full#sec-11> {AtBXL1 Encodes a Bifunctional β-D-Xylosidase/α-L-Arabinofuranosidase Required for Pectic Arabinan Modification in Arabidopsis Mucilage Secretory Cells - Andrej A. Arsovski, Theodore M. Popma, George W. Haughn, Nicholas C. Carpita, Maureen C. McCann and Tamara L. Western} (Além de explicar a dupla funcionalidade o artigo destaca que esta variação de atividade está relacionada ao tecido onde a enzima está agindo e acrescenta que a ação da arabinofuranosidase é majoritariamente sobre a parede celular primária. Ele também menciona diversos artigos que observaram esta dupla funcionalidade para esta enzima. Fala da ação sobre pectinas)

Xyloglucan 6-xylosyltransferase (EC 2.4.2.39) (como o próprio nome diz está relacionada ao xiloglucano, logo sendo H)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.2.39>

scopoletin glucosyltransferase (scopolin é a forma glicosilada da scopoletin e é isso que essa enzima faz, ela transfere uma glicose para a a scopoletin) (não sei dizer exatamente o que essa enzima faz, mas parece que ela só aparece em resposta a estrese –patógenos e afins- e não tem nada a ver com a parede - NCW)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.128>

[http://download.springer.com/static/pdf/27/art%253A10.1023%252FB%253APLAN.0000028775.58537.fe.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FB%3APLAN.0000028775.58537.fe&token2=exp=1465914007~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F27%2Fart%25253A10.1023%25252FB%25253APLAN.0000028775.58537.fe.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FB%253APLAN.0000028775.58537.fe\*~hmac=ae2d09d67dfce643354e0851e606fb90ca461dc34bfbe4772057a6e380487e51](http://download.springer.com/static/pdf/27/art%253A10.1023%252FB%253APLAN.0000028775.58537.fe.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FB%3APLAN.0000028775.58537.fe&token2=exp=1465914007~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F27%2Fart%25253A10.1023%25252FB%25253APLAN.0000028775.58537.fe.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FB%253APLAN.0000028775.58537.fe*~hmac=ae2d09d67dfce643354e0851e606fb90ca461dc34bfbe4772057a6e380487e51) {Over-expression of a scopoletin glucosyltransferase in Nicotiana tabacum leads to precocious lesion formation during the hypersensitive response to tobacco mosaic virus but does not affect virus resistance - Claire Gachon, Rachel Baltz and Patrick Saindrenan}

<http://www.plantcell.org/content/14/5/1093.full> {Downregulation of a Pathogen-Responsive Tobacco UDP-Glc:Phenylpropanoid Glucosyltransferase Reduces Scopoletin Glucoside Accumulation, Enhances Oxidative Stress, and Weakens Virus Resistance - Julie Chong, Rachel Baltz, Corinne Schmitta, Roland Beffab, Bernard Fritiga and Patrick Saindrenan}

cinnamyl alcohol dehydrogenase (responsável pela última etapa de produção dos precursores da lignina e dos lignanos, estando ligado aos dois. Como no caso só me interessa a lignina vou considerá-lo como precursor de lignina, L)

<http://www.plantcell.org/content/17/7/2059.full> {CINNAMYL ALCOHOL DEHYDROGENASE-C and -D Are the Primary Genes Involved in Lignin Biosynthesis in the Floral Stem of Arabidopsis - Richard Sibouta, Aymerick Eudesb, Gregory Mouilleb, Brigitte Polletc, Catherine Lapierrec, Lise Jouaninb and Armand Séguin} (fala da ação no precursor de lignina)

[http://download.springer.com/static/pdf/800/art%253A10.1007%252FBF00198938.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00198938&token2=exp=1465916671~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F800%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00198938.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00198938\*~hmac=069ff0cdc072384b2928c72c597424f9f3e851782732c828bccc27dae7bdf7b1](http://download.springer.com/static/pdf/800/art%253A10.1007%252FBF00198938.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00198938&token2=exp=1465916671~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F800%2Fart%25253A10.1007%25252FBF00198938.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF00198938*~hmac=069ff0cdc072384b2928c72c597424f9f3e851782732c828bccc27dae7bdf7b1) {Purification and characterization of isoforms of cinnamyl alcohol dehydrogenase from *Eucalyptus* xylem - D. Goffner, I. Joffroy, J. Grima-PettenatP, C. Halpin, M.E. Knight, W. Schuch, and A.M. Boudet} (menciona a ação sobre lignano)

glucuronoxylan glucuronosyltransferase f8h (não fui atrás, mas parece que o glucuronoxylan é uma outra H, diferente do glucuronoarabinoxylan. Mas definitivamente ele também é uma H e essa enzima muto provavelmente age sobre ela –não achei nenhum artigo categórico a respeito, mas tudo indica que há uma relação-, sendo do domínio H. A glucuronoxylan glucuronosyltransferase tem uma parte redundante com a f8h, ver o último paper)

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q6NMM8> (eles dizem categoricamente que o gene está relacionado ao domínio H, agindo sobre o glucuronoxylan. Aqui também dá para descobrir o significado de “f8h”, que quer dizer “fragile fiber 8 homologue”)

<https://glycob.oxfordjournals.org/content/22/3/439.full> {The ability of land plants to synthesize glucuronoxylans predates the evolution of tracheophytes - Ameya R Kulkarni, Maria J Peña, Utku Avci, Koushik Mazumder, Breeanna R Urbanowicz, Sivakumar Pattathil, Yanbin Yin, Malcolm A O'Neill, Alison W Roberts, Michael G Hahn, Ying Xu, Alan G Darvill and William S York} (esse artigo não é categórico quanto à relação da proteína com o glucuronoxylan, mas deixa claro que as glucuronosyltransferases são diferentes das fragile fiber, apesar de desempenharem a mesma função –ao menos foi o caso no exemplo do artigo-) “Three genes, IRX7 [fragile fiber-8 (FRA8), At2g28110], IRX10 [glucuronosyltransferase (GUT)-2, At1g27440] and IRX10L (GUT1, At5g61840), encode GT47 enzymes that have also been implicated in xylan synthesis.”

<http://www.plantphysiol.org/content/153/2/542.full> {Analysis of the Arabidopsis IRX9/IRX9-L and IRX14/IRX14-L Pairs of Glycosyltransferase Genes Reveals Critical Contributions to Biosynthesis of the Hemicellulose Glucuronoxylan - Ai-Min Wu, Emma Hörnblad, Aline Voxeur, Lorenz Gerber, Christophe Rihouey, Patrice Lerouge and Alan Marchant} (Deixa claro que há um FRA8 e um F8H. O artigo também reforça o fato de os genes serem “putative GX synthesis enzimes”, mas comenta a redundância de atividade entre o glucuronoxylan glucuronosyltransferase –IRXL 10- e a fragile fiber 8 homologue –f8h-, o que explica o fato de serem mencionados juntos na anotação) “The partial functional redundancy exhibited by the IRX10/IRX10-L and FRA8/F8H gene pairs (Brown et al., 2009; Lee et al., 2009a; Wu et al., 2009) from the GT47 subfamily I (Zhong and Ye, 2003; Supplemental Fig. S1) has highlighted the importance of studying both single- and double-mutant combinations to gain a complete understanding of the enzyme function.”

glucan endo-1,3-β-D-glucosidase/ beta-1,3-glucanase (EC 3.2.1.39) (Essa enzima age sobre a calose (que é um β-1,3-glucano), degradando-a. Isso acarreta na abertura dos plasmodesmos. Outra função dessa enzima é o ataque a β-1,3-glucanos da parede celular de fungos, agindo também como mecanismo de defesa. Pela ação sobre a calose surge a dúvida se não deve haver um domínio só para callose, ou ela entra em H?)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.39>

<http://www.pnas.org/content/88/5/1820.full.pdf> {Comparison of cloned genes provides evidence for intergenomic exchange of DNA in the evolution of a tobacco glucan endo-1,3-j3-glucosidase gene family - CHRISTOPH SPERISEN, JOHN RYALS, AND FREDERICK MEINS} (fala sobre a ação sobre fungos como mecanismo de defesa)

<http://www.pnas.org/content/90/19/8792.full.pdf> {Physiological compensation in antisense transformants: Specific induction of an "ersatz" glucan endo-1,3-fB-glucosidase in plants infected with necrotizing viruses - ROLAND S. BEFFA, JEAN-MARC NEUHAUS, AND FREDERICK MEINS, JR.} (Enzima relacionada a diversas atividades, incluindo a divisão celular que preciso ver se não tem relação com a parede –não deu para averiguar, não consegui achar o artigo “Sur l'existence d'un “stade callosique” présenté par la paroi cellulaire, au cours de la cytokinèse; L Waterkeyn; CR Acad Sci Paris D; 1967”, que seria o suposto artigo que falaria do papel na expansão celular, mas está em francês e não achei em lugar algum-, as demais não estão relacionadas à parede) “Plant (-1,3-glucanases have been implicated in diverse physiological and developmental processes including microsporogenesis (3), pollen germination (4), fertilization (5, 6), response to wounding (7), and cell division (8).”

<http://www.plantcell.org/content/1/4/447.full.pdf+html> {Functional Implications of the Subcellular Localization of Ethylene-Induced Chitinase and [beta]-1,3-Glucanase in Bean Leaves. - F. Mauch and L. A. Staehelin} (fala da ação como mecanismo de defesa junto com a chitinase. Comenta que estas proteínas conferem resistência contra fungos e bactérias. Comenta também que acharam beta-1,3-glucanase na parede celular –especificamente na lamela média-, mas não comentam nada sobre outra atividade que não a de defesa)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC556734/> {Suppression of 3-1,3-glucanase transgene expression in homozygous plants - Fernanda de Carvalho, Godelieve Gheysen, Sergei Kushnir, Marc Van Montagu, Dirk Inze anc' Carmen Castresana} (fala que é parte do grupo das pathogenesis related (PR) proteins, reforçando a ideia da ação sobre patógenos)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3059.2003.00792.x/full> {Effects of benzothiadiazole and acetylsalicylic acid on β-1,3-glucanase activity and disease resistance in potato - A. I. Bokshi, S. C. Morris, B. J. Deverall} (Artigo mais recente que novamente destaca ação contra patógenos – categoriza como PR-protein - e especifica que tem ação contra fungos)

<http://jb.asm.org/content/177/23/6937.full.pdf> {A Novel Endo-b-1,3-Glucanase, BGN13.1, Involved in the Mycoparasitism of *Trichoderma harzianum* - Jesús de la Cruz, José A. Pintor-Toro, Tahía Benítez, Antonio Llobell, and Luis C. Romero} (Fala que bactérias não tem beta-1,3-glucanos e que a beta-1,3-glucanase age na defesa contra fungos –o que faz todo sentido por as bactérias não terem esse açúcar em sua constituição-. Também aponta questão de existirem dois tipos de beta-1,3-glucanase, com classificações diferentes, havendo novamente o problema do *latu sensu* e *strictu sensu*.)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2006.02986.x/full> {A plasmodesmata-associated β-1,3-glucanase in Arabidopsis - Amit Levy, Michael Erlanger, Michal Rosenthal, Bernard L. Epel} (O trabalho explica a ação da β-1,3-glucanase na degradação da callose/calose que é depositada nos plasmodesmos, sendo um dos fatores que regula sua abertura. Ele também comenta o fato de essa regulação ser importante para evitar a disseminação de patógenos pelas células, uma vez que mutantes sem β-1,3-glucanase não degradam a claose, mantendo seus plasmodesmas fechados, e nisso bloqueiam de forma muito mais eficiente infecções virais.)

<http://www.plantcell.org/content/8/6/1001.full.pdf+html> {Decreased Susceptibility to Viral Disease of β-1,3-Glucanase-Deficient Plants Generated by Antisense Transformation - Roland S. Beffa, Rose-Marie Hofer, Monique Thomas, and Frederick Meins, Jr.} (artigo mais antigo que ainda pondera sobre a possibilidade de a resistência a patógenos aumentar quando não há beta-1,3-glucanase se dá pelo aumento na deposição de calose. O artigo também sugere a relação de retirada da calose pela beta-1,3-glucanase. Ambos pontos já estão confirmados em artigos como o acima, mas achei interessante ver esse artigo que trouxe à tona essas novidades)

<http://mbe.oxfordjournals.org/content/24/4/1045.full> {Functional Divergence in the *Arabidopsis* β-1,3-Glucanase Gene Family Inferred by Phylogenetic Reconstruction of Expression States - Andrew C. Doxey, Mahmoud W. F. Yaish, Barbara A. Moffatt, Marilyn Griffith and Brendan J. McConkey} (Aponta diversas atividades da beta-1,3-glucanase “**Antifungal activity** has been confirmed both in vitro (Sela-Buurlage et al. 1993) and in vivo (Jach et al. 1995) through genetic transformation studies. Another intriguing role of β-1,3-Gs associated with PR function is their **involvement in cold response** (Griffith and Yaish 2004; Yaish et al. 2006). Although research on β-1,3-Gs to date has focused primarily on their PR functions, β-1,3-Gs also play critical roles in normal developmental plant processes. Callose (plant β-1,3-glucan) is found as a transitory material in the cell plate during cell division (Fulcher et al. 1976; Longly and Waterkeyn 1977; Samuels et al. 1995), as a major component of pollen mother cell walls, pollen tubes, plasmodesmatal canals (Stone and Clarke 1992), and seed-covering structures of several dicot species (Leubner-Metzger 2003). Thus, in addition to their roles in pathogen defense, β-1,3-Gs have been implicated in **cell division, pollen development and tube growth, regulation of plasmodesmata signaling, cold response, seed germination, and maturation** (see Hoj and Fincher 1995; Leubner-Metzger and Meins 1999; Leubner-Metzger 2003, for reviews).” ““The **deposition and removal of callose** during **cell plate formation** in active meristems has been noted in previous studies (Fulcher et al. 1976; Longly and Waterkeyn 1977; Samuels et al. 1995) and suggests a role for β-1,3-Gs in **cytokinesis**. β-1,3-Gs have also been implicated in the **maintenance of callose-free plasmodesmata during cell differentiation and signaling** (Rinne et al. 2001).” Os autores ainda especulam que essa enzima pode ter ação sobre a remodelagem da parede celular : “In addition, recent computational and proteomic studies have revealed a large number of Arabidopsis β-1,3-Gs to be GPI-anchored, a feature that is **strongly associated with cell wall remodeling** (Borner et al. 2002, 2003; Elortza et al. 2003).”)

X8 domain (Permite a ligação de proteínas com açúcares. No geral considera-se que liga a β-1,3-glucanase a β-1,3-glucanos, entretanto o primeiro artigo faz uma crítica a essa associação, uma vez que o domínio X8 também pode aparecer sozinho ou ligado a outras proteínas)

<http://www.plantphysiol.org/content/124/4/1515.short#F1> {Glycoside Hydrolases and Glycosyltransferases. Families, Modules, and Implications for Genomics – Bernard Henrissat and Gideon J. Davies} (O artigo aponta que esse domínio que pode aparecer sozinho, ligado à β-1,3-glucanase ou a outras proteínas. Isso gera um problema nas classificações, uma vez que em muitos casos assume-se que pela presença do domínio X8 a enzima em questão é a β-1,3-glucanase (da família GH 17) mas, como mostrado no artigo, essa asssociação nem sempre ocorre. A função do domínio é a ligação da proteína com açúcares (os autores comentam que, no caso, como a enzima é uma β-1,3-glucanase, a ligação seria entre a proteína e um β-1,3-glucano).)

<http://mbe.oxfordjournals.org/content/25/2/254.full> {Domain Tree-Based Analysis of Protein Architecture Evolution - [Kristoffer Forslund](http://mbe.oxfordjournals.org/search?author1=Kristoffer+Forslund&sortspec=date&submit=Submit), [Anna Henricson](http://mbe.oxfordjournals.org/search?author1=Anna+Henricson&sortspec=date&submit=Submit), [Volker Hollich](http://mbe.oxfordjournals.org/search?author1=Volker+Hollich&sortspec=date&submit=Submit) and [Erik L. L. Sonnhammer](http://mbe.oxfordjournals.org/search?author1=Erik+L.+L.+Sonnhammer&sortspec=date&submit=Submit)} (Reforça a informação da ligação com os açúcares (“carbohydrate binding”).)

<http://www.plantcell.org/content/23/1/130.full> {Chilling of Dormant Buds Hyperinduces *FLOWERING LOCUS T* and Recruits GA-Inducible 1,3-β-Glucanases to Reopen Signal Conduits and Release Dormancy in *Populus -* Päivi L.H. Rinne, Annikki Welling, Jorma Vahala, Linda Ripel, Raili Ruonala, Jaakko Kangasjärvi and Christiaan van der Schoot} (fala de um domínio X8 que também pode ser denominado domínio CBM43 que permite especificamente a ligação com calose, enquanto os outros se referiam à β-1,3-glucanase)

beta 1,4 xylosyltransferase

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0031-9317.2004.00390.x/full> {A β-(1-->4)-xylosyltransferase involved in the synthesis of arabinoxylans in developing barley endosperms - Takeshi Urahara, Kouji Tsuchiya, Toshihisa Kotake, Takuji Tohno-oka, Kozo Komae, Naoyuki Kawada and Yoichi Tsumuraya} (De acordo com este artigo o EC é 2.4.2.24, com o nome de 1,4-β-D-xylan synthase. Deixa claro que a beta 1,4 xylosyltransferase é a enzima responsável por sintetizar a cadeia principal do glucuronoarabinoxilano ou qualquer outro polissacarídeo com cadeia principal de xilano, sendo portanto H)

[http://download.springer.com/static/pdf/270/art%253A10.1007%252Fs004250000499.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs004250000499&token2=exp=1466430620~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F270%2Fart%25253A10.1007%25252Fs004250000499.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs004250000499\*~hmac=340fe7d5726b1828dffe479fab018d6c565a440dabf273f10b677d0b321e3a04](http://download.springer.com/static/pdf/270/art%253A10.1007%252Fs004250000499.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs004250000499&token2=exp=1466430620~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F270%2Fart%25253A10.1007%25252Fs004250000499.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs004250000499*~hmac=340fe7d5726b1828dffe479fab018d6c565a440dabf273f10b677d0b321e3a04) {A xylosyltransferase that synthesizes β-(1-->4)-xylans in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings H. Kuroyama and Y. Tsumuraya} (outro artigo do mesmo grupo com as mesmas informações mas em outra planta)

Glycogenin glucosyltransferase (os estudos não são conclusivos, mas ou não se sabe a função ou está relacionado à síntese de amido, sendo, de qualquer forma, NCW)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.186>

<http://www.uniprot.org/uniprot/F4JMI5> (chama de outra coisa, tal qual no Excel, mas no fim descreve como sendo Glycogenin glucosyltransferase)

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q9AV15>

<http://link.springer.com/article/10.1007/s00425-004-1453-9> {Identification and cloning of a submergence-induced gene OsGGT (glycogenin glucosyltransferase) from rice (*Oryza sativa* L.) by suppression subtractive hybridization - YanHua Qi, Naoyoshi Kawano, Yasuo Yamauchi, JianQun Ling, DeBao Li, Kiyoshi Tanaka} (explica como age a enzima e que talvez ela desempenhe um papel nas primeiras etapas da síntese de amido, mas que ainda não se sabe o que ela faz de fato) “**Glycogenin glucosyltransferase catalyzes a self-glucosylation reaction with UDP-glucose as a donor** (Lomako et al. 1988; Pitcher et al. 1988). The **glucose residues** are **covalently linked by α-1,4-glycosidic bonds, as in glycogen,** and the **entire polysaccharide is attached to the protein by a single glucose-1-O-tyrosyl linkage** (Smythe et al. 1988). Moreover, **glycogenin glucosyltransferase forms an oligosaccharide chain of up to ~10 residues that serves as an effective substrate for glycogen synthase** (Alonso et al. 1994). In the **plant kingdom**, there are plant-derived sequences that are similar to glycogenin glucosyltransferase. Studies of the **initiation of starch synthesis in plants suggest that this process may be similar to that of glycogen biosynthesis in animals** (Roach et al. 1997). Amylogenin, a self-glucosylating protein from sweet corn, attaches a carbohydrate moiety to an arginine residue (Singh et al. 1995).” “However, **few studies have been published on glycogenin glucosyltransferase or glycogenin-like protein**, and **their functions have not been clearly defined in plants**.”

<http://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.arplant.54.031902.134927> {FROM BACTERIAL GLYCOGEN TO STARCH: Understanding the Biogenesis of the Plant Starch Granule -Steven G. Ball and Matthew K. Morell} (Diz que função da glycogenin glucosyltransferase nas plantas ainda é desconhecida)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945204004157> {Reduced expression of a protein homologous to glycogenin leads to reduction of starch content in Arabidopsis leaves - Manash Chatterjeea, Pierre Berbezya, Darshna Vyasa, Steve Coatesb, Tina Barsby} (estudo bastante interessante em *Arabidopsis* em busca das glycogenin glucosyltransferases like nela presentes -é like pq as proteínas originais são de animais e levedura, organismos que sintetizam glicogênio como reserva de glicose, diferentemente das plantas, que usam o amido como reserva de glicose-. Eles apontam que ao menos a PGSIP1 seria capaz de exercer função similar e ser então responsável por agir sobre si mesma –que é o modo que a proteína age em mamíferos- para criar a unidade básica que permite a síntese de amido, sendo então um precursor do amido. Entretanto, o estudo não é conclusivo, apenas verifica que a estrutura proveniente do gene teria as propriedades necessárias para exercer essa função)

4-coumarate—CoA ligase (EC 6.2.1.12) (está na base da biossíntese de flavonoides, lignina, isoflavonóides, etc –todos os compostos derivados de fenilporpanóides-. Vou considerar como L uma vez que sem essa etapa inicial não há como formar lignina.)

<http://www.pnas.org/content/95/9/5407.full> {Compartmentalized expression of two structurally and functionally distinct 4-coumarate:CoA ligase genes in aspen (*Populus tremuloides*) - Wen-Jing Hu, Akiyoshi Kawaoka, Chung-Jui Tsai, Jrhau Lung, Keishi Osakabe, Hiroyasu Ebinuma, and Vincent L. Chiang}

<file:///C:/Users/arthu_000/Downloads/emboj00245-0050.pdf> {Structure and elicitor or u.v.-light-stimulated expression of two 4-coumarate:CoA ligase genes in parsley - Carl Douglas, Heidi Hoffmann, Wolfgang Schulz and Klaus Hahlbrock}

<http://www.jbc.org/content/266/13/8551.full.pdf> {Structural Comparison, Modes of Expression, and Putative &-Acting Elements of the Two 4-Coumarate:CoA Ligase Genes in Potato - Michael Becker-Andre, Paul Schulze-Lefert, and Klaus Hahlbrock}

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?ko00940+K01904>

Pectinesterase (P)

<http://www.jstor.org/stable/pdf/40065592.pdf?_=1466607631666> {Silencing of the Major Salt-Dependent Isoform of Pectinesterase in Tomato Alters Fruit Softening - Thanh D. Phan, Wen Bo, Gill West, Grantley W. Lycett, and Gregory A. Tucker} (“responsible for the demethylation of galacturonyl residues in high-Mr pectin.”)

Galactose mutarotase (além de converter beta galactose em alfa galactose, o ExplorEnz dá a entender que essa enzima também faz diversas outras conversões, mas aparentemente são todas NCW, uma vez que ela processa os monossacarídeos. Ou nesse caso considera como degradação?)

<http://www.jbc.org/content/278/45/43885.short> {Structure and Function of Enzymes of the Leloir Pathway for Galactose Metabolism - Hazel M. Holden, Ivan Rayment and James B. Thoden} (converte beta galactose em alfa galactose)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=5.1.3.3>

alpha-xylosidase (os artigos deixam bem claro que ela age sobre os oligossacarídeos do xiloglucano, logo, H)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC111180/> {Cloning and Expression Pattern of a Gene Encoding an α-Xylosidase Active against Xyloglucan Oligosaccharides from Arabidopsis - Javier Sampedro, Carmen Sieiro, Gloria Revilla, Tomás González-Villa, and Ignacio Zarra} “Finally, an α-d-xylosidase has been purified from auxin-treated pea epicotyls (O'Neill et al., 1989), and a second one from cotyledons of nasturtium seedlings (Fanutti et al., 1991). Both enzymes showed relatively high substrate specificity. They acted on xyloglucan oligosaccharides and specifically released the unsubstituted side chain xylosyl residue attached to the backbone glucosyl residue situated farthest from the reducing end of the molecule.”

<http://www.jstor.org/stable/pdf/25758661.pdf?_=1466784234735> {Lack of a-Xylosidase Activity in Arabidopsis Alters Xyloglucan Composition and Results in Growth Defects - Javier Sampedro, Brenda Pardo, Cristina Gianzo, Esteban Guitian, Gloria Revilla, and Ignacio Zarr} (muito similar ao que diz o de cima)

alpha-glucosidase (sinônimos: maltase) (no geral artigos convergem ao afirmar que está relacionada à degradação de amido. Tem um outro que relaciona à síntese de celulose, mas fala que essa relação deve ocorrer apenas de forma indireta e que a enzima não age diretamente sobre a síntese de celulose, então é mesmo NCW)

<http://www.plantphysiol.org/content/108/1/211.full.pdf+html> {The Role of Pea Chloroplast a-Glucosidase in Transitory Starch Degradation - Zhuotao Sun, Stanley H. Duke, and Cynthia A. Henson} (degradação de amido NCW)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003194227585165X> {Lytic bodies from cereals hydrolysing maltose and starch - Clifford A. Adams, Terence G. Watson, Lawrence Novellie} (também degradação de amido)

<http://jcb.rupress.org/content/156/6/1003.full> {α-Glucosidase I is required for cellulose biosynthesis and morphogenesis in Arabidopsis - C. Stewart Gillmor, Patricia Poindexter, Justin Lorieau, Monica M. Palcic, and Chris Somerville} (fala que a alpha-glicosidase cliva n-linked glucans e diz que esse processo não está diretamente relacionado com a síntese de celulose, mas que proteínas relacionados à síntese de celulose podem precisar –é uma das hipóteses- dos açúcares gerados por essa clivagem para conseguir sintetizar a celulose. Acho que por ser indireto e por ser uma relação especulativa também dá para considerar como NCW)

<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1005925819741>

[http://download.springer.com/static/pdf/427/art%253A10.1023%252FA%253A1005925819741.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FA%3A1005925819741&token2=exp=1467219925~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F427%2Fart%25253A10.1023%25252FA%25253A1005925819741.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FA%253A1005925819741\*~hmac=ddd080fd5a7cec73bbbc6074ca119264b6d699ac6714ee36a2328233dae1218c](http://download.springer.com/static/pdf/427/art%253A10.1023%252FA%253A1005925819741.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FA%3A1005925819741&token2=exp=1467219925~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F427%2Fart%25253A10.1023%25252FA%25253A1005925819741.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FA%253A1005925819741*~hmac=ddd080fd5a7cec73bbbc6074ca119264b6d699ac6714ee36a2328233dae1218c) {Plant α-glucosidases of the glycoside hydrolase family 31. Molecular properties, substrate specificity, reaction mechanism, and comparison with family members of different origin - Torben P. Frandsen, Birte Svensson} “Alpha-Glucosidases have been purified from microorganisms, plants, and animals and are divided into three types (Figure 1);type I hydrolyses heterogeneous substrates, such as aryl glucosides and sucrose, more efficiently than maltose; type II prefers maltose and isomaltose and has low activity toward aryl glucosides; type III has the same specificity as type II and in addition attacks polysaccharides like amylose and starch [8, 9]. Alpha-Glucosidases in general have broad specificity and a given substrate is not strictly connected to a single type.”

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1258687/pdf/biochemj01199-0055.pdf> {IV. THE DISTRIBUTION OF MALTASE IN PLANTS. II. THE PRESENCE OF MALTASE IN FOLIAGE LEAVES - ARTHUR JOHN DAISH} (converte maltose proveniente da degradação de amido em glicose NCW)

mutarotase ou aldose 1-epimerase (não achei artigos explicando se há uma função relacionada à parede. A questão é: as conversões entre as formas alfa e beta das moléculas pode propiciar a formação de substratos mais adequados para processamentos específicos por parte da planta, mas algum destes processamentos está relacionado à parede celular?)

<http://www.jbc.org/content/242/18/4263.full.pdf> {Studies on Mutarotases I. PURIFICATION AND PROPERTIES OF A MUTAROTASE FROM HIGHER PLANTS - J. M. BAILEY, PETER H. FISHMAN, AND P. G. PENTCHEV} (Propicia a troca entre estrutura alfa e beta para alguns monossacarídeos) “catalyzes interconversion of alfa and beta anomers –forma cíclica dos monossac- of certain sugars, including D-glucose and D-galactose.”

<http://jb.asm.org/content/190/8/2903.full> {RhaU of Rhizobium leguminosarum Is a Rhamnose Mutarotase - Jason S. Richardson, Xavi Carpena, Jack Switala, Rosa Perez-Luque, Lynda J. Donald, Peter C. Loewen, and Ivan J. Oresnik}

<http://www.jbc.org/content/284/32/21526.full> {Identification of Galacturonic Acid-1-phosphate Kinase, a New Member of the GHMP Kinase Superfamily in Plants, and Comparison with Galactose-1-phosphate Kinase - Ting Yang, Liron Bar-Peled1, Lindsay Gebhart, Sung G. Lee and Maor Bar-Peled}

(em muitos casos a estrutura do monossacarídeo ser alfa ou beta faz toda a diferença para seu processamento, entretanto muitas vezes ocorre de a degradação dos polissacarídeos produzir monos em um formato que não é compatível com as enzimas e o processamento de monos que aquela planta é capaz de fazer. Nessas situações entra em ação a mutarotase, que vai converter os monos no formato inadequado para monos no formato ideal para o processamento, de forma que a plana pode, então, dar sequência às suas atividades metabólicas – informação baseada na leitura dos dois artigos acima)

fructan β-(2,6)-fructosidase (NCW) (EC 3.2.1.154)

<http://www.plantphysiol.org/content/120/2/351.short> {Fructan: More Than a Reserve Carbohydrate? - Irma Vijn and Sjef Smeekens} (Explica tanto o papel do frutano nas plantas como a ação da enzima. O frutano tem função de reserve e de proteção contra deficit hídrico causado por seca ou por frio. A fructosidase degrada o fructano pelas pontas -exoenzima-, removendo fructose a fructose da cadeia) Artigo muito interessante. “Most plants store starch or Suc as reserve carbohydrates, but about 15% of all flowering plant species **store fructans**, which are **linear and branched polymers of Fru**.” “In plants, **fructans may have functions other than carbon storage**; they have been implicated in **protecting plants against water deficit** **caused by drought or low temperatures**” “The **substrate** for **fructan synthesis** is **Suc**, and like Suc, **fructans are stored in the vacuole**. Although Suc is synthesized in the cytoplasm, **fructans are produced in the vacuole**” “An **exohydrolase** with a **β-(2-6)-linkage-specific fructan-β-fructosidase** activity has been purified from the grass Lolium perenne, and a β-(2-1)-linkage-specific exohydrolase has been purified from Jerusalem artichoke (Marx et al., 1997a, 1997b). These enzymes **degrade the fructan polymers** by **removing** the **terminal Fru residue**, resulting in the **release of free Fru**”

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-8137.1997.00642.x/pdf> {Hydrolysis of fructan in grasses: a β-(2-6)-linkage specific fructan- β -fructosidase from stubble of Lolium perenne - BY STEFAN P. MARX, JOSEF NOSBERGER AND MARCO FREHNER} (Fala da fructan β-fructosidase EC 3.2.1.80 que não é propriamente a enzima que estou procurando, mas ele explica que ela também ataca as ligações 2,6 e coloca que age da mesma forma que foi comentado no artigo acima. Fica aqui como confirmação da ação sobre o fructan, por agir também sobre a ligação 2,6. Por sinal, esse é o artigo citado pelo artigo de cima)

{Seasonal variation of fructan- β -fructosidase (FEH) activity and characterization of a β -(2-1)-linkage specific FEH from tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) - BY STEFAN P. MARX, JOSEF NOSBERGER AND MARCO FREHNER} (Explica os diferentes tipos de oligos que constituem o fructan, que podem ser inulin, levan and graminan. É o outro artigo que primeiro usou como referênia, mas esse aqui não fala da enzima que preciso, fala da que age nos fructan com ligação β-(2-1). Coloquei pela explicação dos oligos que ficou faltando no primeiro artigo) “Depending on the prevailing types of glycosidic linkages, different fructan types can be distinguished: inulin is β-(2-1)-linked, levan is β-(2-6)-linked and graminan is both β-(2-1) and and β-(2-6)-linked.”

bifunctional dihydroflavonol 4-reductase flavanone 4-reductase (NCW relacionado à síntese de antocianidinas -coloração-, defesa contra patógenos e herbivoria e à características de interesse alimentar –fenólicos que podem ter benefícios para a saúde humana-, mas nada relacionada à síntese ou degradação de parede.)

<http://ac.els-cdn.com/S0003986103000134/1-s2.0-S0003986103000134-main.pdf?_tid=faf9dc58-4aa8-11e6-aed8-00000aab0f6c&acdnat=1468600210_d777d5484e7c51ec88015da43f47e6cc> {Molecular cloning, substrate specificity of the functionally expressed dihydroflavonol 4-reductases from Malus domestica and Pyrus communis cultivars and the consequences for flavonoid metabolism - Thilo C. Fischer, Heidrun Halbwirth, Barbara Meisel, Karl Stich, and Gert Forkmann} (só menciona a existência da dupla função)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2852856/> {The Creation and Physiological Relevance of Divergent Hydroxylation Patterns in the Flavonoid Pathway - Heidi Halbwirth} (Explica que a dihydroflavonol 4-reductase pode exercer sua função principal ou agir também como flavonone 4-reductase. Isso vai variar de acordo com o substrato presente na planta. Havendo dihydroflavonols como substrato a enzima sempre agirá como dihidroflavonol 4-reductase, o que é o mais comum nas plantas. Entretanto, caso a enzima precursora dos dihydroflavonols esteja ausente ou com expressão reduzida haverá maior quantidade de flavonons do que de dihydroflavonols e então a enzima agirá como flavonone 4-reductase. Agindo de uma forma ou de outra a enzima irá gerar substratos diferentes. Ao agir como dihydroflavonol 4-reductase ela gera hydroxyanthocyanidins e ao agir como flavonone 4-reductase ela gera deoxyanthocyanidins. Em todos os caso, as substâncias sintetizadas estão relacionadas à coloração ou defesa das plantas contra patógenos, não estando relacionadas a parede celular)

<http://ac.els-cdn.com/S0168945205003997/1-s2.0-S0168945205003997-main.pdf?_tid=ce97831a-4aab-11e6-86c5-00000aacb35f&acdnat=1468601424_e4e12246f8cd34862bf5b29a995ca9e2> { Synthesis of (14C)-labeled 5-deoxyflavonoids and their application in the study of dihydroflavonol/leucoanthocyanidin interconversion by dihydroflavonol 4-reductase - Heidrun Halbwirth, Stefan Kahl, Walter Jäger, Gottfried Reznicek, Gert Forkmann, Karl Stich} (Eu só olhei bem por cima pois este artigo é mais antigo e menos preciso do que o anterior, mas ele parece dar explicações químicas detalhadas e interessantes)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003986103000134> {Molecular cloning, substrate specificity of the functionally expressed dihydroflavonol 4-reductases from *Malus domestica* and Pyrus *communis* cultivars and the consequences for flavonoid metabolism - Thilo C Fischera, Heidrun Halbwirthb, Barbara Meisela, Karl Stichb, Gert Forkmann} (Fala claramente das duas funções e foca na produção de um composto - 3-deoxyflavonoids - que permite a defesa contra um patógeno específico. Deixa bem claro que a dupla função ocorre e que ela varia de acordo com o substrato que se faz presente, tal qual o outro artigo mostrou. O artigo destaca que apesar de haver essa dupla funcionalidade é provável que existam outras enzimas que exerçam esses papéis de forma individual)

<https://www.researchgate.net/publication/11031474_Heterologous_expression_of_dihydroflavonol_4-reductases_from_various_plants> {Heterologous expression of dihydroflavonol 4-reductases from various plants - Stefan Martens, Teemu H Teeri and Gert Forkmann} (Artigo que explica de forma bem didática as duas ações da enzima “With NADPH as a cofactor, DFR - dihydroflavonol 4-reductase - catalyzes the stereospecific reduction of (2R,3R)-dihydroflavonols (DHF) to the respective leucoanthocyanidins (2R,3S,4S-flavan-3,4-cis-diols) (Fig. 1 ). The colorless, unstable leucoanthocyanidins are the immediate precursors for the synthesis of anthocyanins, the major water-soluble pigments in flowers and fruits, but they are also precursors for catechins and proanthocyanidins, which are involved in plant resistance and influence food and feed quality of plant products [3].” “DFR may also exhibit flavanone 4-reductase (FNR) activity catalyzing reduction of flavanones to flavan-4-ols, the key reaction in 3-deoxyflavonoid biosynthesis [9]. The assumption that a single enzyme is involved in the DFR and FNR reactions is further supported by the observation that purified DFR from young buds of Dahlia variabilis catalyzed the reduction of both substrates [10], but final proof is still missing. In recent years, the 3-deoxyflavonoid pathway has received considerable attention particularly due to the resistance properties of 3-deoxyflavonoids against fungal and bacterial plant pathogens [11,12] and the antioxidant capacity of these compounds [13].” Estes autores consideram que ainda há falta de provas conclusivas da dupla ação da enzima, apesar de haver algumas evidências nesse sentido.)

**No esquema mais acelerado objetivando acabar em um mês**

7-deoxyloganetin glucosyltransferase (ligado à síntese de iridoids, NCW)

<http://www.jbc.org/content/286/37/32866.full> {Iridoid-specific Glucosyltransferase from Gardenia jasminoides - Mai Nagatoshi, Kazuyoshi Terasaka, Akito Nagatsu and Hajime Mizukami}

<http://www.plantcell.org/content/25/10/4123.full> {A 7-Deoxyloganetic Acid Glucosyltransferase Contributes a Key Step in Secologanin Biosynthesis in Madagascar Periwinkle - Keisuke Asadaa, Vonny Salimb, Sayaka Masada-Atsumia, Elizabeth Edmundsb, Mai Nagatoshia, Kazuyoshi Terasakaa, Hajime Mizukamia and Vincenzo De Luca}

cyanohydrin glucosyltransferase (NCW – age na via relacionada à produção de cianidinas)

<http://www.jbc.org/content/274/50/35483.full> {The UDP-glucose:p-Hydroxymandelonitrile-O-Glucosyltransferase That Catalyzes the Last Step in Synthesis of the Cyanogenic Glucoside Dhurrin in Sorghum bicolor - ISOLATION, CLONING, HETEROLOGOUS EXPRESSION, AND SUBSTRATE SPECIFICITY - Patrik Raymond Jones, Birger Lindberg Møller and Peter Bordier Høj}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942203002619> {The in vitro substrate regiospecificity of recombinant UGT85B1, the cyanohydrin glucosyltransferase from Sorghum bicolor - Karina Sinding Hansena, Charlotte Kristensena, David Bruce Tattersalla, Patrik Raymond Jonesa, Carl Erik Olsenb, Søren Baka, Birger Lindberg Møller}

xyloglucan fucosyltransferase EC (como o nome indica, age sobre o xiloglucano, H)

<http://science-sciencemag-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/content/284/5422/1976.full> {Xyloglucan Fucosyltransferase, an Enzyme Involved in Plant Cell Wall Biosynthesis - Robyn M. Perrin, Amy E. DeRocher, Maor Bar-Peled, Weiqing Zeng, Lorena Norambuena, Ariel Orellana, Natasha V. Raikhel, Kenneth Keegstra}

<http://www.jbc.org/content/275/20/15082.long> {Biochemical Characterization and Molecular Cloning of an α-1,2-Fucosyltransferase That Catalyzes the Last Step of Cell Wall Xyloglucan Biosynthesis in Pea - Ahmed Faik, Maor Bar-Peled, Amy E. DeRocher, Weiqing Zeng, Robyn M. Perrin, Curtis Wilkerson, Natasha V. Raikhel and Kenneth Keegstra}

alpha 1,3 fucosyltransferase/ glycoprotein 3-α-L-fucosyltransferase/ GDP-L-Fuc:Asn-linked GlcNAc α1,3-Fucosyltransferase (só age em oligos ligados a nitrogênio, em especial à asparagina. Eu não consegui entender a função –se é que o artigo a citou-, mas de qualquer forma não está relacionado aos açúcares de parede, sendo portanto NCW)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.214>

{Purification, cDNA Cloning, and Expression of GDP-L-Fuc:Asn-linked GlcNAc α1,3-Fucosyltransferase from Mung Beans - Haralt Leiter, Jan Mucha, Erika Staudacher, Rudolf Grimm, Josef Glössl and Friedrich Altmann}

<http://www.jbc.org/content/274/31/21830.long>

alpha 1,4 fucosyltransferase (NCW)

{A novel plant α4-fucosyltransferase (Vaccinium myrtillus L.) synthesises the Lewisa adhesion determinant - Angelina S. Palma, Cidália Vila-Verde, Ana Sofia Pires, Pedro S. Fevereiro, Júlia Costa} (tem como substratos: oligossacarídeos ligados a caudas hidrofóbicas e glicoproteínas que contém o determinante do tipo I. Possivelmente relacionado à defesa cotra patógenos)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/S0014-5793(01)02568-6/full>

Glicosídeos ligados a nitrogênio (inclusive nitrogênio do aminoácido asparagina)

<https://en.wikipedia.org/wiki/N-linked_glycosylation>

alpha 1,2 fucosyltransferase (coloca fucose no AGP arabinogalactan-proteins, mas parece que também pode fazê-lo no xiloglucano, olhar mais a fundo e ver se as outras fucosyltranserase não agem da mesma forma-)

<http://www.plantphysiol.org/content/153/2/403.full> {Arabinogalactan-Proteins: Key Regulators at the Cell Surface? - Miriam Ellis, Jack Egelund, Carolyn J. Schultz and Antony Bacic} (Two members of CAZy GT-family-37, AtFUT4 and AtFUT6, were recently characterized as α(1,2)-fucosyltransferases (FUTs) that are specific for AGPs)

<http://www.uniprot.org/uniprot/Q9SWH5> Fiquei bem perdido com a explicação que eles deram. Parece que afirmam que age sim sobre o xiloglucano, mas depois mudam e falam que age sobre proteínas ligadas ao golgi que vão permitir a síntese dos xiloglucanos. Mas vendo pela entrada do EC number que eles apontam, fala-se em ação mais frequente da enzima sobre glicoproteínas e glicolipídios.

cinnamate beta-d-glucosyltransferase (EC 2.4.1.177) (forma versão glicosilada do ácido cinâmico ou do p-cumárico. Vendo o primeiro artigo e os mapas do Kegg –esse abaixo do primeiro artigo e o que está lá em cima nesse documento, ambos mostrando a biossíntese de fenilpropanóides- fica claro que tanto o ácido cinâmico como o ácido p-cumárico estão ainda no começo das reações dos fenilpropanóides, de modo que não dá para dizer que eles estão diretamente relacionados à formação de lignina –sendo muito mais abrangentes do que isso-. Olhando outros artigos vê-se que de fato a enzima age preferencialmente sobre esses dois substratos, mas pode também agir sobre diversas outras substâncias. Entretanto, essa diversidade de atividades parece de fato estar relacionada à defesa e ao transporte destas substâncias, não havendo relação direta com a síntese ou degradação de compostos da parede NCW)

<http://www.plantphysiol.org/content/140/3/1047.full> {Cinnamate Metabolism in Ripening Fruit. Characterization of a UDP-Glucose:Cinnamate Glucosyltransferase from Strawberry - Stefan Lunkenbein, MariLuz Bellido, Asaph Aharoni, Elma M.J. Salentijn, Ralf Kaldenhoff, Heather A. Coiner, Juan Muñoz-Blanco and Wilfried Schwab} (liga uma glicose ao ácido cinâmico ou ao ácido p-cumárico – *in vitro* também o faz com o ácido benzoico, caféico e outrosfenil propanóides-, gerando a forma glicosilada do mesmo, que é precursora para diversos metabólitos secundários. Relacionada ao metabolismo de fenilpropanóides)

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?map00940+C00423> (mostrando ácido cinâmico e que ele vem antes da síntese de lignina, sendo precursor de muitas substâncias e não dando para dizer que afeta diretamente a lignina)

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/biochemistry1922/95/1/95_1_205/_pdf> {Partial Purification and Characterization of UDPG : t-Cinnamate Glucosyltransferase in the Root of Sweet Potato, *Ipomoea batatas* Lam - Tsutomu Shimizu and Mineo Kojima} (reforça capacidade de agir em diferentes fenilpropanóides, mas tendo o ácido cinâmico como principal)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/S0014-5793(98)01257-5/full> {Two tobacco genes induced by infection, elicitor and salicylic acid encode glucosyltransferases acting on phenylpropanoids and benzoic acid derivatives, including salicylic acid - Laurence Fraissinet-Tachet, Rachel Baltz, Julie Chong, Serge Kauffmann, Bernard Fritig, Patrick Saindrenan} (Since these SA- and pathogen-inducible glucosyltransferases are apparently not involved in regulating SA levels, the question then becomes: what is their role in defense responses? Glucose conjugation might serve to activate the acyl moiety for trans-esterification into the cell wall for cross-linking polysaccharides and/or for anchoring of phenolic polymers into lignin-like material [26, 27]. In bean, the elicitation during defense responses of UDP-glucose:cinnamate glucosyltransferase activity is associated with the appearance of cinnamates esterified to cellulosic and hemicellulosic components [28]. The accumulation of the cell wall-bound residues was preceded by the appearance of glucosides in the cells. Elicitor treatment of cultured parsley cells stimulated UDP-glucose:cinnamate, UDP-glucose:p-coumarate, and UDP-glucose:ferulate glucosyltransferases prior to the incorporation of these hydroxycinnamic acids into the cell wall [24]. In tobacco cell cultures, the release of scopoletin into the medium after methyl jasmonate elicitation involved the intermediate formation of the glucoside scopoline [29]. Furthermore, the formation of cinnamoyl alcohol glucosides may be important in transport to the cell wall, because the unglycosylated precursors like coniferyl alcohol are not very soluble in water [14]. --- Ele fala que essa glicosiltransferase é capaz, dentre outras coisas, de glicosilar subunidades de lignina, que seriam então direcionadas à parede e lá formariam a lignina (me parece que a ideia é que sem a glicosilação por essa enzima as subunidades não chegariam à parede e não haveria forma de sintetizar/depositar lignina na parede). Ele afirma de forma bem clara que tem relação com defesa (há aumento significativo no acúmulo de RNAm quando há patógeno, frente a um controle sem patógeno, onde não rola nada. Além disso cita artigos que também deixam bem clara associação com patógenos, como o último artigo dessa lista)---)

<http://link.springer.com/article/10.1007/s00425-007-0492-4> {FaGT2: a multifunctional enzyme from strawberry (Fragaria × ananassa) fruits involved in the metabolism of natural and xenobiotic compounds - Christian Landmann, Barbara Fink, Wilfried Schwab} (Reforça afirmação de que glicosila ácido cinâmico e p-cumárico, mas que também pode agir sobre derivados de ácido cinâmico e benzoico, incluindo o p-cumárico e diversos “tipos” de ácido cinâmico, assim como outras substâncias, como o ácido sórbico, sendo bastante abrangente em sua atividade.Isso está relacionado à “However, all substrates in common allow the easy subtraction of a proton and the stabilization of the formed anions by conjugation with a π-electron system, as evidenced by the decreasing glucosylation rate from sorbic acid over trans-2-hexenoic acid to trans-3-hexenoic acid. Hence, it can be hypothesized that the efficient transfer of a glucose moiety is restricted to glucosylation sites that have the possibility to conjugate the negative charge. Besides structural properties, this feature helps to explain the broad spectrum of accepted substrates and even the glycosylation of phenolic compounds. Our findings support the proposed chemoselectivity of plant glucosyltransferases (Meßner et al. 2003)”. Além disso, essa enzima também é importante para a remoção/assimilação/transformação em algo não danoso de substâncias tóxicas para a planta -xenobióticas-)

<http://ac.els-cdn.com/003194229085030J/1-s2.0-003194229085030J-main.pdf?_tid=e5e44524-9530-11e6-8a59-00000aacb35f&acdnat=1476794973_67d7261014f91df1f08017296f4ba402> {Metabolic fate of cinnamic acid in elicitor treated cell suspension cultures of *Phaseolus vulgaris* - Robert Edwards, Mehrdad Mavandad and Richard A. Dixon} (Fala apenas da glicosilação do ácido cinâmico e que há correlação com resposta a patógeno em outras plantas –há aumento da glicosilação na presença de patógenos pois com isso esse ácido é transportado e levado até a parede onde pode executar funções de defesa-, mas isso não foi observado nessa espécie de feijão)

phosphatidylinositol 3- and 4-kinase (phosphatidylinositol é um fosfolipídeo. As enzimas kinase em questão adicionam fosfato em posições específicas NCW)

<http://www.plantcell.org/content/14/10/2399.full> {Phosphatidylinositol 3- and 4-Phosphate Are Required for Normal Stomatal Movements - Ji-Yul Jung, Yong-Woo Kim, June M. Kwak, Jae-Ung Hwanga, Jared Youngc, Julian I. Schroederc, Inhwan Hwangb and Youngsook Lee}

Coniferin β-Glucosidase (L)

<http://www.plantphysiol.org/content/107/2/331.short> {A [beta]-Glucosidase from Lodgepole Pine Xylem Specific for the Lignin Precursor Coniferin - D. P. Dharmawardhana, B. E. Ellis and J. E. Carlson} (Desglicosila as subunidades de lignina que estão glicosiladas e permite que elas se liguem na lignina)

p-Coumarate 3-hydroxylase (C3H) (L)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.2002.01266.x/epdf> {The Arabidopsis REF8 gene encodes the 3-hydroxylase of phenylpropanoid metabolism - Rochus Franke, John M. Humphreys, Matthew R. Hemm, Jeff W. Denault, Max O. Ruegger, Joanne C. Cusumanoand Clint Chapple} (“this P450 is C3H and is required for thesynthesis of the precursors of wild-type lignin andsinapate esters in Arabidopsis.”)

<http://www.jbc.org/content/281/13/8843.full> {Effects of Coumarate 3-Hydroxylase Down-regulation on Lignin Structure - John Ralph, Takuya Akiyama, Hoon Kim, Fachuang Lu, Paul F. Schatz, Jane M. Marita, Sally A. Ralph∥, M. S. Srinivasa Reddy, Fang Chen and Richard A. Dixon} (“The anticipated effect of C3H deficiency, an enhancement of the relative level of p-hydroxyphenyl (P) units in the lignin, is compellingly demonstrated in the aromatic profiles revealed by HSQC NMR spectra (Fig. 2). Wild-type plants have syringyl/guaiacyl lignins with only low levels of P-units. Reduction of C3H depressed the synthesis of coniferyl and sinapyl alcohols, although as noted for all other enzymes in the pathway, not in direct proportion to the enzyme expression level. The most severely down-regulated C3H-4a line (Fig. 2b) was G- and S-depleted and strikingly P-rich (∼65% P; Table 2).”)

Rossmann-fold NAD(P)(+)-binding proteins (também chamado simplesmente de Rossmann fold ou NADB)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Rossmann_fold> (São proteínas que normalmente se ligam a nucleotídeos. Um exemplo são dehydrogenases)

cinnamoyl-coA reductase (L)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.1998.00014.x/epdf> {Down-regulation of Cinnamoyl-CoA Reductase inducessignificant changes of lignin profiles in transgenic tobaccoplants - Joel Piquemal, Catherine Lapierre, Kate Myton, Ann O’Connell, Wolfgang Schuch, Jacqueline Grima-Pettenati and Alain-M. Boudet} (Mostra que ao diminuir a expressão da cinnamoyl-coA reductase há alteração na composição da lignina –unidade guaiacyl diminui-e redução na quantidade de lignina na planta)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.2001.01140.x/epdf> {Strong decrease in lignin content without significant alteration of plant development is induced by simultaneous down-regulation of cinnamoyl CoA reductase (CCR) and cinnamyl alcohol dehydrogenase (CAD) in tobacco plants - Matthieu Chabannes, Abdellah Barakate, Catherine Lapierre, Jane M. Marita, John Ralph, Michel Pean,Saida Danoun, Claire Halpin, Jacqueline Grima-Pettenati and Alain Michel Boudet} (outro artigo do mesmo grupo do artigo acima que novamente afirma que ao reduzir a expressão da cinnamoyl-coA reductase há redução na quantidade de lignina.)

<http://www.genetics.org/content/171/3/1257.full> {Polymorphisms in Cinnamoyl CoA Reductase (CCR) Are Associated With Variation in Microfibril Angle in *Eucalyptus* spp. - Bala R. Thumma, Maureen F. Nolan, Robert Evans, Gavin F. Moran} (“In the **biosynthetic pathway of lignins**, enzymes belonging to the **common phenylpropanoid pathway catalyze the reactions**, starting with **deamination of phenylalanine** and leading to the **synthesis of hydroxycinnamoyl CoA esters**. **Hydroxycinnamoyl CoA esters** are **directed toward lignin synthesis** through **two enzymes**. **Cinnamoyl CoA reductase (CCR) converts hydroxycinnamoyl CoA esters into cinnamaldehydes**, and **cinnamoyl alcohol dehydrogenase (CAD) catalyzes the reduction of cinnamaldehydes into hydroxycinnamoyl alcohols, the precursors of lignin**”)

galactoside 2-α-L-fucosyltransferase (EC 2.4.1.69) (difícil dizer a que se relaciona. Tem muitos estudos em bactérias e humanos, mas em plantas, como destaca o atigo abaixo, tem poucos estudos, sendo complicado achar artigos sobre essas enzimas. Por isso, somente saber que é uma galactoside 2- α-L-fucosyltransferase não é muito informativo. Outro ponto a se destacar é que chamar de galactoside α-L-fucosyltransferase parece ser uma redundância, uma vez que, de acordo com o segundo artigo, as ligações 1,2-α sempre são feitas entre a fucose –o açúcar que está sendo transferido/ligado à molécula- e uma galactose –que é a molécula receptora-).

<http://www.plantphysiol.org/content/127/4/1595.full> {Characterization of a Family of *Arabidopsis* Genes Related to Xyloglucan Fucosyltransferase - Rodrigo Sarria, Tanya A. Wagner, Malcolm A. O'Neill, Ahmed Faik, Curtis G. Wilkerson, Kenneth Keegstra and Natasha V. Raikhel} (“Because few plant fucosyltransferases have been biochemically and molecularly characterized (Oriol et al., 1999), it is not possible to predict the functions of the enzymes related to AtFUT1 –*Arabidopsis thaliana* fucosyltrnasferase 1, que é uma xyloglucan fucosyltransferase- based only on their amino acid sequence. In contrast, many fucosyltransferases have been characterized in bacteria and other eukaryotes because extracellular Fuc is important in cell recognition and signaling.” “…there are numerous putative fucosyltransferase genes present in microorganisms, plants, and animals with unknown biological functions and substrate specificities.”)

<http://glycob.oxfordjournals.org/content/8/1/87.full> {Conserved structural features in eukaryotic and prokaryotic fucosyltransferases - Christelle Breton, Rafael Oriol and Anne Imberty} (“Fucosyltransferases are the enzymes transferring fucose from GDP-Fuc to Gal in an α1,2-linkage and to GlcNAc in α1,3-, α1,4-, or α1,6-linkages.”)

anthocyanin 5-o-glucosyltransferase (é uma enzima bastante interessante que glicosila a antocianina na posição 5, sendo que o mais comum é a glicosilação na posição 3. Eu não fui muito a fundo, mas de acordo com o primeiro artigo parece que essa glicosilação na posição 5 permite a ligação entre duas antocianidinas com diferentes glicosilações na posição 3, funcionando como uma ponte entre elas. Com isso geram-se combinações de cores. Pelo segundo artigo só fica claro que essa glicosilação na posição 5, mesmo que não faça essa ponte entre antocianinas, é capaz, *per se*, de gerar alteração na coloração da flor das plantas. De qualquer forma não há dúvida de que é NCW.)

<http://www.jbc.org/content/274/11/7405.full> {Molecular Cloning and Biochemical Characterization of a Novel Anthocyanin 5-O-Glucosyltransferase by mRNA Differential Display for Plant Forms Regarding Anthocyanin - Mami Yamazaki, Zhizhong Gong, Masako Fukuchi-Mizutani, Yuko Fukui, Yoshikazu Tanaka, Takaaki Kusumi and Kazuki Saito}

<http://jxb.oxfordjournals.org/content/59/6/1241.full> {Cloning and characterization of the UDP-glucose:anthocyanin 5-O-glucosyltransferase gene from blue-flowered gentian - Takashi Nakatsuka, Kei Sato, Hideyuki Takahashi, Saburo Yamamura and Masahiro Nishihara}

exohydolase/exhydrolase – misspell de exohydrolase, que pode se referir a uma infinidade de enzimas.

Hexosyltransferase – é um grupo de enzimas, 2.4.1.-.

<http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/EC2/4/1/>

Hevamine-A like, hevamine-A precursor, hevamine (NCW A hevamine é uma chitinase -quitinase- da nossa seringueira –*Hevea brasiliensis*, daí o nome da enzima- pertencente à família GH 18. Além da função de chitinase essa enzima também age como lysozyme -lisozima-, tal qual outras chitinases. Existe tanto a hevamine A como a hevamine B, mas ambas têm função de chitinase/lysozyme.)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969212694001200> {Crystal structures of hevamine, a plant defence protein with chitinase and lysozyme activity, and its complex with an inhibitor - Anke C. Terwisscha van Scheltinga, Kor H. Kalk, Jaap J. Beintema, Bauke W. Dijkstra}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022283696905100> {The 1.8 Å Resolution Structure of Hevamine, a Plant Chitinase/Lysozyme, and Analysis of the Conserved Sequence and Structure Motifs of Glycosyl Hydrolase Family 18 - Anke C. Terwisscha van Scheltinga, Michael Hennig, Bauke W. Dijkstra}

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0014-2956.2001.02721.x/full> {Expression and characterization of active site mutants of hevamine, a chitinase from the rubber tree *Hevea brasiliensis* - Evert Bokma, Henriëtte J. Rozeboom, Mark Sibbald, Bauke W. Dijkstra, Jaap J. Beintema}

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1432-1033.1991.tb21057.x/pdf> {The primary structure of hevamine, an enzyme with lysozyme/chitinase activity from *Hevea brasiliensis* latex - Peter A. JEKEL, J. Bernard H. HARTMANN and Jaap J. BEINTEMA}

1,3-β-glucan synthase e/ou callose synthase (relação da calose com a parede ainda está bastante confuse para mim. A hemicelulose é o betaglucano de ligação mista, mas a calose é um beta glucano só com ligações 1,3, então não é hemicelose, tendo inclusive uma classificação própria, a calose. Pelos artigos fica claro que a calose pode ter diversas funções, desde a ação no plasmodesmo, defesa contra patógenos e importância para divisão celular. Alguns artigos até mencionam a parede, mas nesse caso ela seria um novo domínio, só da calose? Ou entra como H?)

<http://www.plantcell.org/content/15/11/2503.full> {An Arabidopsis Callose Synthase, GSL5, Is Required for Wound and Papillary Callose Formation - Andrew K. Jacobs, Volker Lipka, Rachel A. Burtona, Ralph Panstrugab, Nicolai Strizhovc, Paul Schulze-Lefert and Geoffrey B. Fincher}

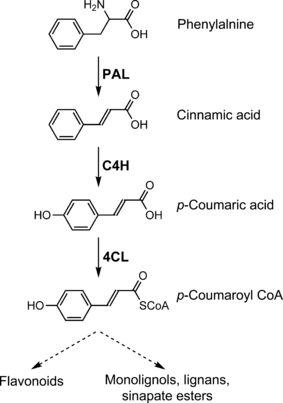
<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1013679111111> {Plant callose synthase complexes - Desh Pal S. Verma and Zonglie Hong}

<http://www.plantcell.org/content/13/4/755.full> {A Cell Plate–Specific Callose Synthase and Its Interaction with Phragmoplastin - Zonglie Hong, Ashton J. Delauney1 and Desh Pal S. Verma}

<http://link.springer.com/article/10.1007/s004250000496> {A putative plant homolog of the yeast β-1,3-glucan synthase subunit FKS1 from cotton (*Gossypium hirsutum* L.) fibers - Xiaojiang Cui, Heungsop Shin, Charlotte Song, Walairat Laosinchai, Yoshihiko Amano, Malcolm R. Brown}

trans-cinnamate 4-monooxygenase/cinnamate 4-hydroxylase/C4H (EC 1.14.13.11) (age em um ponto basal da via dos fenilpropanóides, sendo NCW. OBS: contém o grupo p450 na estrutura da proteína.)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2009.03996.x/full> (Deixa bem claro que faz parte da via que processa a fenilalanina e forma o p-cumaroil CoA, agindo especificamente na formação do ácido p-cumárico a partir do ácido cinâmico. Por ser logo no começo da via e estar relacionada à formação do p-cumaroil CoA acaba sendo uma enzima muito importante, uma vez que esse composto servirá de base para muitas coisas diferentes, como inclusive é mostrado na figura.



) {Mutations in the cinnamate 4-hydroxylase gene impact metabolism, growth and development in *Arabidopsis* - Anthony L. Schilmiller, Jake Stout, Jing-Ke Weng, John Humphreys, Max O. Ruegger, Clint Chapple}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942203002656> (confirma informações sobre ação da C4H) {Functional expression of cinnamate 4-hydroxylase from *Ammi majus* L. - Silvia Hübner, Marc Hehmann, Stephan Schreiner, Stefan Martens, Richard Lukačin, Ulrich Matern}

Pectinacetylesterase (removem acetilações das pectinas - P)

<https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&q=pectinacetylesterase+plant&btnG=&lr>=

<http://www.plantcell.org/content/24/1/50.full> (removem acetilações das pectinas) {Acetylesterase-Mediated Deacetylation of Pectin Impairs Cell Elongation, Pollen Germination, and Plant Reproduction - Jin-Ying Gou, Lisa M. Miller, Guichuan Hou, Xiao-Hong Yu, Xiao-Ya Chen and Chang-Jun Liu}

<http://link.springer.com/article/10.1007/s00425-014-2139-6> (removem acetilações das pectinas) {Identification and functional characterization of the distinct plant pectin esterases PAE8 and PAE9 and their deletion mutants - Amancio de Souza, Philip A. Hull, Sascha Gille, Markus Pauly}

Eg45-like domain (pode ser um domínio de expansinas, então pode ser um E)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tpj.13037/full> {A synteny-based draft genome sequence of the forage grass *Lolium perenne* -Stephen L. Byrne, Istvan Nagy, Matthias Pfeifer, Ian Armstead, Suresh Swain, Bruno Studer, Klaus Mayer, Jacqueline D. Campbell, Adrian Czaban, Stephan Hentrup, Frank Panitz, Christian Bendixen, Jakob Hedegaard, Mario Caccamo, Torben Asp} (“**Expansins** typically have **two conserved protein domains**: a **cysteine-rich domain** showing **similarity to family 45 endoglucanases (EG45-like domain)** and a **cellulose-binding domain**.”)

UDP-glucuronate:xylan alpha-glucuronosyltransferase/GlucUronic acid substitution of Xylan /GlcA substitution of xylan 1/GUX (parece ser H, uma vez que está ligado à adição de ácido glucurônico em cadeias de xilano)

<http://www.ebi.ac.uk/interpro/entry/IPR030519>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22537759/> {Arabidopsis GUX proteins are glucuronyltransferases responsible for the addition of glucuronic acid side chains onto xylan. - Lee C, Teng Q, Zhong R, Ye ZH}

<http://pcp.oxfordjournals.org/content/53/7/1204.long> {Arabidopsis GUX Proteins Are Glucuronyltransferases Responsible for the Addition of Glucuronic Acid Side Chains onto Xylan - Chanhui Lee, Quincy Teng, Ruiqin Zhong and Zheng-Hua Ye} (artigo falando da ação da glucuronosyltransferase -GlcAT no artigo- sobre o arabinoxilano - H)

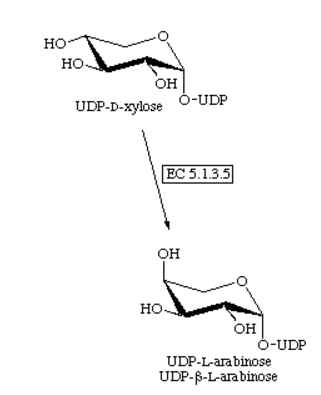
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3428776/?tool=EBI> {Three Members of the Arabidopsis Glycosyltransferase Family 8 Are Xylan Glucuronosyltransferases - Emilie A. Rennie, Sara Fasmer Hansen, Edward E.K. Baidoo, Masood Z. Hadi, Jay D. Keasling, and Henrik Vibe Scheller} (“The genes *GlcA* *Substitution of Xylan1* (*GUX1*) and *GUX2* have also been implicated in xylan synthesis in coexpression analyses from several groups (Brown et al., 2005; Persson et al., 2005; Ko et al., 2006; Oikawa et al., 2010). ... In addition, *gux1* and *gux2* mutants showed a significant reduction in both xylan GlcA substitutions and xylan GlcA transferase (GlcAT) activity in microsomal fractions (Mortimer et al., 2010; Oikawa et al., 2010; Lee et al., 2012). Here, we provide biochemical evidence that GUX1 is directly responsible for adding GlcA substitutions to xylan. We also show that GUX2 and another related protein, GUX4, have xylan glucuronosyltransferase activity.” )

Epimerases (pelas imagens parece que só fazem converses entre monossacs, de modo que não sei se dá para incluir na parede, creio que não, ficaria como NCW)

<http://www.plantcell.org/content/15/2/523.full> (não fala muito sobre, mas traz imagem -<http://www.plantcell.org/content/15/2/523/F1.expansion.html>- que mostra epimerases e outras enzimas fazendo conversão de UDP-sugars, de modo que fica claro que o que elas fazem são essas conversões entre monossacarídeos.) {The Biosynthesis of L-Arabinose in Plants: Molecular Cloning and Characterization of a Golgi-Localized UDP-D-Xylose 4-Epimerase Encoded by the *MUR4* Gene of Arabidopsis - Emilie G. Burget, Rajeev Verma, Michael Mølhøj and Wolf-Dieter Reiter}

<http://www.enzyme-database.org/reaction/polysacc/UDPAra.html> (página vinda do ExplorEnz que mostra conversão entre açúcares UDP por meio de glycosyl transferases)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11706991> (epimerases alteram a conformação estereoquímica das molécluas, ou seja, altera a forma como se dão as ligações químicas em uma molécula -mas sem alterar seus components básicos, só as ligações entre eles-. Essas epimerases vão portanto fazer conversões entre estruturas de pentoses, por exemplo, e assim converter, por exemplo, uma UDP-D-xylose em uma UDP-L-arabinose –a imagem abaixo, retirada do esquema do ExplorEnz, ilustra essa conversão de xylose para arabinose que se dá pela alteração da posição da ligação entre C e OH, alterando apenas a posição da ligação e nada mais-)



<https://en.wikipedia.org/wiki/Stereochemistry> (estereoquímica)

udp-glucuronic acid decarboxylase/ UDP-glucuronate decarboxylase (converte UDP-glucuronic acid/UDP-GlcA em UDP-xylose. NCW)

<http://www.plantphysiol.org/content/130/4/2188.full> {Biosynthesis of UDP-Xylose. Cloning and Characterization of a Novel Arabidopsis Gene Family, *UXS*, Encoding Soluble and Putative Membrane-Bound UDP-Glucuronic Acid Decarboxylase Isoforms - April D. Harper and Maor Bar-Peled}

<http://jxb.oxfordjournals.org/content/54/389/1997.full> {Cloning and expression of a UDP‐glucuronic acid decarboxylase gene in Rice - Kiyoshi Suzuki, Yasuhiko Suzuki and Shinichi Kitamura}

<http://www.pnas.org/content/98/21/12003.full> {Functional cloning and characterization of a UDP- glucuronic acid decarboxylase: The pathogenic fungus *Cryptococcus neoformans* elucidates UDP-xylose synthesis - Maor Bar-Peled, Cara L. Griffith, and Tamara L. Doering} (É sobre fungo, mas comenta sobre o estudo dessa conversão em plantas “Decarboxylation of UDP-GlcA to form UDP-Xyl was first demonstrated in plant extracts (11). Although early studies of this enzyme indicated that it generated a mixture of UDP-D-xylose and UDP-L-arabinose, it was later shown that this was caused by a contaminating UDP-L-arabinose-4-epimerase; the UDP-GlcA decarboxylase itself produces only UDP-Xyl (12). This activity was partially purified from soluble fractions from both wheat germ (12–14) and a nonpathogenic species of cryptococcus, *C. laurentii* (15).”)

xyloglucan endotransglucosylase hydrolase/XTH (H. Age sobre o xyloglucan tanto como transglucosylase como na função de hydrolase.)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4195539/> {Function of xyloglucan endotransglucosylase/hydrolases in Rice - Yoshinao Hara, Ryusuke Yokoyama, Keishi Osakabe, Seiichi Toki, and Kazuhiko Nishitani} (“These enzymes may have xyloglucan endohydrolase (XEH) and/or xyloglucan endotransglucosylase (XET) activities, which mediate splitting and reconnection of the xyloglucan crosslinks in the cell wall. Due to their potential enzymatic actions, XTHs are thought to play a pivotal role in the construction, remodelling and disassembly of the xyloglucan/cellulose framework in type I cell walls during cell growth and differentiation (Nishitani, 1997; Rose *et al.*, 2002; Becnel *et al*., 2006; Nishitani and Vissenberg, 2007).” O artigo fala também dos tipos/grupos/famílias de XTH e de como eles agem em paredes do tipo I e paredes do tipo II-que são as típicas de commelinoid monocots-. Artigo muito bom, vale a pena ler por completo depois)

mannosyl-oligosaccharide 1,2-α-mannosidase/mannosyl-oligosaccharide -alpha-mannosidase/alpha-mannosidase/α-mannosidase (não achei nada relacionado a plantas, só a humanos e fungos. No caso dos fungos eles ainda falavam de α-mannosidase como um termo genérico para designar três diferentes enzimas, sendo uma delas a mannosyl-oligosaccharide 1,2-α-mannosidase, vi isso em mais de um artigo. Não sei como classificar)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.113>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000292971100259X> {Mutations in the Alpha 1,2-Mannosidase Gene, *MAN1B1*, Cause Autosomal-Recessive Intellectual Disability - Muhammad Arshad Rafiq, Andreas W. Kuss, Lucia Puettmann, Abdul Noor, Annapoorani Ramiah, Ghazanfar Ali, Hao Hu, Nadir Ali Kerio, Yong Xiang, Masoud Garshasbi, Muzammil Ahmad Khan, Gisele E. Ishak, Rosanna Weksberg, Reinhard Ullmann, Andreas Tzschach, Kimia Kahrizi, Khalid Mahmood, Farooq Naeem, Muhammad Ayub, Kelley W. Moremen, John B. Vincent, Hans Hilger Ropers, Muhammad Ansar, Hossein Najmabadi} (artigo sobre humanos. Único que achei que mostra alguma função da enzima. Pelas referências do ExporEnz deve dar pra achar esse tipo de artigo para ratos também, pois foi onde identificaram a enzima.)

<http://www.biochemj.org/content/339/3/589> {Molecular and enzymic properties of recombinant 1,2-α-mannosidase from Aspergillus saitoi overexpressed in Aspergillus oryzae cells - Eiji Ichishima, Noriyuki Taya, Masamichi Ikeguchi, Yasunori Chiba, Motoyoshi Nakamura, Choko Kawabata, Takashi Inoue, Koji Takahashi, Toshiki Minetoki, Kenji Ozeki, Chieko Kumagai, Katsuya Gomi, Takashi Yoshida and Tasuku Nakajima} (artigo sobre fungos que serve de exemplo para o fato de considerarem 3 enzimas como uma só – eu vi essa mesma abordagem em outros dois artigos-)

arabinogalactan protein (AGP) (são proteínas que tem arabinogalactano ligado a elas, assim como outras moléculas, o que gera sua divisão em 4 diferentes grupos de AGP. Há uma grande variedade de funções para as AGPs e existem relações com expansão da célula, aparentemente por controle de sinalização, e especula-se que haja uma ação direta sobre pectinas ou outros compostos da parede. Com isso é muito difícil associar um domínio a essa protein.)

<http://www.plantphysiol.org/content/153/2/403.full> {Arabinogalactan-Proteins: Key Regulators at the Cell Surface? - Miriam Ellis, Jack Egelund, Carolyn J. Schultz and Antony Bacic} (Aponta as muitas funções das AGPs –que assim são devido à sua grande variedade- “Despite these limitations AGPs have been implicated in many processes involved in plant growth and development, including somatic embryogenesis (van Hengel et al., 2002), root growth and development (van Hengel and Roberts, 2003), hormone responses (Park et al., 2003), signaling (Schultz et al., 1998), xylem differentiation (Motose et al., 2004), resistance to *Agrobacterium tumefaciens*-mediated infection (Gaspar et al., 2004), initiation of female gametogenesis (Acosta-Garcia and Vielle-Calzada, 2004), salt tolerance (Shi et al., 2003; Lamport et al., 2006), cell wall plasticizer (Lamport et al., 2006), cell expansion (Lee et al., 2005; Yang et al., 2007), secretion (Xu et al., 2008a), promotion of pollen tube growth and guidance (Cheung et al., 1995; Wu et al., 1995, 2000; Mollet et al., 2002; Lee et al., 2008), programmed cell death (Gao and Showalter 1999; Chaves et al., 2002), pollen grain development (Pereira et al., 2006; Levitin et al., 2008; Coimbra et al., 2009), and self incompatibility in pollen (Lind et al., 1996; Cruz-Garcia et al., 2005; Hancock et al., 2005; Lee et al., 2008; Table II).” Comenta sobre as 4 classes de AGPs)

<http://www.plantcell.org/content/17/11/3051.full> {Arabinogalactan Proteins Are Required for Apical Cell Extension in the Moss *Physcomitrella patens* - Kieran J.D. Lee, Yoichi Sakata, Shaio-Lim Mau, Filomena Pettolino, Antony Bacic, Ralph S. Quatrano, Celia D. Knight and J. Paul Knox} (comenta das 4 classes de AGPs. Pelas evidências angariadas especulam que determinadas AGPs podem agir sobre a expansão cellular modulando a parede cellular ou controlar a saída de vesículas de polímeros relacionados à parede do Golgi, mas são apenas especulações)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2005.01591.x/full> {Salt stress upregulates periplasmic arabinogalactan proteins: using salt stress to analyse AGP function- Derek T. A. Lamport, Marcia J. Kieliszewski, Allan M. Showalter} (fala que a relação das AGPs com a expansão cellular é clara, mas como isso se dá ainda é um mistério. Esse artigo especula que as AGPs treriam uma função reguladora sobre pectinas e quiçá até mesmo sobre as microfibrilas de celulose)

fasciclin-like arabinogalactan protein (é um dos 4 subgrupos de AGPs. A fasciclin tem como característica ser uma molécula de adesão -até onde entendi entre proteínas-. Por ser um tipo de AGP a dúvida quanto a como classificá-la persiste.)

<http://www.plantphysiol.org/content/133/4/1911.full> {The Fasciclin-Like Arabinogalactan Proteins of Arabidopsis. A Multigene Family of Putative Cell Adhesion Molecules - Kim L. Johnson, Brian J. Jones, Antony Bacic and Carolyn J. Schultz} (“Proteins containing fasciclin domains, from a broad spectrum of organisms, have been shown to function as adhesion molecules (Elkins et al., 1990a; Huber and Sumper, 1994; Kawamoto et al., 1998; Kim et al., 2000).”)

<http://www.plantphysiol.org/content/153/2/403.full> {Arabinogalactan-Proteins: Key Regulators at the Cell Surface? - Miriam Ellis, Jack Egelund, Carolyn J. Schultz and Antony Bacic} (“FLAs are a large class of chimeric AGPs in Arabidopsis and contain one or two fasciclin domains, thought to be important for protein-protein interactions, and one or two AGP domains (Johnson et al., 2003a).”)

alpha-galactosidase (tem a raffinose e a stachyose como substratos. Não achei nenhum artigo relacionando com a parede celular –fazendo buscas pela enzima juntamente com pectin ou hemicellulose-, mas parte disso se dá ao fato de não ter acesso a muitos arquivos, então apesar de não parecer haver relação eu não consigo garantias, precisaria pesquisar na USP)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.22>

<http://www.plantphysiol.org/content/133/2/901.full> {Down-Regulating α-Galactosidase Enhances Freezing Tolerance in Transgenic Petunia - Joyce C. Pennycooke, Michelle L. Jones and Cecil Stushnoff} (ação sobre rafinose)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.2003.01609.x/full> {Cloning and functional expression of alkaline α-galactosidase from melon fruit: similarity to plant SIP proteins uncovers a novel family of plant glycosyl hydrolases - Nir Carmi, Genfa Zhang, Marina Petreikov, Zhifang Gao, Yoram Eyal, David Granot, Arthur A. Schaffer} (ação sobre rafinose)

<http://www.plantphysiol.org/content/119/3/979.full> {A Novel Alkaline α-Galactosidase from Melon Fruit with a Substrate Preference for Raffinose - Zhifang Gao and Arthur A. Schaffer} (fala da ação sobre raffinose e stachyose)

caffeoyl-CoA 3-O-methyltransferase (CCOMT/CCoAMT) (L)

<http://www.plantphysiol.org/content/117/3/761.full> {Developmental Expression and Substrate Specificities of Alfalfa Caffeic Acid 3-O-Methyltransferase and Caffeoyl Coenzyme A 3-O-Methyltransferase in Relation to Lignification - Kentaro Inoue, Vincent J.H. Sewalt, G. Murray Ballance, Weiting Ni, Cornelia Stürzer and Richard A. Dixon} (“The building blocks of lignin are hydroxylated and methoxylated monomers derived from cinnamic acid.” “…alternative pathway for methylation of hydroxycinnamic acid derivatives.” Essa via alternative se dá pela ação da CCOMT e é um outro caminho para uma etapa crucial da formação das unidades básicas/precursores da lignina que é a metilação de monômeros derivados do ácido cinâmico)

<http://www.plantphysiol.org/content/123/3/853.full> {Cell-Specific and Conditional Expression of Caffeoyl-Coenzyme A-3-O-Methyltransferase in Poplar - Cuiying Chen, Hugo Meyermans, Bart Burggraeve, Riet M. De Rycke, Kentaro Inoue, Vera De Vleesschauwer, Marijke Steenackers, Marc C. Van Montagu, Gilbert J. Engler and Wout A. Boerjan} (expõe de forma bem clara o impacto/importância sobre a formação dos precursores S e G da lignina)

caffeic acid 3-o-methyltransferase (COMT) (L. É a enzima da via canônica para formação dos precursores da lignina, tendo sido por muito tempo considerada a única proteína relacionada à essa etapa específica de metilação. Isso só mudou após a descoberta da CCOMT)

<http://www.plantphysiol.org/content/117/3/761.full> {Developmental Expression and Substrate Specificities of Alfalfa Caffeic Acid 3-O-Methyltransferase and Caffeoyl Coenzyme A 3-O-Methyltransferase in Relation to Lignification - Kentaro Inoue, Vincent J.H. Sewalt, G. Murray Ballance, Weiting Ni, Cornelia Stürzer and Richard A. Dixon}

<http://www.plantphysiol.org/content/123/3/853.full> {Cell-Specific and Conditional Expression of Caffeoyl-Coenzyme A-3-O-Methyltransferase in Poplar - Cuiying Chen, Hugo Meyermans, Bart Burggraeve, Riet M. De Rycke, Kentaro Inoue, Vera De Vleesschauwer, Marijke Steenackers, Marc C. Van Montagu, Gilbert J. Engler and Wout A. Boerjan}

fenilalanina ammonia liase/phenylalanine ammonia-lyase (PAL) (age na base da via dos fenilpropanóides, sendo NCW)

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?scale=1.0&query=4.3.1.24&map=ec00940&scale=&auto_image=&show_description=hide&multi_query>=

<http://journal.ashspublications.org/content/116/5/865.full.pdf+html> {Activity of Phenylalanine Ammonia-Lyase (PAL) and Concentrations of Anthocyanins and Phenolics in Developing Strawberry Fruit - Guiwen W. Cheng and Patrick J. Breen}

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC401003/pdf/emboj00130-0016.pdf> {A phenylalanine ammonia-lyase gene from parsley: structure, regulation and identification of elicitor and light responsive cis-acting elements - Rodrigo Lois, Andre Dietrich, Klaus Hahlbrock and Wolfgang Schulz}

<http://www.plantcell.org/content/8/2/203.full.pdf+html> {Production of Salicylic Acid Precursors 1s a Major Function of Phenylalanine Ammonia-Lyase in the Resistance of Arabidopsis to Peronospora parasitica - Brigitte Mauch-Mani and Alan J. Slusarenko}

pectate lyase (P age na degradação de pectinas. OBS: os dois artigos são muito bons, vale ler com calma depois)

<http://jxb.oxfordjournals.org/content/53/377/2115.full> {Pectate lyases, cell wall degradation and fruit softening - M. Celia Marín‐Rodríguez, John Orchard and Graham B. Seymour}

<http://www.plantphysiol.org/content/128/2/751.full> {Manipulation of Strawberry Fruit Softening by Antisense Expression of a Pectate Lyase Gene - Silvia Jiménez-Bermúdez, José Redondo-Nevado, Juan Muñoz-Blanco, José L. Caballero, José M. López-Aranda, Victoriano Valpuesta, Fernando Pliego-Alfaro, Miguel A. Quesada and José A. Mercado}

GDP-mannose 3,5-epimerase (um artigo mostra evidências de uma influência indireta na produção de pectinas e hemicelulose, mas outro as descarta, então não sei como classificar)

<http://www.jbc.org/content/278/48/47483.full> {GDP-Mannose 3′,5′-Epimerase Forms GDP-L-gulose, a Putative Intermediate for the de Novo Biosynthesis of Vitamin C in Plants - Beata A. Wolucka and Marc Van Montagu} (via alternativa para produção de vitamina C)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3315049/> {Structure and function of GDP-mannose-3′ ,5′ -epimerase; an enzyme which performs three chemical reactions at the same active site - Louise L Major, Beata A Wolucka, and James H Naismith} (via alternativa para produção de vitamina C)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2009.03972.x/abstract> {GDP-d-mannose 3,5-epimerase (GME) plays a key role at the intersection of ascorbate and non-cellulosic cell-wall biosynthesis in tomato - Louise Gilbert, Moftah Alhagdow, Adriano Nunes-Nesi, Bernard Quemener, Fabienne Guillon, Brigitte Bouchet, Mireille Faurobert, Barbara Gouble, David Page, Virginie Garcia, Johann Petit, Rebecca Stevens, Mathilde Causse, Alisdair R. Fernie, Marc Lahaye, Christophe Rothan, Pierre Baldet} (plantas mutantes para esse gene tem alteração na estrutura da parede quanto às pectinas e hemicelulose, o que seria explicado pela falta de monossacs essenciais para formação desses polissacarídeos, uma vez que essa enzima faz a conversão de GDP-manose para GDP-galactose)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313x.2000.00698.x/full> {A bifunctional epimerase-reductase acts downstream of the MUR1 gene product and completes the de novo synthesis of GDP-L-fucose in Arabidopsis - Christopher P. Bonin, Wolf-Dieter Reiter} (aponta que o mutante para um gene bifuncional com uma das funções sendo GDP-mannose 3,5-epimerase não é sufuciente para comprometer os polissacarídeos de parede, mas como é gene bifuncional e eles estão avaliando fucose –por ser o produto final da ação desse gene- eu não sei se dá para comparar com o anterior)

alpha-l-fucosidase/ α-L-fucosidase (H – remove fucose do xyloglucano)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=3.2.1.51>

<http://www.plantphysiol.org/content/128/1/247.full> {AtFXG1, an Arabidopsis Gene Encoding α-L-Fucosidase Active against Fucosylated Xyloglucan Oligosaccharides - Francisco de la Torre, Javier Sampedro, Ignacio Zarra and Gloria Revilla}

<http://www.jbc.org/content/270/42/24839.full> {Molecular Cloning and Pattern of Expression of an α-L-Fucosidase Gene from Pea Seedlings - Christopher Augur, Virginia Stiefel, Alan Darvill, Peter Albersheim and Pedro Puigdomenech}

UDP-glucose 6-dehydrogenase/ uridine diphosphate glucose dehydrogenase (É NCW, H ou H/P? Acho que depende um pouco de conceito, uma vez que ele de fato converte UDP-glucose em UDP-glucuronic acid –que, de acordo com o penúltimo artigo, já poderi estar relacionada a pectinas, mas depois ele descarta essa ideia, não sei bem o motivo- e essa é transformada em UDP-xylose que pode ser convertida em UDP-arabinose –assim estaria relacionado tanto com H como com P por estar relacionado a precursores de ambas classes de polissac-, mas estas duas etapas dependem de outras enzimas, então não sei se dá para dizer que há uma influência direta como afirmam alguns artigos.)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1164598/pdf/biochemj00515-0062.pdf> {Changes in Enzymic Activities of Nucleoside Diphosphate Sugar Interconversions during Differentiation of Cambium to Xylem in Sycamore and Poplar - Giuseppe Dalessandro and D. H. Northcote} (essa enzima converte UDP-glucose em UDP-glucuronic acid, que é necessário para a produção da UDP-xylose. Por esse motivo esta enzima estaria envolvida na síntese de H)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC158039/> {Cloning of an Enzyme That Synthesizes a Key Nucleotide Sugar Precursor of Hemicellulose Biosynthesis from Soybean: UDP-Glucose Dehydrogenase - Raimund Tenhaken and Oliver Thulke} (“Enzyme activity of UDP-GlcDH (UDP-glucose 6-dehydrogenase) is strictly correlated with growing and expanding tissues that have a demand for hemicellulose precursors.”. Fala tanto da ação sobre H como comenta que essa ação se dá em tecidos em expansão e em crescimento.)

<http://www.biochemj.org/content/391/2/409#sec-12> {UDP-glucose dehydrogenases of maize: a role in cell wall pentose biosynthesis - Anna Kärkönen, Alain Murigneux, Jean-Pierre Martinant, Elodie Pepey, Christophe Tatout, Bernard J. Dudley, Stephen C. Fry} (fala da influência indireta sobre UDP-xylose e UDP-arabinose da parede, o que indicaria interferência nas H e P também –artigo explica bastante coisa e não só do seu experimento como dos anteriores na discussão, bem interessante-. Essa influência é apontada por mudanças na parede vistas em transgênicos em que genes que produzem a UDP-glucose 6-dehydrogenase estavam inativos)

<http://jxb.oxfordjournals.org/content/58/13/3609.full#sec-15> {Genome-wide analysis of the UDP-glucose dehydrogenase gene family in Arabidopsis, a key enzyme for matrix polysaccharides in cell walls - Michaela Klinghammer and Raimund Tenhaken} (“The biochemical data for the UGD isoforms from Arabidopsis showing a graded affinity for UDP-Glc and substrate turnover numbers **suggest a role in the regulation of carbon fluxes into nucleotide-sugar pools for cell walls**.” Coloca que essa enzima não intergeriria diretamente na produçãode pectinas, apenas na de hemicelluloses, ao disponibilizar a piscina/o pool de monos necessários/que serão usados na formação dos polissacarídeos de parede)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003986102005003> {Purification and kinetic properties of UDP-glucose dehydrogenase from sugarcane - William Turner, Frederik C Botha} (não tenho acesso, mas como é em cana parece interessante olhar)

xyloglucan galactosyltransferase katamari (H, transfere uma galactose para a unidade XXXG, formando XXLG ou XLXG, o que aparentemente varia de acordo com a espécie. Pelo que entendi a ligação com a katamari se dá pela localização no cromossomo –aparentemente estão em alelos de um mesmo cromossomo-)

<http://www.plantcell.org/content/15/7/1662.full> {The MUR3 Gene of Arabidopsis Encodes a Xyloglucan Galactosyltransferase That Is Evolutionarily Related to Animal Exostosins - Michael Madson, Christophe Dunand, Xuemei Li, Rajeev Vermab, Gary F. Vanzin, Jeffrey Caplanb, Douglas A. Shouea, Nicholas C. Carpitaa and Wolf-Dieter Reiter}

<http://www.plantphysiol.org/content/134/3/940.full> {Molecular Analysis of 10 Coding Regions from Arabidopsis That Are Homologous to the MUR3 Xyloglucan Galactosyltransferase - Xuemei Li, Israel Cordero, Jeffrey Caplan, Michael Mølhøj and Wolf-Dieter Reiter}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674205214600666> {RNA-Seq Analysis of Developing Nasturtium Seeds (*Tropaeolum majus*): Identification and Characterization of an Additional Galactosyltransferase Involved in Xyloglucan Biosynthesis - Jacob K. Jensen, Alex Schultink, Kenneth Keegstra, Curtis G. Wilkerson, Markus Pauly}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674205214609217> {A Bi-Functional Xyloglucan Galactosyltransferase Is an Indispensable Salt Stress Tolerance Determinant in Arabidopsis - Wenbo Li, Qingmei Guan, Zhen-Yu Wang, Yingdian Wang, Jianhua Zhu}

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11295-010-0288-8> {The EgMUR3 xyloglucan galactosyltransferase from Eucalyptus grandis complements the mur3 cell wall phenotype in Arabidopsis thaliana - Francis Julio Fagundes Lopes, Markus Pauly, Sérgio H. Brommonshenkel, Elene Y. Lau, Valdir Diola, Juliana L. Passos, Marcelo E. Loureiro}

<http://www.plantphysiol.org/content/114/1/245.full.pdf+html> {Xyloglucan Calactosyl- and Fucosyltransferase Activities from Pea Epicotyl Microsomes - Ahmed Faik, Chinga Chileshe, Jason Sterling, and Cordon Maclachlan}

<http://www.plantcell.org/content/17/6/1764.full> {KATAMARI1/MURUS3 Is a Novel Golgi Membrane Protein That Is Required for Endomembrane Organization in Arabidopsis - Kentaro Tamura, Tomoo Shimada, Maki Kondo, Mikio Nishimura and Ikuko Hara-Nishimura} (eu não entendi a explicação e também não sei o que quer dizer, mas fala que a KATAMARI é alélica ao MUR3 –o gene que corresponde à xyloglucan galactosyltransferase-)

beta-1,3-galactosyltransferase (olhando somente no ExplorEnz já dá para ver que muitas enzimas poderiam ser chamadas de beta-1,3-galactosyltransferase, então só esse nome não é suficiente para uma classificação/para determinar uma única proteína a ser classificada)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?name=galactosyltransferase>

galactosylxylosylprotein 3-β-galactosyltransferase/ galactosyltransferase II/ b3GALT6/ β3GalT6 (relacionado com a síntese de glycosaminoglycans. Não achei essa enzima em plantas)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.4.1.134>

<http://www.jbc.org/content/276/51/48189.full> {Biosynthesis of the Linkage Region of Glycosaminoglycans: CLONING AND ACTIVITY OF GALACTOSYLTRANSFERASE II, THE SIXTH MEMBER OF THE β1,3-GALACTOSYLTRANSFERASE FAMILY (β3GalT6) - Xiaomei Bai, Dapeng Zhou, Jillian R. Brown, Brett E. Crawford, Thierry Hennet and Jeffrey D. Esko} (explica a ação da enzima, olhei muito por não falar nada relacionado a plantas)

rhamnose biosynthetic enzyme/RHM (Artigos falam que é altera produção de pectinas, mas novamente é aquela dúvida quanto ao ponto em que é NCW ou P, uma vez que a ação dessas enzimas vai converter UDP-glucose em UDP-rhamnose, sendo importante na formação dos monos, mas não agindo diretamente sobre os polissac –mas poendo ainda assim afetá-los de forma indireta, pelo que dizem os artigos-. Nisso fica difícil saber como classificar a enzima)

<http://www.plantphysiol.org/content/134/1/286.full> {RHM2 Is Involved in Mucilage Pectin Synthesis and Is Required for the Development of the Seed Coat in Arabidopsis - Björn Usadel, Anja M. Kuschinsky, Mario G. Rosso, Nora Eckermann and Markus Pauly} (ligada à síntese de ramnose e RG I –com ausência desse gene houve queda na quantia de ramnose e consecutivamente de ramnogalacturonano do tipo I na mucilagem da semente das plantas testadas-)

<http://www.plantcell.org/content/18/7/1630.full#sec-11> {The Arabidopsis Root Hair Cell Wall Formation Mutant lrx1 Is Suppressed by Mutations in the RHM1 Gene Encoding a UDP-L-Rhamnose Synthase - Anouck Dieta, Bruce Linkb, Georg J. Seifertc, Barbara Schellenberga, Ulrich Wagnerd, Markus Paulye, Wolf-Dieter Reiterb and Christoph Ringli} (“convert UDP-D-Glc to UDP-L-Rha”)

<http://www.plantphysiol.org/content/134/1/296.full> {MUCILAGE-MODIFIED4 Encodes a Putative Pectin Biosynthetic Enzyme Developmentally Regulated by APETALA2, TRANSPARENT TESTA GLABRA1, and GLABRA2 in the Arabidopsis Seed Coat - Tamara L. Western, Diana S. Young, Gillian H. Dean, Wei Ling Tan, A. Lacey Samuels and George W. Haughn} (“This result suggests that the synthesis of monosaccharide substrates is a limiting factor in the biosynthesis of pectinaceous seed coat mucilage.”)

<http://www.jbc.org/content/282/8/5389.full> {Functional Analysis of Arabidopsis thaliana RHM2/MUM4, a Multidomain Protein Involved in UDP-D-glucose to UDP-L-rhamnose Conversion - Takuji Oka, Tadashi Nemoto and Yoshifumi Jigami} (não li pq achei que era redundante, mas caso precise de mais artigos já estão aqui)

<http://juser.fz-juelich.de/record/21041/files/FZJ-21041.pdf> {LASSO modeling of the Arabidopsis thaliana seed/seedling transcriptome: a model case for detection of novel mucilage and pectin metabolism genes - Aleksandar Vasilevski, Federico M. Giorgi,Luca Bertinettic and Björn Usadel} (não li pq achei que era redundante, mas caso precise de mais artigos já estão aqui)

UDP-glucose:glycoprotein glucosyltransferase (enzima que permite que glicoproteínas passem novamente pelo processo de folding para adiquirirem a conformação correta –sem a glicose ligada a elas elas não são reconhecidas pelas proteínas responsáveis pelo folding e nisso não teriam essa segunda chance-. Esse processo ocorre de forma cíclica de modo a processar corretamente todas as glicoproteínas. É NCW, mas não sei se tem em plantas)

<http://www.jbc.org/content/281/14/9145.full> {AtUTr1, a UDP-glucose/UDP-galactose Transporter from Arabidopsis thaliana, Is Located in the Endoplasmic Reticulum and Up-regulated by the Unfolded Protein Response - Francisca Reyes, Lorena Marchant, Lorena Norambuena, Ricardo Nilo, Herman Silva and Ariel Orellana} (deixa claro que essa enzima nunca foi identificada em plantas, mas aponta que deve existir um ortólogo em Arabidopsis “To date, no UGGT activity has been reported in plants. However, a gene showing high similarity to UGGT genes from other species exists in Arabidopsis suggesting that a functional ortholog may be present in this plant.”. A função da enzima é transferir glicose –UDP-glucose- para glicoproteínas que perderam suas glicoses antes de terem sua conformação correta estabelecida. Ao ligar novamente glicoses a essas glicoproteínas elas podem novamente passar pelo processo de folding, podendo então assumir sua conformação estrutural adequada.)

<http://www.pnas.org/content/98/19/10710.full> {Immunolocalization of UDP-glucose:glycoprotein glucosyltransferase indicates involvement of pre-Golgi intermediates in protein quality control - Christian Zuber, Jing-yu Fan, Bruno Guhl, Armando Parodi, John H. Fessler, Carol Parker, and Jürgen Roth} (outro artigo que explica a ação da enzima)

<http://www.pnas.org/content/108/12/4956.full> {A role for UDP-glucose glycoprotein glucosyltransferase in expression and quality control of MHC class I molecules - Wei Zhang, Pamela A. Wearsch, Yajuan Zhu, Ralf M. Leonhardt, and Peter Cresswell} (outro artigo que explica a ação da enzima)

UDP-Sugar Pyrophosphorylase/ UTP-monosaccharide-1-phosphate uridylyltransferase (adiciona um grupo uridyl de uma UTP para um açúcar-1-fosfato, formando assim um UDP-sugar e pyrophosphate. Os monos ligados a UDP são a base para fazer dissacarídeos e polissacarídeos. Nisso novamente surge a questão da relação das enzimas basais com os domínios, por isso não sei como classificar essa enzima)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.7.7.64>

<http://www.plantphysiol.org/content/156/1/3.full> {UDP-Sugar Pyrophosphorylase: A New Old Mechanism for Sugar Activation - Leszek A. Kleczkowski, Daniel Decker and Malgorzata Wilczynska} (“UDP-sugar pyrophosphorylase (USPase; EC 2.7.7.64) catalyzes a reversible transfer of the uridyl group from UTP to sugar-1-phosphate, producing UDP-sugar and pyrophosphate (PPi).”)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.7.7.64> (

Reaction: UTP + a monosaccharide 1-phosphate = diphosphate + UDP-monosaccharide)

UTP-glucose-1-phosphate uridylyltransferase/ UDP glucose pyrophosphorylase (age especificamente sobre a glicose-1-fosfato –Glc-1-P-, adicionando um grupo uridyl de uma UTP a esse açúcar e formando assim UDP-glucose)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=2.7.7.9>

<http://www.plantphysiol.org/content/156/1/3.full> {UDP-Sugar Pyrophosphorylase: A New Old Mechanism for Sugar Activation - Leszek A. Kleczkowski, Daniel Decker and Malgorzata Wilczynska} (“The work on USPase has been hampered by its overlapping specificity with some other pyrophosphorylases. The activity with Glc-1-P, which usually represents the most specific substrate for USPase, overlaps with activities of at least three other UTP-dependent pyrophosphorylases, namely UDP-Glc pyrophosphorylase (UGPase; EC 2.7.7.9), which exists as distinct UGPase-A and UGPase-B types, and UDP-N-acetyl-glucosamine pyrophosphorylase (UAGPase; EC 2.7.7.23), known in animals as AGX.”)

<http://www.pnas.org/content/98/25/14732.full> {A transcriptional roadmap to wood formation - Magnus Hertzberg, Henrik Aspeborg, Jarmo Schrader, Anders Andersson, Rikard Erlandsson, Kristina Blomqvist, Rupali Bhalerao, Mathias Uhlén, Tuula T. Teeri, Joakim Lundeberg, Björn Sundberg, Peter Nilsson, and Göran Sandberg} (confirma o que foi dito pelo outro artigo “Another UDP-glucose-providing enzyme, UTP-glucose-1-phosphate uridylyltransferase, which catalyzes the formation of UDP-glucose from α-D-glucose 1-phosphate, is up-regulated in zones C and D, suggesting two alternative routes to UDP-glucose for cell-wall biosynthesis.”)

bifunctional polymyxin resistance arnA protein (não achei nenhum artigo relacionado a plantas, então acho que não tem nada a ver)

UDP-D-apiose/UDP-D-xylose synthase (enzima que usa mesmo substrato - UDP-l-threo-4-pentosulose- para fazer tanto a UDP-apiose como a UDP-xylose. Sem essa enzima plantas tiveram grandes alterações em sua parede celular, em especial quanto ao ramnogalacturonano do tipo II. Isso se dá pois a UDP-apiose é necessária para fazer a ponte entre a cadeia principal do ramnogalacturonano e duas ramificações e alta complexidade. Novamente temos a questão, ao sintetizar mono basal considera como parte do domínio P, no caso?)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-313X.2003.01841.x/full> {The biosynthesis of the branched-chain sugar d-apiose in plants: functional cloning and characterization of a UDP-d-apiose/UDP-d-xylose synthase from Arabidopsis - Michael Mølhøj, Rajeev Verma, Wolf-Dieter Reiter} (fala da importância para o RG II e mostra a via de produção de UDP-apiose e UDP-xylose)

<http://www.jbc.org/content/281/19/13708.full> {Depletion of UDP-D-apiose/UDP-D-xylose Synthases Results in Rhamnogalacturonan-II Deficiency, Cell Wall Thickening, and Cell Death in Higher Plants - Joon-Woo Ahn, Rajeev Verma, Moonil Kim, Jae-Yong Lee, Yu-Kyung Kim, Jae-Wook Bang, Wolf-Dieter Reiter and Hyun-Sook Pai} (fala do impacto sobre o RG II e a parede celular de plantas sem o gene emquestão)

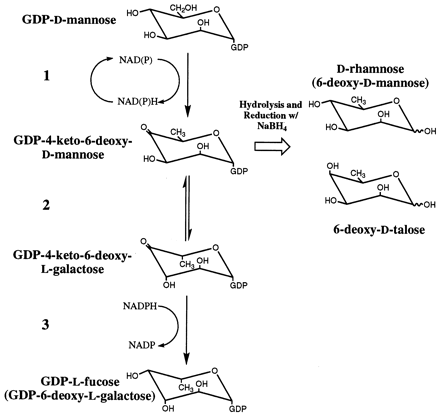
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1432-1033.1973.tb03045.x/epdf> {Further Studies on the Mechanism of Action of UDP-Apiose/UDP-Xylose Synthase from Cell Cultures of Parsley - Diethard Baron and Hans Grisebach} (não li, mas caso precise de mais leituras já estão selecionados)

<https://academic.oup.com/pcp/article/43/11/1259/1934876/Purification-and-cDNA-Cloning-of-UDP-d-Glucuronate> {Purification and cDNA Cloning of UDP-d-Glucuronate Carboxy-lyase (UDP-d-xylose Synthase) from Pea Seedlings - Masaru Kobayashi, Hironobu Nakagawa, Izumi Suda, Isao Miyagawa and Toru Matoh} (não li, mas caso precise de mais leituras já estão selecionados)

GDP-mannose 4,6-dehydratase/ GDP-D-mannose-4,6-dehydratase (responsável pela primeira etapa na conversão de GDP-manose em GDP-L-fucose. A fucose pode estar em H e P, mas novamente há aquela questão de enzimas com importância na formação de monos, então por hora vai ficar como DW)

<http://www.pnas.org/content/96/7/4198.full> {Genetic evidence for the role of GDP-mannose in plant ascorbic acid (vitamin C) biosynthesis - Patricia L. Conklin, Susan R. Norris, Glen L. Wheeler, Elizabeth H. Williams, Nicholas Smirnoff, and Robert L. Last} (“…GDP-mannose is the substrate for GDP-D-mannose-4,6-dehydratase, an enzyme that catalyzes the first step in GDP-L-fucose biosynthesis, which is encoded by the MUR1 gene of A. thaliana (32).”)

<http://www.pnas.org/content/94/5/2085.full#sec-19> {The MUR1 gene of Arabidopsis thaliana encodes an isoform of GDP-D-mannose-4,6-dehydratase, catalyzing the first step in the de novo synthesis of GDP-L-fucose - Christopher P. Bonin, Ian Potter, Gary F. Vanzin, and Wolf-Dieter Reiter} (ressalta que a fucose é componente base de polissacarídeos como o xiloglucano e o ramnogalacturonano do tipo I e do tipo II. Também aponta que essa enzima que faz a transição da GDP-manose em GDP-L-fucose –esse artigo é a referência do anterior-. Comenta que um outro artigo mostra que sem essa enzima há alteração na estrutura do xiloglucano, com uma substituição da L-fucose por L-galactose) (a imagem a seguir é desse artigo e mostra as etapas da conversão de GDP-manose em GDP-L-fucose, sendo a primeira etapa a feita pela GDP-mannose 4,6-dehydratase)



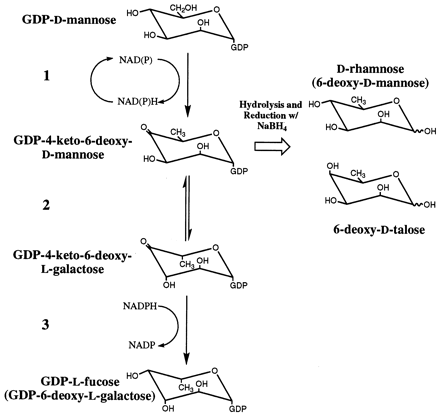
<http://science.sciencemag.org/content/272/5269/1808> {Substitution of l-Fucose by l-Galactose in Cell Walls of Arabidopsis mur1 - Earl Zablackis, William S. York, Markus Pauly, Stephen Hantus, Wolf-Dieter Reiter, Clint C. S. Chapple, Peter Albersheim, Alan Darvill} (artigo que explica que sem essa enzima há alteração na estrutura do xiloglucano, com uma substituição da L-fucose por L-galactose e que mostra que, até certo ponto, esse xiloglucano alterado consegue manter as funções do xiloglucano normal)

GDP-L-fucose synthase/GDP-4-keto-6-deoxy-D-mannose 3,5-epimerase-4-reductase (GER1) (responsável pela última etapa na conversão de GDP-manose em GDP-L-fucose. Novamente mesmo problema das enzimas basais)

<http://www.enzyme-database.org/query.php?ec=1.1.1.271>

<http://web.uconn.edu/mcbstaff/reiter/papers/interconversionreview.pdf> {Molecular genetics of nucleotide sugar interconversion pathways in plants - Wolf-Dieter Reiter and Gary F. Vanzin} (deixa claro que essa enzima é a responsável pela última etapa na conversão de GDP-manose em GDP-L-fucose)

Usando novamente a figura do artigo da outra pesquisa -<http://www.pnas.org/content/94/5/2085.full#sec-19> {The MUR1 gene of Arabidopsis thaliana encodes an isoform of GDP-D-mannose-4,6-dehydratase, catalyzing the first step in the de novo synthesis of GDP-L-fucose - Christopher P. Bonin, Ian Potter, Gary F. Vanzin, and Wolf-Dieter Reiter}-, a açá da GDP-L-fucose synthase/GDP-4-keto-6-deoxy-D-mannose 3,5-epimerase-4-reductase é a terceira etapa mostrada na figura



**Artigos mais gerais**

Famílias de GH em *Arabidopsis*: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00425-007-0668-y> {Physiological roles of plant glycoside hydrolases - Zoran Minic}

Artigo citando várias enzimas: <http://bmcevolbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2148-10-341> {Evolution of xyloglucan-related genes in green plants - Luiz Eduardo V Del Bem and Michel GA Vincentz}

Sobre GTs em geral:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001457930900742X> {Structure, mechanism and engineering of plant natural product glycosyltransferases - Xiaoqiang Wang}

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942208005992> {Substrate specificity of plant UDP-dependent glycosyltransferases predicted from crystal structures and homology modeling - Sarah A. Osmani, Søren Bak, Birger Lindberg Møller} (o artigo não é propriamente sobre GTs, mas explica bem como classifica e tal)

<http://ac.els-cdn.com/S1369526600001643/1-s2.0-S1369526600001643-main.pdf?_tid=d3728958-5d7e-11e6-b194-00000aacb35f&acdnat=1470671177_f9c1e715d2f2008361c7b437ac7deadb> {Plant glycosyltransferases - Kenneth Keegstra and Natasha Raikhel}

Visão geral sobre síntese de polissacarídeos

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526606001506> {Biosynthesis of plant cell wall polysaccharides — a complex process - Olivier Lerouxel, David M Cavalier, Aaron H Liepman, Kenneth Keegstra}

Visão geral flavonoides *vs* fenilpropanóides (lignina)

<http://www.plantcell.org/content/19/1/148.full> {Flavonoid Accumulation in Arabidopsis Repressed in Lignin Synthesis Affects Auxin Transport and Plant Growth - Sébastien Besseaua, Laurent Hoffmanna, Pierrette Geoffroya, Catherine Lapierreb, Brigitte Polletb and Michel Legranda}

Visão geral beta-glucosidases

[http://download.springer.com/static/pdf/529/art%253A10.1007%252Fs00018-010-0399-2.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs00018-010-0399-2&token2=exp=1464615018~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F529%2Fart%25253A10.1007%25252Fs00018-010-0399-2.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs00018-010-0399-2\*~hmac=fe596cf30bc33da4ae7f6b9a7449cec07cc2b92f3ba031d3d2b53f1e7a00ecf7](http://download.springer.com/static/pdf/529/art%253A10.1007%252Fs00018-010-0399-2.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs00018-010-0399-2&token2=exp=1464615018~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F529%2Fart%25253A10.1007%25252Fs00018-010-0399-2.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs00018-010-0399-2*~hmac=fe596cf30bc33da4ae7f6b9a7449cec07cc2b92f3ba031d3d2b53f1e7a00ecf7) {β-Glucosidases - James R. Ketudat Cairns, Asim Esen}

Sobre a família GT 8:

<http://www.plantphysiol.org/content/early/2010/06/03/pp.110.154229.short> {Evolution and function of the plant cell wall synthesis-related Glycosyltransferase Family 8 - Yanbin Yin, Huiling Chen, Michael G. Hahn, Debra Mohnen and Ying Xu}

Eu não li, mas talvez possa ser útil <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526608000381>

Livros para ver famílias e enzimas: Plant Cell Wall patterning and Cell Shape; Annual Plants Review Volume 41; Biochemestry and Molecular Biology of Plants

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1258686/pdf/biochemj01199-0037.pdf> {III. THE DISTRIBUTION OF MALTASE IN PLANTS. I. THE FUNCTION OF MALTASE IN STARCH DEGRADATION AND ITS INFLUENCE ON THE AMYLOCLASTIC ACTIVITY OF PLANT MATERIALS. - BY WILLIAM ALFRED DAVIS.} (praticamente só a título de curiosidade, artigo sobre a maltase degradando sacarose de 1916)

Não li o artigo todo, mas parece ser um artigo bastante completo sobre síntese de flavonóides:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2852856/> {The Creation and Physiological Relevance of Divergent Hydroxylation Patterns in the Flavonoid Pathway - Heidi Halbwirth}

Biosíntese de termenóides e esteróides

<http://www.genome.jp/kegg-bin/show_pathway?map01062>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942297004251> {Why are so many food plants cyanogenic? - David A. Jones} (só de curiosidade, explica porque tantos alimentos são cianogênicos)

artigo com referências que levam a artigos relacionados à alpha 1,4 fucosyltransferase e à alpha 1,3 fucosyltransferase [http://download.springer.com/static/pdf/810/art%253A10.1023%252FA%253A1016030000527.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FA%3A1016030000527&token2=exp=1470673962~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F810%2Fart%25253A10.1023%25252FA%25253A1016030000527.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FA%253A1016030000527\*~hmac=69c775f6321b344f332139d061d5e6d9e81ab0759c3dce86aaf6203ed977cf61](http://download.springer.com/static/pdf/810/art%253A10.1023%252FA%253A1016030000527.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1023%2FA%3A1016030000527&token2=exp=1470673962~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F810%2Fart%25253A10.1023%25252FA%25253A1016030000527.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1023%252FA%253A1016030000527*~hmac=69c775f6321b344f332139d061d5e6d9e81ab0759c3dce86aaf6203ed977cf61)

{Identification of a cDNA encoding a plant Lewis-type a1,4-fucosyltransferase - Iain B. H. Wilson}

Questiona função das fucosilações do xiloglucano. Aponta que a fucosilação não deve ser o fator responsável pelo estabelecimento de uma forte ligação celulose-xiloglucano nem como fonte de moléculas sinalizaores para a regulação do crescimento in vivo.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC122520/> {The mur2 mutant of Arabidopsis thaliana lacks fucosylated xyloglucan because of a lesion in fucosyltransferase AtFUT1 - Gary F. Vanzin, Michael Madson, Nicholas C. Carpita, Natasha V. Raikhel, Kenneth Keegstra, and Wolf-Dieter Reiter}

Artigo que fala sobre vários csl (cellulose synthase like) (fala das diferentes atividades das enzimas dentro desse grupo, relacionadas à síntese de mannose, glucanos de ligação mista e aparentemente também beta-1,4-glucanos, ou seja, quando se fala de csl você pode estar se referindo a muitas enzimas diferentes)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2009.03977.x/full> {Cell wall glucomannan in Arabidopsis is synthesised by CSLA glycosyltransferases, and influences the progression of embryogenesis - Florence Goubet, Christopher J. Barton, Jennifer C. Mortimer, Xiaolan Yu, Zhinong Zhang, Godfrey P. Miles, Jenny Richens, Aaron H. Liepman, Keith Seffen, Paul Dupree}

Artigo que critica de forma muito coerente o uso de domínios para classificar a função de proteínas, é algo para ficar atento e entender que é um fator de erro que se adiciona nesse tipo de classificação e que pode ter ocorrido na minha pesquisa

<http://www.plantphysiol.org/content/124/4/1515.short#F1> {Glycoside Hydrolases and Glycosyltransferases. Families, Modules, and Implications for Genomics – Bernard Henrissat and Gideon J. Davies}

Comentários importantes

Observação sobre resultados do NCBI CD: Em muitos casos ele dá como sendo GH 1 para enzimas que em todos os outros lugares há uma identificação clara como GH 17. *A priori* isso parece ser um erro, mas houve casos em que o NCBI CD retornou a família GH 17 em sua busca mas contendo logo abaixo o match com a GH 1 como superfamily, ou seja, como se GH 1 englobasse a GH 17 (e sabe-se lá quais outras famílias). Eu não sei dizer o porquê dessa classificação, mas, de qualquer forma, isso explica tantos matches inesperados com GH 1.

