

## DISCRIMINAÇÃO DE ORIGEM EM ALIMENTOS

por Caroline Lambrecht Dittgen e Nathan Levien Vanier

Diversos fatores influenciam nas características ou na composição de plantas e de alimentos, incluindo tanto os fatores genéticos quanto os ambientais. Em termos genéticos, as características dos indivíduos, sejam eles humanos, animais ou vegetais, são comumente divididas em características qualitativas e quantitativas.

As características qualitativas se referem aquelas que não são mensuráveis, que afetam normalmente a aparência dos indivíduos e, por serem controladas por um ou poucos genes, são pouco influenciadas pelo ambiente.

Já as características quantitativas, que podem ser medidas em peso, volume ou medida, são controladas por muitos genes, e por isso os fatores ambientais do local de cultivo e o manejo adotado na cultura durante a safra podem ter impacto na produção e qualidade dos alimentos, afetando o rendimento econômico do sistema produtivo.

Tais diferenças nas características de alimentos e bebidas em função do genótipo e do local de cultivo, que resultam em produtos únicos e diferenciados, podem servir como características distintivas e de denominação de marca registrada.

A Austrália é um país que instituiu leis de um Sistema de Rotulagem do País de Origem, tornando esta prática obrigatória, a partir de 2018, para todos produtores e fabricantes de certos produtos alimentícios e bebidas vendidos no país, o que abrange lojas de conveniência, pequenas feiras, grandes supermercados e até mesmo mercados de agricultores, permitindo, desta

forma, que o consumidor tenha mais informações sobre o produto que está comprando. Os alimentos que devem possuir esta informação incluem leite, pão, cereais, queijo, nozes, entre outros.

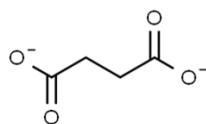
No Brasil, alguns produtos, na maioria frutas, apresentam na sua embalagem um código QR, o qual possibilita verificar o caminho percorrido pelo alimento desde a colheita até o supermercado, ou seja, traz informações sobre a rastreabilidade de alimentos.

Assim, de diversas formas, a discriminação de origem pode atender as demandas da maioria dos consumidores através de produtos ou alimentos:

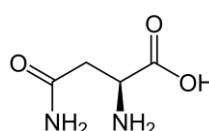
a) étnicos, exóticos, com variação de sabores e apelo sensorial, satisfazendo aos consumidores que buscam por Sensorialidade e Prazer;

- b. alimentos funcionais, benéficos à saúde e para dietas específicas, atendendo ao grupo que busca Saudabilidade e Bem-estar;
- c. com rastreabilidade, garantia de origem, rótulo informativo, certificados e selos de qualidade, para os que buscam por Confiabilidade e Qualidade;
- d. de empresas sustentáveis, com baixo impacto ambiental, com certificados de responsabilidade socioambiental, para aqueles que buscam por Sustentabilidade e Ética.

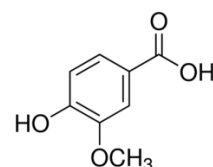
Na busca por compostos ou características que possibilitem discriminar a origem geográfica dos alimentos, diversos atributos e analitos têm sido investigados, incluindo açúcares, aminoácidos, carotenoides, carboidratos, elementos químicos, isótopos e lipídeos.



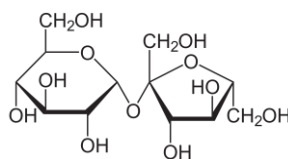
Succinato



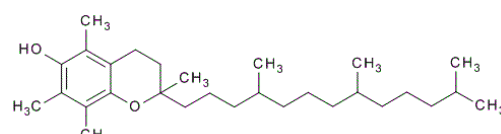
Asparagina



Ácido vanílico



Sacarose



Tocoferol

Exemplos de moléculas utilizadas na discriminação de origem de alimentos.

A maioria dos alimentos para venda a varejo na Austrália deve ser rotulada com o país de origem, havendo diferentes requisitos de rotulagem dependendo se o alimento for:

- Cultivado, produzido ou fabricado na Austrália;
- Embalados na Austrália;
- Cultivado, produzido ou fabricado em outro país;
- Embalados em outro país.



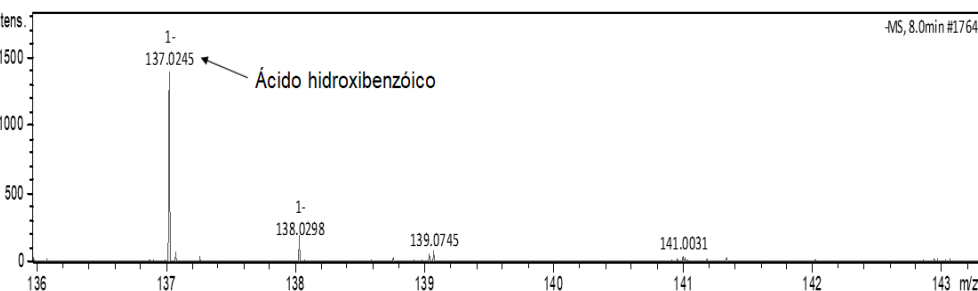
Diferentes técnicas que possibilitam a separação e identificação de moléculas podem ser empregadas. Dentre as técnicas de separação mais comuns estão a eletroforese capilar (CE) e a cromatografia, englobando a gasosa (GC), a líquida (LC), a líquida de ultra alta pressão (UPLC) e a de alto desempenho (HPLC). Integrando as técnicas de identificação mais utilizadas estão a espectroscopia de massa (MS), a espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIR) e a espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN).

A cromatografia líquida é amplamente utilizada, pois permite a separação tanto de compostos polares, incluindo açúcares, aminoácidos, vitaminas, ácidos carboxílicos e nucleotídeos, como de compostos semipolares, abrangendo os ácidos fenólicos, flavonoides, esteroides glicosilados e alcaloides. Já a técnica de espectrometria de massas pode ser utilizada para gerar íons a partir de compostos para, então, medir a razão massa/carga de moléculas carregadas, permitindo que os compostos possam ser identificados e quantificados.

Estas técnicas analíticas geram uma grande quantidade de dados, e dessa forma necessitam de ferramentas estatísticas, como análise de dados multivariados (PCA, PLS, análise de cluster) para enfatizar possíveis diferenças, classificando as amostras de acordo com suas características. Tais ferramentas estatísticas geralmente envolvem análise não supervisionada, como a análise de componentes principais (PCA - Principal Component Analysis) ou a análise de discriminação supervisionada por quadrados mínimos parciais (PLS-DA - Partial Least Squares Discriminant Analysis).

Utilizados em conjunto, estes métodos permitem identificar compostos marcadores discriminantes entre plantas geneticamente modificadas e convencionais ou separar alimentos produzidos pelo sistema orgânico do convencional. Ainda, estes métodos têm sido amplamente utilizados na discriminação da origem geográfica de alimentos.

Pesquisadores de universidades italianas indicaram que, com base na acidez total, no teor de ácidos cítrico, málico, succínico e láctico, no índice total de



*Cromatograma obtido através de cromatografia líquida acoplada ao espectro de massas: identificação de composto com base na relação massa/carga e tempo de retenção.*

polifenóis, no teor de glicose, e na relação de prolina/arginina, é possível discriminar vinhos de acordo com seu local de cultivo.

Em outro estudo realizado nas Universidades de Tecnologia de Tshwane, África do Sul, e de Addis Abeba, Etiópia, os autores discriminaram grãos de café com base em seu perfil de ácidos clorogênicos, identificando compostos discriminatórios para a autenticação entre as diversas regiões e entre as variedades utilizadas.

Na Universidade de Delhi, Índia, pesquisadores conseguiram discriminar geograficamente grãos de trigo com base na composição de isótopos, onde o  $\delta^{13}C$  (isótopos estáveis de carbono) foi identificado como principal discriminante, enquanto na Coreia, pesquisadores apontaram o  $\delta^{34}S$  (isótopos estáveis de enxofre) como o marcador mais importante para discriminar a autenticação geográfica do arroz e elementos como K, Mg, Na, Ca, Mn, Fe e Zn também diferiram entre as amostras de arroz de diferentes origens geográficas na Ásia.

No caso do arroz, a denominação geográfica de origem é obrigatória no Japão, onde o rótulo deste alimento deve apresentar a cultivar, a região e o ano de cultivo, e a análise de metabólitos pode ajudar a explorar a diversidade de arroz de diferentes genótipos e origens.

Para possibilitar o sequenciamento gênico de plantas forma rápida, ensaios como os *microarrays* da Illumina®, vêm sendo desenvolvidos.

Estas técnicas de sequenciamento fornecem informações detalhadas sobre a variação genética e como esses fatores influenciam as características das plantas, e desta forma permite estudos de

genotipagem para identificar variáveis associadas a características fenotípicas desejadas, além de permitir a triagem de alto rendimento de marcadores genômicos conhecidos para informar decisões de seleção e reprodução.

Pesquisadores do Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz, Filipinas, e da Universidade de Osmania, Índia, demonstraram que a ocorrência de altas temperaturas em diferentes fases do desenvolvimento dos grãos de arroz resulta em diferentes alterações na cariopse, como redução no enchimento dos grãos, levando a ocorrência de grãos gessados, e alterações na sua composição, principalmente no acúmulo e na estrutura do amido e de proteínas, afetando desta forma a qualidade de cocção e sensorial do arroz.

Ainda, existem relatos de que há efeito tanto genotípico quanto ambiental nos teores de tocoferol, tocotrienol e  $\gamma$ -orizanol do arroz e indícios de que os ácidos sinápico e ferúlico, nas formas livre e conjugada, podem ser utilizados como biomarcadores para a discriminação de origem de diferentes cultivares de arroz cultivadas em distintos locais na Coreia.

Outros analitos, como os compostos fenólicos, têm sido utilizados com sucesso para determinar a origem de diferentes alimentos e bebidas, como suco de uva, vinhos tintos, azeite de oliva extravirgem, e feijões comuns.

Os compostos fenólicos apresentam propriedades antioxidantes, a capacidade de sinalização celular e outros mecanismos que potencializam seu uso em benefício à saúde humana, pois auxiliam na prevenção de doenças como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e

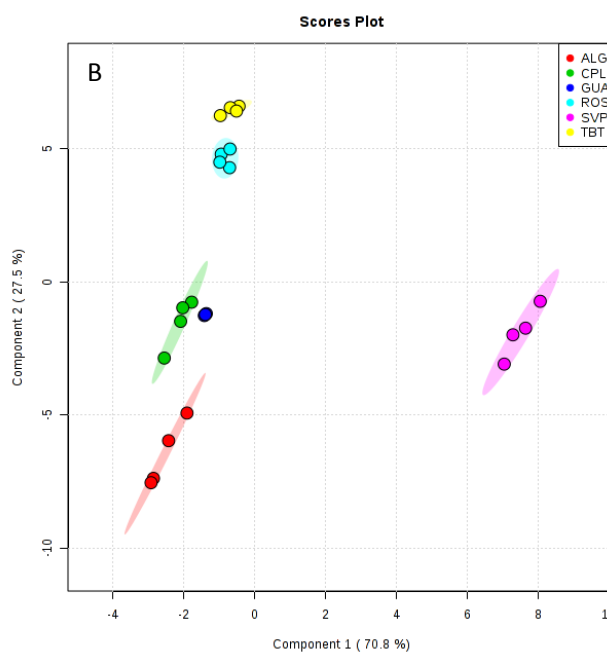
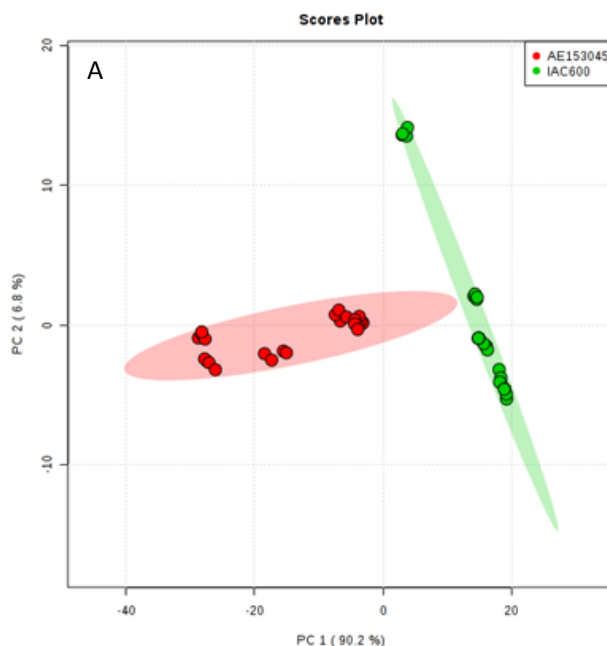
neurodegenerativas.

Além de compostos fenólicos, que demonstram grandes variações, outras características podem ser usadas como marcadores para discriminação de origem, como, por exemplo, a ocorrência do gessamento nos grãos, pois é uma característica altamente impactada pelo genótipo e local de cultivo, servindo como uma importante variável de denominação de origem.

No Labgrãos, com base no perfil de compostos fenólicos, grãos de arroz preto produzidos em três municípios de São Paulo (Guaratinguetá, Roseira e Taubaté) e em três municípios do Rio Grande do Sul (Alegrete, Capão do Leão e Santa Vitória do Palmar) foram discriminados de acordo com seu genótipo e local de cultivo.

O acúmulo de compostos fenólicos, incluindo ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas, foi modificado pelo ambiente, onde a tendência observada foi de um acúmulo maior destes compostos quando os grãos foram produzidos em Santa Vitória do Palmar.

A quercetina-3-*O*-glicosídeo e o ácido vanílico foram identificados como os principais compostos responsáveis pela discriminação entre os dois genótipos avaliados. Já o ácido *p*-cumárico, o ácido vanílico, a hesperetina, a quercetina e a quercetina-3-*O*-glicosídeo foram os compostos discriminantes entre os locais de cultivo quando os genótipos foram analisados isoladamente. Ainda, as condições ambientais de Santa Vitória do Palmar favoreceram a ocorrência de gessamento em um dos genótipos avaliados.



PCAs demonstrando separação entre os genótipos (A) e entre os locais de cultivo de um genótipo isolado (B). AE 153045 e IAC 600 são genótipos de arroz preto utilizados. ALG=Alegrete, CPL=Capão do Leão, GUA=Guaratinguetá, ROS=Roseira, SVP=Santa Vitória do Palmar, TBT=Taubaté.

Fonte: Dittgen et al., Food Chem., v. 288, 2019.



Engª Agrônoma Caroline Lambrecht Dittgen  
Doutoranda no Labgrãos  
caroldittgen@hotmail.com



Prof. Dr. Nathan Levien Vanier  
Labgrãos-DCTA-FAEM-UFPel  
nathanvanier@hotmail.com