

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
LÍDIA FERREIRA MORAES
FABIOLA LUZIA DE SOUSA SILVA
(ORGANIZADORAS)**

**DESENVOLVIMENTO
DA PESQUISA CIENTÍFICA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
NA AGRONOMIA
2**

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
LÍDIA FERREIRA MORAES
FABIOLA LUZIA DE SOUSA SILVA
(ORGANIZADORAS)**

**DESENVOLVIMENTO
DA PESQUISA CIENTÍFICA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
NA AGRONOMIA
2**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Lídia Ferreira Moraes
Fabiola Luzia de Sousa Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 2 / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Lídia Ferreira Moraes, Fabiola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0376-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.760222306>

1. Agronomia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Moraes, Lídia Ferreira (Organizadora). III. Silva, Fabiola Luzia de Sousa (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O agronegócio brasileiro vem se expandindo cada vez mais, isso se deve ao constante crescimento populacional, com isso tem-se uma demanda maior por alimentos e insumos necessários para os processos produtivos, as importações e exportações também tem a sua influência para tal acontecimento, já que o Brasil se destaca entre os países que mais produzem.

Entretanto, mesmo com toda informação já existente ainda se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos, a fim de capacitar e minimizar alguns entraves existentes no sistema de produção, considerando o cenário atual a demanda por informações de boa qualidade é indispensável.

Com isso, o uso de tecnologias, técnicas e pesquisas necessitam estar atreladas na produção agrícola para desde modo obter sucesso e alta produtividade. Com base nisso a obra “Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 2” vem com o intuito de trazer aos seus leitores informações essenciais para o sistema agrícola.

Apresentando trabalhos desenvolvidos e resultados concretos, com o objetivo de informatização e capacitação acerca deste setor, oferecendo a possibilidade do leitor de agregar conhecimentos sobre pesquisas desenvolvidas para a agricultura. Pesquisas que buscam contribuir para o aprimoramento dos pequenos, médios e grandes produtores. Desejamos a todos, uma excelente leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Lídia Ferreira Moraes

Fabiola Luzia de Sousa Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A BIOACESSIBILIDADE COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS ASSOCIADOS AO CONSUMO DE PESCADO

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Antônio Marques

Ricardo N. Alves

Ana L. Maulvault

Vera L. Barbosa

Patrícia Anacleto

Maria L. Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223061>

CAPÍTULO 2..... 14

SISTEMA ANFIGRANJA PARA PRODUÇÃO DE RÃS

Eduardo Pahor-Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223062>

CAPÍTULO 3..... 20

CHANGES IN THE CHEMICAL QUALITY OF PINK PEPPER FRUITS DURING STORAGE

Ygor Nunes Moreira

Talis da Silva Rodrigues Lima

Isabela Pereira Diegues

Diego de Mello Conde de Brito

Pedro Corrêa Damasceno-Junior

Marco Andre Alves de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223063>

CAPÍTULO 4..... 35

DESEMPENHO AGRONÔMICO E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES EM RESPOSTA À SEMEADURA CRUZADA E CONVENCIONAL NA CULTURA DA SOJA

Glaucia Cristina Ferri

Alessandro Lucca Braccini

Renata Cristiane Pereira

Silas Maciel de Oliveira

Alvadi Antônio Balbinot Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223064>

CAPÍTULO 5..... 47

BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL COMO MITIGADORAS DOS EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS

Roberto Cecatto Júnior

Lucas Guilherme Bulegon

Vandair Francisco Guimarães

Rodrigo Risello

Athos Daniel Fidler

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223065>

CAPÍTULO 6..... 74

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS DE CHERNOSSOLOS NO ESTADO DO PIAUÍ

Herbert Moraes Moreira Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223066>

CAPÍTULO 7..... 81

FERMENTAÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS: UMA REVISÃO DE LITERATURA EM BENEFÍCIO DA SUSTENTABILIDADE SOCIAL E ECONÔMICA DA ATIVIDADE CAFEEIRA

Amara Alice Cerqueira Estevam

Ana Paula Lelis Rodrigues de Oliveira

Gabriel Henrique Horta de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223067>

CAPÍTULO 8..... 95

EFEITO CLONAL SOBRE O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE MURUCIZEIRO

Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Jennifer Carolina Oliveira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223068>

CAPÍTULO 9..... 100

DINÂMICA DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DA ADEQUAÇÃO DO CONJUNTO TRATOR-PLANTADORA DE CANA

Victor Augusto da Costa Escarela

Rodrigo Silva Alves

Thiago Orlando Costa Barboza

José Augusto Neto da Silva Lima

Carlos Alessandro Chioderoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7602223069>

CAPÍTULO 10..... 105

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA, DIFERENTES SUBSTRATOS E VOLUMES DE RECIPIENTES

Gabriel Pinheiro Silva

Eduardo Mamoru Takakura

Adrielly Costa Souza

Dênmore Gomes de Araújo

Marcos André Piedade Gama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230610>

CAPÍTULO 11..... 117

IMPACTO DO MOMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA SOBRE O CONTROLE DE

DOENÇAS FOLIARES EM CULTIVARES DE TRIGO

Gustavo Castilho Beruski

André Belmont Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230611>

CAPÍTULO 12..... 130

LA PLURIACTIVIDAD CARACTERISTICA EN LA AGRICULTURA CAMPESINA FAMILIAR Y COMUNITARIA EN COLOMBIA

Ruben Dario Ortiz Morales

Arlex Angarita Leiton

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230612>

CAPÍTULO 13..... 150

PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO-CAUPI POR *TRICHODERMA* sp. E FERTIACTYL GZ®

Maria Luiza Brito Brito

Tamirys Marcelina da Silva

Klayver Moraes de Freitas

Roberto Augusto da Silva Borges

Danielle Pereira Mendonça

Maria Carolina Sarto Fernandes Rodrigues

Gledson Luiz Salgado de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230613>

CAPÍTULO 14..... 157

CRESCIMENTO, CONCENTRAÇÃO E CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES EM *Pueraria phaseoloides* L., E SEUS EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO EM UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO

Jessivaldo Rodrigues Galvão

Ismael de Jesus Matos Viégas

Odete Kariny Souza Santos

Vanessa Melo de Freitas

Victor Hugo Tavares

Valdecyr da Costa Rayol Neto

Matheus Vinícius da Costa Pantoja

Naiane Franciele Barreira De Melo

Joel Correa de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230614>

CAPÍTULO 15..... 172

AVALIAÇÃO DA MICROESTRUTURA POR DIFRAÇÃO DE RAIO-X EM SUCO DE UMBU OBTIDO POR CO-CRISTALIZAÇÃO

Milton Nobel Cano-Chauca

Claudia Regina Vieira

Kelem Silva Fonseca

Marcos Ferreira dos Santos

Gabriela Fernanda da Cruz Santos

Heron Ferreira Amaral
Livia Aparecida Gomes Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230615>

CAPÍTULO 16..... 179

SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELÃO E MELANCIA

Amália Santos da Silva Veras
Antonio Emanuel Souta Veras
Aldenice Oliveira Conceição
João Ítalo Marques Carvalho
Valdrickson Costa Garreto
Daniela Abreu de Souza
Fabiola Luzia de Sousa Silva
Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230616>

CAPÍTULO 17..... 187

ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM MILHO SEGUNDA SAFRA

Rogério Alessandro Faria Machado
Salette Lúcia Cótica Chapla
Marlus Eduardo Chapla
Márcio Roggia Zanuzo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230617>

CAPÍTULO 18..... 200

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE UNA MÁQUINA SEMBRADORA
AGROFORESTAL AUTOMATIZADA**

Lizardo Reina Castro
Belisario Candia Soto
Fernando Reyes
Eduardo Peña

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.76022230618>

SOBRE AS ORGANIZADORAS 212

ÍNDICE REMISSIVO..... 213

CAPÍTULO 15

AVALIAÇÃO DA MICROESTRUTURA POR DIFRAÇÃO DE RAIO-X EM SUCO DE UMBU OBTIDO POR CO-CRISTALIZAÇÃO

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 10/05/2022

Milton Nobel Cano-Chauca

Professor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros Montes Claros, Minas- Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1033917187117771>

Claudia Regina Vieira

Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Regional de Montes Claros Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2543069905385753>

Kelem Silva Fonseca

Pesquisadora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/3426588794620789>

Marcos Ferreira dos Santos

Discente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7697048375577924>

Gabriela Fernanda da Cruz Santos

Discente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4112573504235220>

Heron Ferreira Amaral

Discente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7965626342260611>

Livia Aparecida Gomes Silva

Discente do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1081528215970311>

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da microestrutura sobre a propriedade funcional de higroscopicidade no suco de umbu em pó. Para a preparação das amostras utilizou-se polpa de umbu, adquirida no comércio local com um teor de sólidos totais solúveis de 5,6°Brix. A polpa foi concentrada até alcançar um teor médio de sólidos totais de 16°Brix. O pH da polpa foi corrigido para 4,5; 4,0 e 3,5 utilizando CaCO₃. Para a produção do suco em pó foram utilizadas concentrações de polpa de 15% e 20% (p/p). O co-cristalizado foi obtido utilizando xarope de sacarose com 70° Brix o qual foi concentrado até 98° Brix. Logo após, foi adicionada a polpa de umbu, agitou-se a mistura, ocorrendo a cristalização espontaneamente. As amostras foram secas em estufa a 50°C, e trituradas e armazenadas. Foram determinadas análises de microestrutura através de difração raio-x e a higroscopicidade através do método

de dessecador. As análises de difração raio-x indicaram todos os sistemas apresentaram materiais cristalinos, ou seja, há presença de picos bem definidos, em ângulos específicos (2θ) correspondendo para cada ângulo picos de alta intensidade. Para a higroscopicidade, as análises apontaram que o tratamento com 15% de polpa apresentou valores de absorção d'água de 3,8; 4,1; 5,1g para os pHs 4,5; 4,0 e 3,5 respectivamente. Já o tratamento com 20%, apresentou valores de ganho de água de 6,8 para o pH 4,5; 9,9 para o pH 4,0 e 10,6 para o pH 3,5. Pode-se concluir que o suco de umbu em pó apresentou superfícies cristalinas em todos os tratamentos independentemente do pH e da concentração. Conclui-se ainda que o suco produzido em pH 4,5 e 4,0 resultaram em menores valores de higroscopicidade evidenciando maior estabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Co-cristalização, solubilidade, higroscopicidade, umbu.

X-RAY DIFFRACTION MICROSTRUCTURE ANALYSIS IN UMBU JUICE POWDER OBTAINED BY CO-CRYSTALLIZATION

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the effect of microstructure on the functional property of hygroscopicity in umbu juice powder. For the preparation of the samples, umbu pulp was used, acquired in the local market with a content of total soluble solids of 5.6°Brix. The pulp was concentrated until reaching an average total solids content of 16°Brix. The pulp pH was corrected to 4.5; 4.0 and 3.5 using CaCO₃. For the production of powdered juice, pulp concentrations of 15% and 20% (w/w) were used. The co-crystallized was obtained using sucrose syrup with 70° Brix which was concentrated to 98° Brix. Soon after, the umbu pulp was added, the mixture was stirred, and crystallization occurred spontaneously. The samples were dried in an oven at 50°C, crushed and stored. Microstructure analyzes were determined through X-ray diffraction and hygroscopicity through the desiccator method. X-ray diffraction analyzes indicated that all systems presented crystalline materials, that is, there are well-defined peaks at specific angles (2θ) corresponding to high intensity peaks for each angle. For hygroscopicity, the analyzes showed that the treatment with 15% of pulp presented water absorption values of 3.8; 4.1; 5.1g for pH 4.5; 4.0 and 3.5 respectively. The treatment with 20% showed water gain values of 6.8 for pH 4.5; 9.9 for pH 4.0 and 10.6 for pH 3.5. It can be concluded that the powdered umbu juice presented crystalline surfaces in all treatments regardless of pH and concentration. It was also concluded that the juice produced at pH 4.5 and 4.0 resulted in lower hygroscopicity values, evidencing greater stability.

KEYWORDS: Co-crystallization, solubility, hygroscopicity, umbu.

1 | INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondia tuberosa* Arruda Câmara) talvez seja cultura de maior importância cultural, econômica e social da Região Nordeste e norte mineiro. É uma fruteira nativa das regiões semi-áridas adaptado ao calor aos solos pobres a falta de água. O umbu é um fruto nativo suculento e rico em sais minerais e vitaminas que contribui consideravelmente na dieta do sertanejo, além disso, ajuda a sobrevivência de centenas de famílias como fonte de renda familiar (Mendes, 1990). Em Minas Gerais o fruto pode ser encontrado em Porteirinha, Pai Pedro, Serranópolis de Minas, Jaíba, Riacho dos

Machados, Janaúba, Capitão Enéas, Ibiracatu e Varzelândia. Nesses municípios, durante a safra, que vai de dezembro a março, a coleta do umbu no mato envolve famílias inteiras, que vendem o produto na beira das estradas da região. Devido à grande demanda na época da colheita, que é de curta duração, o quilo de umbu “in natura”, pago ao produtor, é muito baixo ocasionando grande perda do produto na safra (Mendes, 1990).

A divulgação das propriedades nutritivas do umbu - rico em vitaminas e minerais tem despertado interesse pelos consumidores, estimulando o consumo nos Estados do Sul, Sudeste e Nordeste, ampliando a exploração desse produto para essas regiões, abrindo um novo horizonte na produção industrial.

O umbu é um fruto altamente perecível onde tem que ser processado rapidamente, não resistindo mais do que 3 dias sem refrigeração. O umbu na atualidade vem sendo comercializado no mercado nacional em forma de polpa congelada. Esta técnica de preservação, apesar de ser eficiente, apresenta problemas de: contaminação microbiana, perda de cor, sabor e odor e elevado custo de processo. A mudança de cor deve-se a problemas de oxidação (vitamina C, pigmentos). As alterações do sabor estão ligadas à oxidação enzimática das matérias. Esse fato evidencia a urgente necessidade de processos simples e baratos para conservar esses alimentos extremamente perecíveis.

O umbu é um produto com características organolépticas próprias que poderia encontrar uma abertura no mercado internacional com a condição de que sua qualidade seja satisfatória e constante uma conservação prolongada do produto permitiria seguramente aumentar o volume de comercialização nos diferentes mercados internos e externos e ter um consumo mais bem distribuído ao longo do ano todo e poder exigir uma qualidade superior do produto.

A co-cristalização é um método de encapsulação, na qual a estrutura do cristal de sacarose é modificada de um cristal puro para um conglomerado. Esta estrutura providencia uma configuração porosa para a adição de um segundo ingrediente (Berestain, 1994). O processo de co-cristalização se inicia com a concentração do xarope de sacarose de 70° Brix até a solução tornar-se supersaturada (97°Brix), aquecida por alguns segundos. À Solução supersaturada é adicionado o segundo ingrediente e promove-se então uma agitação enérgica, sem a necessidade de aquecimento.

De acordo com Awad e Chen (1993), a forma como se incorpora o segundo ingrediente é de fundamental importância, para a produção de co-cristalizados. Primeiro este inibe uma prematura cristalização permitindo que o processo seja controlável e reproduzível e segundo esta melhora as propriedades funcionais de higroscopicidade, solubilidade, pegajosidade em produtos co-cristalizados. Assim O presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da microestrutura sobre a propriedade funcional de higroscopicidade.

2 | METODOLOGIA

A. Matéria prima

Para a preparação das amostras utilizou-se polpa de umbu, adquirida no comércio local com um teor de sólidos totais solúveis de 5,6°Brix e pH de 2,4.

B. Preparo das amostras

A polpa antes de ser co-cristalizada foi concentrada até alcançar um teor médio de sólidos totais de 16°Brix. Foi corrigido o pH da polpa para 3,5, pH 4,0 e pH 4,5 utilizando carbonato de cálcio. Logo após foi adicionada ao xarope de sacarose utilizando concentrações de polpa de 15 e 20% (p/p).

C. Co-cristalizado

O trabalho foi desenvolvido em batelada. O xarope de sacarose foi concentrado de 70° Brix numa chapa com aquecimento e agitação mecânica até atingir 98° Brix. Logo após, foi adicionada a polpa de umbu agitou-se energeticamente a mistura, onde a cristalização ocorreu espontaneamente. Logo após, as amostras foram secas em estufa 50°C e trituradas para sua posterior utilização.

D. Análise de higroscopicidade

Para esta análise foram pesados de 1 a 2 gramas de suco de umbu em pó e colocados em placas petri dentro de um dessecador contendo solução saturada de KCl com atividade de água de 0,85. A análise foi realizada temperatura de 25°C. As amostras foram pesadas em intervalos de 24 horas, por um período de 12 dias.

E. Análise de difração raios-X

A difração de raios-X (DRX) do suco de umbu em pó foi realizada em aparelho Rigatzu DMAX-2A, utilizando-se o tubo de Co ($K\alpha_{1+2}$) com monocromador de grafite curvo no feixe difratado. As condições de operação foram em 40 KV de potência e 30 mA de corrente, usando-se amostras não orientadas nas quais se fez uma varredura de 4 a 50° 2 θ , com incremento passo a passo de 0,02° 2 θ por 0,5 segundo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSAO

A. Análise de difração raios-X

Na Figura 1, observa-se o perfil de difração de raio-x, das partículas de pó para os tratamentos utilizando concentrações de 15 e 20% de polpa e pHs de 4,5, 4,0 e 3,5. De acordo com o difractograma, todos os sistemas apresentaram materiais cristalinos, ou seja, há presença de picos bem definidos, em ângulos específicos (2 θ) correspondendo para cada ângulo picos de alta intensidade. Verifica-se nestas figuras que os tratamentos em pHs de 4,5 e 4,0 apresentaram superfícies cristalinas como pode ser constatado pela

presença de picos com valores de intensidade em torno de 850 a 1300 (Figuras 1A e 1E), ao passo que o tratamento em pH 3,5 apresentou superfícies cristalinas com menores valores de intensidade resultando em menor grau de cristalinidade. Esta característica de material cristalino pode ser devido ao fato que o processo de co-cristalização implica a formação de um conglomerado de pequenos cristais de açúcares (sacarose) o que confere uma alta estabilidade ao material obtido. O comportamento do perfil de difração de raio-x desta pesquisa foi similar aos encontrados por Chidavaenzi et al. (2001), que estudaram o efeito de polietileno glycol 4000 sobre a cristalização de lactose durante o processo de *spray drying*. Pode ser ainda verificado na Figura 1 que todos os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento com perfis similares característicos de partículas cristalinas.

B. Análise de higroscopicidade

A absorção d'água em pós ricos em açúcares podem conduzir a mudanças nas propriedades de fluxo tendo como resultados problemas de *stickiness e caking*. As Figuras 2A e 2B, apresentam o grau de absorção d'água dos pós de suco de umbu obtido por co-cristalização em função ao tempo de armazenagem, para todos os tratamentos.

Observa-se na Figura 2A que o suco de umbu em pó produzido na concentração de 15% de polpa e exposto à umidade relativa de 85%. Apresentaram valores de absorção d'água de 3,8; 4,1; 5,1g para os pHs 4,5; 4,0 e 3,5 respectivamente. Nota-se, por esta mesma Figura que todos os sistemas tiveram um ganho de água em função do tempo de armazenagem, porém, o suco com pH 3,5 apresentou uma maior absorção de água em relação aos demais. O estado físico, cristalino ou amorfo em que se encontram as redes moleculares dos açúcares, influencia significativamente a retenção da água. Este estado físico depende, em grande parte, dos tratamentos tecnológicos e da maneira de realizar as operações básicas (Cheftel e Cheftel 1992). A retenção de água é dependente de interações açúcar-água, e influencia em certas propriedades físicas dos alimentos como absorção, suculência, adesão, dispersibilidade, solubilidade e viscosidade. As superfícies cristalinas apresentam baixos valores de ganho de água quando comparado a outros processos como *spray drying* que apresentam estruturas amorfas e ganhos acima de 30g (Cano-Chauca, et al., 2005). Quando o açúcar se encontra no estado cristalino há uma menor possibilidade de ligação com as moléculas de água, por haver uma maior organização e rigidez do sólido, ao passo que no estado amorfo há uma maior exposição dos grupos funcionais à umidade e conseqüentemente uma maior absorção da mesma. Sólidos amorfos absorvem consideravelmente mais água que sólidos cristalinos a baixas atividades de água e somente em altas atividades de água é que ambos absorvem quantidades similares de água (Saltmarch & Labuza, 1980). Na Figura 2B verifica-se que o suco de umbu produzido na concentração de 20% em pH 4,5 ao final de 12 dias de exposição à umidade relativa de 85%, apresentaram valores de ganho de água de 6,8; 9,9 e 10,6. para os pHs de 4,5; 4,0 e 3,5, respectivamente. Nota-se, por esta mesma Figura, que todas as amostras tiveram um

ganho de água em função do tempo de armazenagem, porém, o suco produzido em pH 4,5 apresentou um menor ganho de água em relação aos demais. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os encontrados por De Almeida (1995), que verificou que pós contendo materiais cristalinos absorvem menor quantidade de água quando expostos a diferentes umidades relativas pode ser verificado ainda nesta Figura que o tratamento utilizando concentração de polpa de 20% apresentou maior ganho de absorção de água quando comparado ao tratamento de 15%, fato que pode ser devido a que a maior concentração de polpa afetou a microestrutura de suco afetando a cristalinidade do material conforme evidenciado no perfil de difração de raio-x que resultou para a concentração de 20% em menores valores de intensidade (Figura 1D, 1E e 1F).

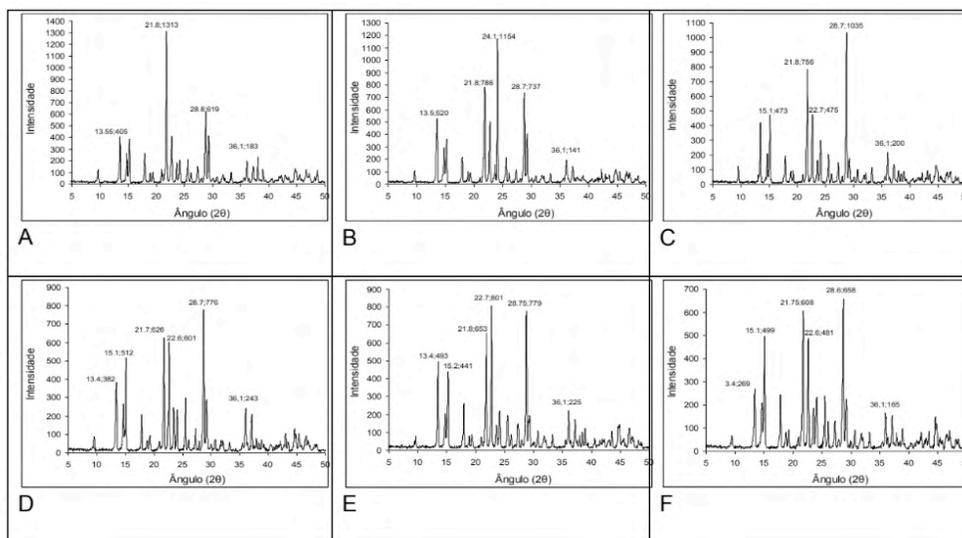


Figura 1 - Análise de difração de Raios-X em suco de pó obtido por co-cristalização a diferentes concentrações e pHs. A).pH 4,5 e concentração de 15%; B).pH 4,0 e concentração de 15%; C) pH 3,5 e concentração de 15%; D).pH 4,5 e concentração de 20%; E).pH 4,0 e concentração de 20%; F) pH 3,5 e concentração de 20%.

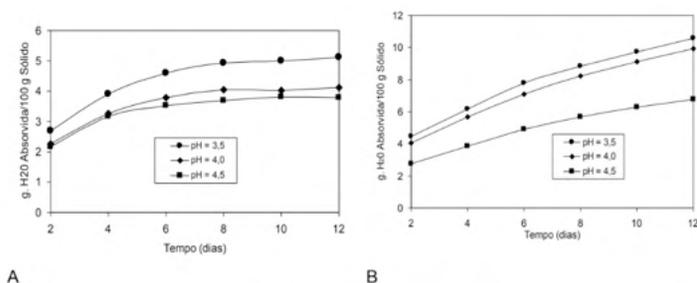


Figura 2 - Grau de absorção da água de pós de suco de umbu exposta a umidade relativa de 85% e temperatura de 25°C: A) concentração de 20%; B) concentração de 15%.

4 | CONCLUSÃO

- O suco de umbu em pó apresentou superfícies cristalinas em todos os tratamentos independentemente do pH e da concentração.
- O suco produzido em pH 4,5 e 4,0 resultou em maior estabilidade e menor higroscopicidade em todos os tratamentos utilizados
- O grau de cristalinidade influencia na propriedade funcional de higroscopicidade.

REFERÊNCIAS

1. AWAD, A., CHEN. A., A New Generation of Sucrose Products Made by Cocrystallization. Food Technology, p 146-148, 1993.
2. BERISTAIN, C.I., MENDOZA, R.E., GARCIA, H.S., VASQUEZ, A. Cocrystallization of Jamaica (*Hibiscus sabdarifa L.*) Granules, Lebensm-Wiss.u-Tecnology, v. 27, p.347-349, 1994.
3. CANO-CHAUCA, M. ; STINGHETA, P. C. ; RAMOS, A. M. . Effect of the Carriers on The Microstructure o Mango Powder Obtained by Spray-Drying and Its Funtional Characterizarion. Innovative Food Science & Emerging Technologies, Alemanha, v. 06, n. aceito, p. 420-428, 2005
4. CHIDAVAZENZI, O.C.; BUCKTON, G.; KOOSHA, F. The of co-spray drying with polyethylene glycol 4000 on the crystallinity and physical form lactose. International Journal of Pharmaceutics, v.216, p. 43-49, 2001.
5. CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1992. v.1, 333p.
6. DE ALMEIDA, L.C. Indução de cristalinidade durante o congelamento de soluções-modelo com açúcares de frutos com adição de álcoois para reduzir a higroscopicidade dos correspondentes pós-liofilizados. 1995. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras.
7. MENDES, B.V. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara): importante frutífera do semi-árido. Coleção Mossoroense. Série C- v.164. 1990. 67p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aeração do solo 74

Agricultura familiar 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 140, 145, 146, 147, 148, 149

Água disponível 65, 74, 76, 78, 79

Anfigranja 14, 18, 19

Armazenamento 20, 21, 75, 90

Arranjo espacial de plantas 35, 36

Aspectos físicos-químicos 81

B

Bioacessível 1, 8, 9, 10

Bioestimulante 151, 152

Boa aeração 180, 183

Brotação 95, 97

C

Calos 95

Classificação de solo 74

Cobertura verde 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

Co-cristalização 172, 173, 174, 176, 177

Compactação 100, 101, 102, 103

D

Densidade de plantas 35, 37, 45

F

Fertilizantes de liberação controlada 105, 107

Fruticultura 105, 116, 179, 212

G

Glycine max (L.) Merrill 35, 36

H

Higroscopicidade 172, 173, 174, 176, 178

Hormônios vegetais 47, 48, 53, 54, 55, 58, 60, 62, 63, 154

L

Leguminosa 150, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 168, 169

Lipídeos 9, 21, 58, 63

M

Microbiolização 151

Minga 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147

Mitigação da deficiência hídrica 47, 48, 56, 63

N

Nutrientes 1, 4, 5, 6, 7, 8, 50, 51, 52, 53, 56, 106, 107, 108, 109, 110, 152, 154, 157, 158, 159, 160, 165, 183, 184, 187, 188, 189, 190, 196

O

Óleo essencial 21, 33

P

Pluriactividad 130, 131, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 143, 145, 146, 148, 149

Preparos culinários 1

Produção de mudas 105, 106, 107, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 212

Produtividade 14, 15, 16, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 63, 65, 105, 112, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 155, 179, 180, 187, 188, 191, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199

Promoção de crescimento vegetal 47, 62

Propagação 95, 96, 99, 184, 212

Puccinia triticina E. 117, 118

Pyrenophora tritici-repentis 117, 118

R

Ramos 34, 68, 74, 76, 95, 96, 115, 178, 181, 183, 184, 186

Ranicultura 14, 17, 18, 19

Resíduos orgânicos 180, 181, 189, 195

Riscos 1, 3, 4, 5, 107, 158

S

Saccharum officinarum 100, 101

Sardinha 1, 6, 8, 9, 10

Sobrevivência 14, 37, 51, 107, 111, 112, 173, 179

Solubilidade 4, 165, 173, 174, 176

Substratos 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 212

T

Triple bottom line 81, 89, 91

Triticum aestivum L. 117, 118, 127

V

Velocidade operacional 100, 103

Vigna unguiculata 150, 151

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

2