

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

Danyelle Andrade Mota
Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva
Milson dos Santos Barbosa

(ORGANIZADORES)

Meio ambiente:

Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

Danyelle Andrade Mota
Lays Carvalho de Almeida

Clécio Danilo Dias da Silva
Milson dos Santos Barbosa

(ORGANIZADORES)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

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



Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Danyelle Andrade Mota
Clécio Danilo Dias da Silva
Lays Carvalho de Almeida
Milson dos Santos Barbosa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade 3 / Organizadores Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva, Lays Carvalho de Almeida, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Outro organizador
Milson dos Santos Barbosa

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0031-8
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.318222903>

1. Meio ambiente. I. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). II. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). III. Almeida, Lays Carvalho de (Organizadora). IV. Título.

CDD 577

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



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

A temática meio ambiente é um dos maiores desafios que a humanidade vivencia nas últimas décadas. A sociedade sempre esteve em contato direto com o meio ambiente, o que refletiu nas complexas inter-relações estabelecidas entre estes, promovendo práticas sociais, culturais, econômicas e ambientais. O uso indiscriminado dos recursos naturais e a crescente demanda de consumo da sociedade culminaram na degradação do meio natural, e muitas vezes, reverberaram em perda da qualidade de vida para muitas sociedades. Desse modo, é necessário a busca para compreensão dos princípios ambientais, preservação e sustentabilidade para alcançar o uso sustentável dos recursos naturais e minimizar os problemas ambientais que afetam a saúde e a qualidade de vida da sociedade.

Nessa perspectiva, a coleção “*Meio Ambiente: Princípios Ambientais, Preservação e Sustentabilidade*”, é uma obra composta de três volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas questões ambientais. Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Ambientais e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e objetiva.

O Volume III “*Meio Ambiente, Sustentabilidade, Biotecnologia e Educação*”, reúne 18 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo, revisão de literatura e discussões sobre a importância da relação sociedade e natureza realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo do Meio Ambiente, Sustentabilidade, Biotecnologia e Educação é ampla, complexa e interdisciplinar. Os trabalhos apresentados podem contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e preservação ambiental de forma a compreender e refletir sobre problemas ambientais.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos três volumes organizados, envolve a temática ambiental, explorando múltiplos assuntos inerentes as áreas da Sustentabilidade, Meio Ambiente, Biotecnologia e Educação Ambiental. Esperamos que essa coletânea possa se mostrar como uma possibilidade discursiva para novas pesquisas e novos olhares sobre os objetos das Ciências ambientais, contribuindo, por finalidade, para uma ampliação do conhecimento em diversos níveis.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, bem como, a Atena Editora, a qual apresenta um papel imprescindível na divulgação científica dos estudos produzidos, os quais são de acesso livre e gratuito, contribuindo assim com a difusão do conhecimento. Assim, convidamos os leitores para desfrutarem as produções da coletânea. Tenham uma ótima leitura!

Danyelle Andrade Mota
Clécio Danilo Dias da Silva
Lays Carvalho de Almeida
Milson dos Santos Barbosa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS NAÇÕES UNIDAS – ATUALIZAÇÃO DE 2022

Sérgio Paulo Jorge Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229031>

CAPÍTULO 2..... 13

PROJETO RECICLAB: UMA EXPERIÊNCIA DE GESTÃO AMBIENTAL NA UNIVERSIDADE

Paula Macedo Lessa dos Santos

Cláudio José de Araújo Mota

Cássia Curan Turci


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229032>

CAPÍTULO 3..... 22

PROTEÇÃO AMBIENTAL: FUNÇÃO SOCIAL E COMBATE À VIDA PARA CONSUMO

Renata Martins Vasconcelos

José do Carmo Alves Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229033>

CAPÍTULO 4..... 36

E AGORA, O QUE FAÇO COM O MEU SMARTPHONE VELHO? UM ESTUDO SOBRE AS FORMAS DE DESCARTE DE TELEFONES MÓVEIS OBSOLETOS

Jaime Fernandes

Guilherme Lunardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229034>

CAPÍTULO 5..... 40

MOBILIZAR PARA REFLORESTAR: UMA OPORTUNIDADE PARA MUDAR O CENÁRIO DE SENHOR DO BONFIM-BA


Alexsandro Ferreira de Souza Silva

Marta Maria de Oliveira Santana

Adson dos Santos Bastos

Raimunda Pereira da Silva

Rita de Cassia Oliveira de Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229035>


CAPÍTULO 6..... 49

AS INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO BÁSICO NOS ASSENTAMENTOS DO INCRA NO MUNICÍPIO DE PETROLINA (PE): UMA ANÁLISE DO CASO DO PROJETO DE ASSENTAMENTO (PA) JOSIAS E SAMUEL

Elijalma Augusto Beserra

Maria Helena Maia e Souza

Maria Augusta Maia e Souza Beserra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229036>

CAPÍTULO 7..... 72


PRACTICE OF CONTINGENCY AT SCHOOL OF CHEMICAL SCIENCES, TO AVOID THE HUMAN INFLUENZA VIRUS AH1N1

Lino Martín Castro

Narciso Torres-Flores

Jesús Enrique Séañez-Sáenz

Alfredo R. Urbina-Valenzuela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229037>

CAPÍTULO 8..... 82

PROJETO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS HIDRO CLIMATOLÓGICAS BASEADO EM HARDWARE LIVRE

Cristiano Gabriel Persch

Bruna Minetto


Fabiana Campos Pimentel

Bibiana Peruzzo Bulé

Vitória Tesser Martín

Rutineia Tassi

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229038>

CAPÍTULO 9..... 90


PROYECTO INTEGRAL DE VIVIENDA VERNÁCULA CON ENFOQUE SOLIDARIO Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD DE STO. DOMINGO TEOJOMULCO, OAXACA

Uriel León Venegas

Rafael Alavéz Ramírez

María Eufemia Pérez Flores

Margarito Ortiz Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182229039>


CAPÍTULO 10..... 98

MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE IBIRAMA (SC)

Julia da Silva Vieira

Víctor Luís Padilha

Francisco Henrique de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290310>

CAPÍTULO 11..... 111

CONTRIBUIÇÃO DAS LEIS RECENTES DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE PARA MUDANÇAS DE PARADIGMAS NO USO DO SOLO NAS CIDADES

Wilma Freire Arriel Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290311>

CAPÍTULO 12..... 120

CONEXÕES ENTRE MERCADOS LEGAIS E O TRÁFICO INTERNACIONAL DE ANIMAIS SILVESTRES

Girlián Silva de Sousa

Juarez C. B. Pezzuti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290312>

CAPÍTULO 13..... 133

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO NO TERRITÓRIO DO ALTO CAMAQUÃ/RS


Leandro Porto Marques

Cibelle Carvalho Machado

Nájila Souza da Rocha

Rafael Cabral Cruz

Jefferson Marçal da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290313>


CAPÍTULO 14..... 149

INCÊNDIOS FLORESTAIS: NORMAS FEDERAIS NA PERSPECTIVA DO SÍTIO HISTÓRICO E CULTURAL KALUNGA

Éder Dasdoriano Porfírio Júnior

Thâmara Machado e Silva

Hélida Ferreira Cunha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290314>

CAPÍTULO 15..... 160

EL HUITLACOCHÉ (*USTILAGO MAYDIS*) COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN CON TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO

María Leticia Calderón-Fernández

María Elena Ramos- Cassellis

Verónica Gámez-Domínguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290315>

CAPÍTULO 16..... 173

COMPOSTOS NITROGENADOS COM ATIVIDADE ALELOPÁTICA EM PLANTAS - UMA REVISÃO DE LITERATURA

José Augusto Soares de Araújo

José Walber Gonçalves Castro

Roberta Maria Arrais Benício

Tereza Raquel Carneiro Soares

Bruno Melo de Alcântara

Leonardo Vitor Alves da Silva

Maria Amanda Nobre Lisboa


Gabriel Venancio Cruz

Maria Renata Furtado de Sousa

Marcio Pereira do Nascimento

Joice Layanne Guimarães Rodrigues

Maria Naiane Martins de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290316>

CAPÍTULO 17..... 185

EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE BIOMOLÉCULAS DE INTERESSE INDUSTRIAL A PARTIR DE RESÍDUOS DE BIOMASSA

Filipe Smith Buarque
Lídia Cristina Alves Câmelo
Alan Rozendo Campos da Silva
Armando Almeida dos Santos Neto
Fabiano Ricardo Fontes Santos
Ísis Máximo Dantas Feitosa
Edenilsa Bispo Santana Cavalcante
Paula Gabrielle Campos Gomes
Tairan Eutímio dos Santos
Patrícia Josefa Jesus dos Santos
Thailan Souza Pereira Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290317>

CAPÍTULO 18..... 196

METAIS PESADOS COMO MARCADORES AMBIENTAIS A PARTIR DO TESTE DE T PARA ÁGUAS NATURAIS E SOB INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NO MUNICÍPIO DE MANAUS - AM

Anderson da Silva Lages
Sebastião Átila Fonseca Miranda
Samia Dourado Albuquerque
Aretusa Cetauro de Abreu
Sávio José Filgueiras Ferreira
Márcio Luiz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31822290318>

SOBRE OS ORGANIZADORES 204

ÍNDICE REMISSIVO..... 206

EL HUITLACOCHÉ (*USTILAGO MAYDIS*) COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN CON TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO

Data de aceite: 01/03/2022

María Leticia Calderón-Fernández

Facultad de Ingeniería Química. Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
Puebla, México

María Elena Ramos- Cassellis

Facultad de Ingeniería Química. Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
Puebla, México

Verónica Gámez-Domínguez

Ingeniería Agroindustrial. Complejo Regional
Centro. Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla (BUAP)
Puebla, México

RESUMEN: México enfrenta un gran problema de salud producido por una mala nutrición (desnutrición, sobrepeso y obesidad), y otras enfermedades no transmisibles (anemia, algunos tipos de cáncer, la diabetes tipo 2, hipertensión y enfermedades cardiovasculares, principalmente) resultado de una inadecuada o insuficiente alimentación, debido a malos hábitos alimenticios, falta de ingresos económicos, poca disponibilidad de alimentos naturales, problemas que presenta la agricultura como los escasos recursos y al clima extremo, que llevan a la producción insuficiente de alimentos. La producción de “huitlacoche” [*Ustiligo maydis* (DC) Corda] resulta una forma de producción económica, sostenible y una alternativa importante para contribuir a la soberanía y a la seguridad alimentaria, así como para lograr una nutrición adecuada, debido

a que cuenta con características sensoriales, nutritivas y funcionales importantes. Por ello, que en una localidad de la región de Acatzingo de Hidalgo, Puebla, se realizó en el año de 2017, un estudio de dos métodos de producción (espolvoreo e inyección), determinando que para su producción se pudo obtener ventaja de las condiciones climáticas de la región, las plagas que se presentaron se pudieron controlar fácilmente sin causar daño a la naturaleza, se utilizaron maíces de la región susceptibles al hongo (blanco, azul, cacahuacintle blanco y cacahuacintle morado), así como teliosporas y basidiosporas de la región. Y por otro lado se obtuvo una cantidad considerable de huitlacoche (rendimiento de huitlacoche limpio de 30.22 Kg/ha, con 100% de infección en maíz cacahuacintle blanco y cobertura de huitlacoche del 75% de las mazorcas).

PALABRAS CLAVE: desnutrición, alimentos funcionales, desarrollo sustentable, seguridad alimentaria, soberanía alimentaria.

HUITLACOCHÉ (*USTILAGO MAYDIS*) AS ALTERNATIVE OF PRODUCTION WITH LOW-COST TECHNOLOGY

ABSTRACT: Mexico faces a major health problem, caused by poor nutrition (malnutrition, overweight and obesity), and other non-communicable diseases (anemia, some types of cancer, type 2 diabetes, hypertension and cardiovascular diseases, mainly) resulting from inadequate or insufficient food, the result of various factors (bad eating habits, lack of income and little availability of natural foods, and problems that agriculture presents as scarce resources and

extreme weather, which lead to insufficient food production). The production of “huitlacoche” [*Ustiligo maydis* (DC) Corda] is a form of economic production, sustainable and an important alternative to contribute to the sovereignty and food security, as well as to achieve adequate nutrition, because it has characteristics sensory, nutritious and functional important. For this reason, in a locality of the Acatzingo de Hidalgo region, Puebla, a study of two production methods (dusting and injection) was carried out in the year 2017, determining that for its production it was possible to obtain advantage of the conditions climatic conditions of the region, pests that were presented could be easily controlled without causing harm to nature, were used maize from the region susceptible to the fungus (white, blue, white cacahuacintle and purple cacahuacintle), as well as teliospores and basidiospores of the region. And on the other hand a considerable amount of huitlacoche was obtained (clean huitlacoche yield of 30.22 Kg / ha, with 100% infection in white cacahuacintle corn and 75% huitlacoche coverage of covered of the ears).

KEYWORDS: malnutrition, functional foods, sustainable development, food security, food sovereignty.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos es importante para la supervivencia física, sin embargo, en función de su tipo, cantidad y calidad, depende el desarrollo pleno de las capacidades físicas y mentales de los individuos, y consecuentemente el logro de una vida digna y saludable. Por ello, la alimentación está muy relacionada con la nutrición, la cual implica a los nutrientes de los alimentos y los procesos involuntarios después de la ingestión de estos. Mientras que la alimentación implica al conjunto de actos voluntarios y conscientes debidos a la elección, preparación e ingestión de alimentos. Por lo que estos dos procesos, se encuentran vinculados al medio socio-cultural y económico de los individuos. De esta forma, la falta de alimentos o su limitación, tiene diversas implicaciones como son la nutrición inadecuada y el hambre; ya que la primera está relacionada con la utilización biológica deficiente de los alimentos (subnutrición, malnutrición y desnutrición), y que tiene como consecuencias el retraso del crecimiento, la reducción de la capacidad de aprendizaje, la afectación a la salud, la baja productividad, principalmente. Así mismo, el hambre se considera como la escasez de alimentos básicos, que causa carestía y miseria generalizada. Por ello, está muy relacionada con el concepto de hambruna. Por lo que el hambre es más visible y más urgente de atender, ya que afecta biológica y psicológicamente a los individuos y a su descendencia.

Además, este problema se ha incrementado por el efecto del cambio climático, y en mayor medida para los sectores primarios más vulnerables, los cuales también ya padecen los efectos de la inseguridad alimentaria, además del hambre y de la malnutrición. Por lo que tiene un gran impacto negativo en el logro de la soberanía y la seguridad alimentaria, en cuyos conceptos determinan que los pueblos tienen el derecho de definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos que

garanticen el derecho a la alimentación, con base en la pequeña y mediana producción, respetando la forma de realizar estos y sus culturas; y que todas las personas tengan en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades y preferencias alimentarias a fin de llevar una vida sana y activa (FAO, 2019; NEIRA GONZÁLEZ, 2003).

Por otro lado, los sistemas agrícolas tradicionales son parte de los sistemas alimentarios, y en el caso de la agricultura sostenible, aunque se manejan de la misma forma que estos, incluye el enfoque de desarrollo sustentable y sostenible; por lo que, en el largo plazo, contribuye a mejorar la calidad ambiental, social y económica, es decir, es el sistema integrado de prácticas de producción de plantas y animales con el fin de satisfacer la alimentación humana, mejorar la calidad del ambiente, usar eficientemente los recursos no renovables, para mejorar la calidad de vida de todos los seres humanos (agricultores y sociedad). Así que la oferta de alimentos nutritivos y seguros a un costo razonable para los sistemas productivos, son las dimensiones socioeconómicas de este tipo de agricultura. Por lo tanto, para lograr la agricultura sostenible, es imprescindible que cada grupo de productores determinen aquellos cultivos y animales que proporcionen mayores beneficios a la salud humana, tales como los alimentos funcionales y con mayores aportes nutritivos, que establezcan nuevas tecnologías para su producción (invernaderos, hidroponía, agricultura orgánica, uso de bioinsecticidas, uso de sustratos nuevos, desarrollo y uso de microbiota específica, sistemas de ahorro de agua y superficie, y otros, así como sus combinaciones) (OSORIO-SOTO, 2008) a fin de eliminar o disminuir la utilización de agroquímicos que producen efectos secundarios indeseados al medio ambiente, incluyendo al ser humano, así como incrementar la producción y calidad de los productos obtenidos, y aumentar la eficiencia de la producción. Aunado a las nuevas técnicas de procesamiento intermedias (lavado, desinfectado, procesado, envasado, y otros) que permitan tener alimentos con mejores propiedades inocuas, funcionales, nutritivas y sensoriales, como es el caso del huitlacoche.

El huitlacoche son las agallas o tumores que se producen por el hongo *Ustilago maydis* en todas las partes aéreas de plantas de maíz (*Zea mays* ssp. *mays*) y teozintle (*Zea mays* ssp. *parviglumis*), y con mayor frecuencia en los órganos reproductores y en las mazorcas, mediante varias habilidades de infección (REINEKE et al., 2008). Se ha consumido muchas regiones de México y Latinoamérica desde épocas prehispánicas, y actualmente se considera una exquisitez en muchas partes del mundo, por lo que tiene una gran demanda. Sus propiedades sensoriales son tan especiales que llega a alcanzar costos relativamente altos, aunado a que su producción espontánea es limitada, y la sistemática sigue siendo estudiada aún. Por ello, se han realizado varios trabajos para su producción sistemática en diversas condiciones ambientales, diferentes variedades de maíces, y con varias cepas del hongo, tanto a campo abierto como en invernadero. La producción depende de varios factores de la aparición de *U. maydis* y etapa de desarrollo

de la planta (PATAKY, 1991), además de las condiciones climáticas, siendo los ambientes húmedos (humedad relativa de 72 a 80%) y templados (17 a 20 °C) (VILLANUEVA et al., 1999; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ et al., 2005), los que más favorecen su desarrollo; aunque también ha resultado exitoso en áreas moderadamente secas cálidas (26 a 34 °C) y cálidas (26 a 34 °C). Además, el huitlacoche tiene excelentes propiedades como alimento. Por un lado, posee excelentes propiedades sensoriales, por lo que se considera una exquisitez culinaria en diversos países como Italia, Estados Unidos de América, y Egipto, entre otros. Además, posee diversos componentes nutricionales como vitaminas (tiamina, biotina, riboflavina, niacina, ácido fólico y ácido ascórbico), minerales [hierro, zinc, cobre, calcio, nitrógeno y fósforo (PAREDES- LÓPEZ y VALVERDE, 2006; CASTRO- ESPINOZA y RUIZ-HERNÁNDEZ, 2003; MANZI et al., 2001), oligoelementos [Cr (2.15), Cu (2.22), Fe (19.0), Mn (0.37), Ni (0.43) y Pb (1.5) (SERAFÍN-MUÑOZ et al., 2005)], proteínas (1.62 a 16.4 %), hidratos de carbono y fibra (53 a 66.5 % y 7.5 a 26.6 %, respectivamente), grasas (1.0 a 6.5 %) (VALVERDE y PAREDES- LÓPEZ, 1993; VENEGAS et al., 1995; VALVERDE et al., 1995; PAREDES- LÓPEZ, 2000); los cuales están compuestos de glicina, valina, leucina, ácido glutámico, ácido γ -aminobutírico, ornitina, y el ácido tricotómico (LIZARRAGA-GUERRA y LÓPEZ, 1996); ácidos grasos (palmítico, el oléico y el linoleico, que es esencial) (GUNASEKARAN, 1972); 27 monosacáridos (glucosa: 143.2 mg/g y fructosa: 71.10 mg/g), glicerol (8.5 mg/g), sorbitol (4.45 mg/g), y manitol (3.17 mg/g) (LIZARRAGA-GUERRA y LÓPEZ, 1998). Así mismo tiene propiedades funcionales, por lo que contribuyen en la prevención de enfermedades como el cáncer y la arteriosclerosis, entre otras, debido a su contenido de polifenoles, β -glucanos, azúcares libres, lacasas y tirosinasas (DESENTIS-MENDOZA et al., 2006), y genes que involucran la biosíntesis de ácido ascórbico, glutatión, tocoferoles, NADH, y NADPH.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar dos métodos de producción (aspersión de teliosporas e inyección de basiosporas) de “huitlacoche” [*Ustiligo maydis* (DC) Corda] en una parcela agrícola de temporal y en las condiciones prevalecientes durante el periodo de cultivo y cosecha del año 2017 de una localidad de la región de Acatzingo de Hidalgo, Puebla; para lo cual se evaluaron cuatro variedades de maíces de la región que son susceptibles al hongo; determinando el rendimiento, porcentaje de infección y porcentaje de cobertura. Esto como una alternativa de producción sostenible, para contribuir a la soberanía y a la seguridad alimentaria, así como para lograr una nutrición adecuada, debido a que cuenta con características sensoriales, nutritivas y funcionales importantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron ocho especímenes de huitlacoche de distintas procedencias y variedades de maíz, respectivamente: H1 (Cd.Mx. “Mexi hongos” (huitlacoche comercial)/ blanco), H2 (Cd.Mx. “Monte Blanco” (huitlacoche comercial) / blanco), H3 (Atlixco, Pue.

/ criollo blanco), H4 (Teyuca, Tepeojuma, Atlixco, Pue. / blanco), H5 (Teyuca, Tepeojuma, Atlixco, Pue. / azul), H6 (Toluca, Edo.Mex. / criollo blanco), H7 (Ixtlahuaca, Edo.Mex./ desconocido) y H8 (San Antonio Portezuelo, Pue. / criollo blanco).

Se aislaron las basidiosporas de los ocho especímenes de huitlacoche (H1 a H8) en agar PDA y de acuerdo al método de Holliday (1974) modificado (Calderón-Fernández, 2010), obteniendo ocho cepas (C1 a C8), las cuales se mantuvieron en refrigeración hasta uso para el método de inyección.

Las agallas que sobraron de cada espécimen de huitlacoche (H1 a H8), se secaron al sol hasta peso contante, se molieron, y se mantuvieron en bolsas de papel estériles por separado (H1 a H8) hasta su uso para el método de espolvoreo.

Para el método de inyección de basidiosporas (inoculación controlada), se prepararon los inóculos de acuerdo al método de Villanueva (1995), para ello se prepararon ocho soluciones de basidiosporas con una concentración de 10^6 ml⁻¹ cada una a partir de las ocho cepas aisladas (C1 a C8). Posteriormente se obtuvieron cuatro inóculos compuestos por mezclas equitativas de cuatro cepas cada uno: I1 (C1,C2,C4,C5), I2 (C1,C2,C7,C8), I3 (C3,C6,C4,C5) e I4 (C3,C6,C7,C8), los cuales se mantuvieron bajo refrigeración hasta su uso en el campo. Se inyectaron transversalmente 3 ml de cada inóculo en tres puntos equidistantes de cada jilote de cada planta, de tal manera que llegaran al canal de los estigmas. Esto se realizó cuando al menos el 50% de las plantas a inocular, presentaban los estilos con una longitud entre 5 y 10 cm (PATAKY, 1991; VENEGAS, 1995).

El método de aspersión de teliosporas se llevó a cabo mediante el método tradicional usado por los productores de la región, el cual consiste en la aspersión manual de una pequeña cantidad de polvo sobre los estigmas de los jilotes cuando están totalmente emergidos.

Ambos métodos se aplicaron en parcelas agrícolas de temporal ubicadas en la región de Acatzingo de Hidalgo, Puebla (18°59'37.8"N y 97°43'32.1»W). Se trabajó con ocho surcos de 9.5 m de largo, utilizando el sistema de siembra de 25 cm entre plantas de maíz, y 60 cm entre surcos, colocando de dos a tres semillas por cada hoyo de cada variedad de maíz (MB: maíz blanco pepitilla, CB: maíz cacahuacintle blanco, CM: maíz cacahuacintle morado, MA: maíz azul). Se formaron dos filas y dos columnas de plantas sin inocular para evitar la contaminación de los inóculos de cada experimento.

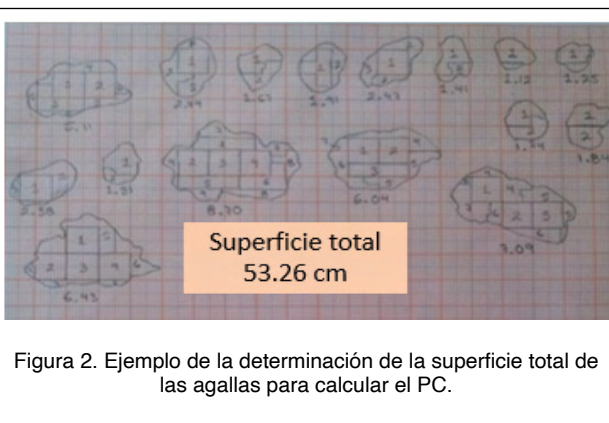
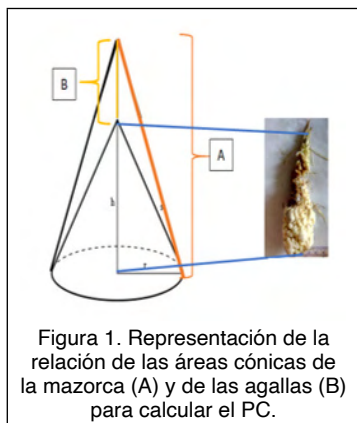
El diseño experimental para el método de inyección se llevó a cabo mediante bloques al azar con arreglo factorial, para ello, la parcela experimental se dividió en cuatro secciones para las cuatro repeticiones; se llevaron cuatro tratamientos (inóculos), cada uno consistió de cuatro plantas por unidad experimental (variedades de maíz) con cuatro repeticiones, es decir, 64 plantas en total.

El diseño experimental para el método de aspersión se llevó de igual forma que el anterior, pero con un solo tratamiento (inóculo único formado de la mezcla de polvos de agallas obtenidas de los ocho especímenes recolectados).

Para ambos métodos, se determinaron las siguientes variables de respuesta: porcentaje de infección (PI: relación entre el número de mazorcas infectadas y el número de mazorcas inoculadas, multiplicado por 100) (Vanegas, 1995); el rendimiento (R: relación entre el peso del huitlacoche y el peso total de la mazorca más huitlacoche, multiplicado por 100) (VALVERDE, 1992; VALVERDE et al., 1993; VENEGAS, 1995); y la superficie o cobertura de la mazorca (PC: porcentaje del área de cada mazorca cubierta de agallas (PATAKY y CHANDLER, 2003).

Cabe destacar que para la determinación de la última variable se implementó un método diseñado en el presente trabajo denominado “método de aproximación”, el cual consistió en calcular la diferencia de las áreas cónicas (figura 1) de la mazorca completa y de la cubierta por las agallas; y en calcular la suma total de todas las áreas de las agallas (figura 2).

El análisis de resultados se realizó análisis de varianza (ANOVA) multifactorial para el método de inoculación por inyección, y ANOVA unifactorial para el método de aspersión utilizando el software estadístico (InfoStat, 2017) a un nivel de confianza del 95%. Además se verificó la normalidad homocedasticidad de los resultados de las tres variables con las pruebas de Friedman y de Duncan para el primer método, mientras que para el segundo, las de Kruskal y Wallis y de Duncan.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar la eficiencia de los dos métodos se llevó a cabo el ANOVA multifactorial de ambos métodos (tabla 1) para determinar la eficiencia de cada método respecto a cada variable (PI: porcentaje de infección, PC: porcentaje de cobertura y R: rendimientos), observando que solo hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el PI de ambos métodos, siendo el mejor método el de inyección, lo cual se confirmó con la prueba de Tukey, obteniendo un valor de la media de 32.81% en contra del 14.06%.

En el caso del método de inyección, el análisis de la varianza multifactorial para las tres variables (PI, PC y R) indicó que no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la variedad de maíz y el inóculo utilizado, lo cual se corroboró con la prueba no paramétrica de Friedman, así como con la de Duncan (tabla 2), excepto para el PC en la prueba de Duncan. En caso de PI se observaron tres grupos de medias, donde los tratamientos que presentaron mayores porcentajes fueron el MB-I2, CM-I2, CB-I1 y MB-I1, con valores de 50, 75, 75 y 100%, respectivamente. En cuanto al PC, la prueba de Duncan mostró diferencias significativas entre dos grupos de medias, donde el grupo b (MA-I4, CB-I4, MB-I1, CM-I2 y CB-I1) muestra los mejores resultados con medias del 17.44 al 51.81%. Respecto al rendimiento (R), se obtuvieron tres grupos de medias, resultando los mejores tratamientos los del grupo c (CM-I2, CB- I1 y MB- I1) con valores del 34 al 67 %.

Por otro lado, para el método de aspersión, el ANOVA unifactorial para las tres variables estudiadas, mostró que no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la variedad de maíz y el inóculo utilizado, y lo mismo para la prueba no paramétrica de Kruskal y Wallis, así como la de Duncan (tabla 2). Esto indica que la variedad de maíz no es un factor determinante para la producción de huitlacoche. Sin embargo, el maíz CB muestra ligeramente mejores resultados comparado con los otros, ya que para el porcentaje de infección logró un valor del 25% de plantas; para el porcentaje de cobertura obtuvo un valor de 14.83%; y para el rendimiento tuvo el 15%. Contrariamente con el MA, ya que todas las variables tuvieron un valor de cero.

VD	(I) Método	(J) Método	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^b	95% de intervalo de confianza para diferencia ^b	
						Límite inferior	Límite superior
PI	Inyección	Aspersión	18.750 [*]	7.395	0.013	4.108	33.392
	Aspersión	Inyección	-18.750 [*]	7.395	0.013	-33.392	-4.108
PC	Inyección	Aspersión	5.111	4.083	0.213	-2.974	13.195
	Aspersión	Inyección	-5.111	4.083	0.213	-13.195	2.974
R	Inyección	Aspersión	.090	.049	0.069	-.007	.187
	Aspersión	Inyección	-.090	.049	0.069	-.187	.007

Se basa en medias marginales estimadas; ^{*}La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05;

^b Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni

Tabla 1. ANOVA multifactorial del porcentaje de infección (PI), porcentaje de cobertura (PC) y rendimientos (R) de los métodos de aspersión e inyección

Los resultados obtenidos en la tabla 1 concuerdan en trabajos previos, tanto en campo como científicos, ya que según entrevistas con algunos productores que han utilizado el método de aspersión de teliosporas, algunas veces obtienen resultados muy bajos e

incluso nulos. Contrariamente Hidalgo (1995) obtuvo una mayor incidencia de agallas en los trabajos realizados con inyección de basidiosporas, que cuando utilizó teliosporas. Con esto se puede ver que a pesar de que el inóculo de teliosporas contiene mayor diversidad de biotipos de *U. maydis*, se obtuvo una menor eficiencia para producir las agallas, lo cual se pudo deber a uno o varios factores que las afectaron: a) algunas pudieron perder su viabilidad debido a que no pudieron adaptarse a las condiciones ambientales adversas que prevalecieron en la temporada, ya que se presentaron dos huracanes (Harvey del 17 de agosto al 3 de septiembre, y Katia del 4 al 9 de septiembre); b) a que algunas se desactivaron por el proceso de secado, ya que se mantuvieron al sol por aproximadamente 15 días debido al mal clima; c) a la interferencia de uno o varios materiales que conforman las agallas por lo que no las dejaron desarrollarse completamente; d) les afectó la presencia de otros microorganismos compitiendo contra ellas e incluso invadiéndolas.

Método de inyección						Método de aspersión				
T	μ PI'	T	μ PC''	T	μ R'''	T	μ PI+	T	μ PC++	μ R+++
CM-I1	0 ^a	CB-I3	0.00 ^a	CM-I1	0 ^a	MA	0.00	MA	0.00	0
MB-I3	0 ^a	CM-I1	0.00 ^a	MB-I3	0 ^a	MB	12.5	CM	9.02	10
CB-I3	0 ^a	MB-I3	0.00 ^a	CB-I3	0 ^a	CM	18.8	MB	10.0	10
MB-I4	25 ^{a,b}	MA-I3	1.04 ^a	MA-I3	0 ^a	CB	25.0	CB	14.8	15
MA-I2	25 ^{a,b}	MB-I4	4.78 ^a	MA-I4	0 ^a					
MA-I4	25 ^{a,b}	CB-I2	7.13 ^a	MB-I4	3 ^a	<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)</i>				
CB-I4	25 ^{a,b}	CM-I4	11.67 ^a	CM-I4	5 ^a					
CB-I2	25 ^{a,b}	MA-I1	11.68 ^a	MA-I2	10 ^a	Error estándar (EE)				
CM-I3	25 ^{a,b}	MA-I2	12.75 ^a	CM-I3	12 ^a	*EE= 21.35				
MA-I3	25 ^{a,b}	CM-I3	12.89 ^a	MA-I1	13 ^a	**EE= 10.63				
MA-I1	25 ^{a,b}	MB-I2	13.53 ^a	CB-I2	18 ^{a,b}	***EE= 13				
CM-I4	25 ^{a,b}	MA-I4	17.44 ^{a,b}	MB-I2	21 ^{a,b}	+EE= 8.65				
MB-I2	50 ^{a,b,c}	CB-I4	17.51 ^{a,b}	CB-I4	23 ^{a,b}	++EE= 5.59				
CM-I2	75 ^{a,b,c}	MB-I1	26.64 ^{a,b}	CM-I2	34 ^{a,b,c}	+++EE= 6				
CB-I1	75 ^{a,b,c}	CM-I2	28.31 ^{a,b}	CB-I1	57 ^{b,c}					
MB-I1	100 ^c	CB-I1	51.81 ^{a,b}	MB-I1	67 ^c					

Tabla 2. Pruebas de Duncan para todos los tratamientos (T) de las medias (m) obtenidas para los porcentajes de infección (PI), porcentajes de cobertura (PC) y rendimientos (R) de ambos métodos

Para el caso del método de aspersión, aunque es menos efectivo, se puede aplicar con resultados relativamente satisfactorios como una forma de incrementar la economía de los productores e incluso de la región donde se aplique, ya que el costo del huitlacoche es al menos cuatro veces mayor que el del elote y aún mayor que el del maíz.

Por supuesto, estos resultados son mejores para el método de inyección, aun cuando

resulta ser más costoso aparentemente, al considerar los gastos iniciales de tecnología (materiales y equipos de laboratorio, medios de cultivo); y de personal capacitado, principalmente. Sin embargo, la mayoría se abaten con el tiempo, ya que algunos de ellos forman parte de los activos de la organización, otros se requieren en pequeñas cantidades, y otros se optimizan al desarrollar mayor experiencia, y lo más importante, se recuperan con la mayor producción obtenida de huitlacoche. Sin embargo, ambos métodos se pueden utilizar como un nicho de la agricultura sostenible de huitlacoche de la región, para contribuir a alcanzar su soberanía y sustentabilidad alimentaria, partiendo de las premisas de ambos conceptos.

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 2, para el método de inyección, respecto al PC, aunque el mejor grupo fue el b (MA-I4, CB-I4, MB-I1, CM-I2 y CB-I1), sus valores resultaron ser menores que los obtenidos por VENEGAS (1995), quien obtuvo valores del 30 al 71% en maíz híbrido; lo cual era de esperarse porque en general los híbridos probados han presentado menor resistencia. Sin embargo, el objetivo del presente trabajo fue utilizar las variedades de la localidad como parte de la implementación del sistema de agricultura sostenible de la región, ya que estas variedades de maíz, no tan solo son parte de la dieta tradicional, sino de sus sistemas de cultivo para evitar los efectos adversos que trae los sistemas de monocultivo (GLIESSMAN, 2004; ALPERT et al., 2009), el cual está considerada como el mayor problema del medio ambiente para el logro de la sustentabilidad y seguridad alimentaria (PERFECTO et al., 2010). Además de que son de menor costo que las variedades híbridas, dado que son intercambiadas con otros productores, tanto de la región como de otras, para promover la diversidad de variedades de maíz principalmente.

Respecto a los resultados de PI, los mejores tratamientos (MB-I2, CM-I2, CB-I1 y MB-I1, con valores de 50, 75, 75 y 100%, respectivamente) concuerdan con los de Pataky (1991), Pope y Mc Carter (1991), y Pope y McCarter (1992), quienes obtuvieron alrededor del 97% de infección en maíces dulces, inoculados con combinaciones de cepas. Por lo que los resultados de ambos métodos confirman lo establecido por Pataky et al. (1995), acerca de que las variedades de maíz dulce -como el maíz blanco- son las más susceptibles al ataque de *U. maydis*. Mientras que las menos dulces -como el maíz azul-, son más resistentes, ya estas contienen una menor cantidad de almidón y sólo 2% de azúcares (fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, rafinosa y algunos oligosacáridos (MÉNDEZ et al., 2005; BOYER y SHANNON, 2001).

Así mismo, se puede ver que estos métodos cumplen también con el objetivo de contribuir al logro de la Seguridad y Soberanía Alimentaria de la región, dado que el huitlacoche es un alimento con mejores propiedades nutricionales y funcionales (VALVERDE y PAREDES- LÓPEZ, 1993; VENEGAS et al. 1995; VALVERDE et al. 1995, PAREDES- LÓPEZ, 2000; CASTRO-ESPINOZA y RUIZ- HERNÁNDEZ, 2003) que varios productos de origen vegetal (INCAP, 2012) y otros hongos comestibles (MANZI et al., 1999, citado en

PÉREZ-ARMENDÁRIZ et al., 2010) como se puede apreciar en la tabla 3.

Alimento	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
Brócoli	2.82	0.37	6.64	2.60	0.87
Chayote	0.90	0.20	7.70	1.70	0.40
Col	1.70	0.30	5.40	1.00	1.60
Coliflor	1.98	0.10	5.30	2.50	0.71
Ejote	1.82	0.12	7.13	3.40	0.60
Elote*	3.10-3.60	0.70-1.40	19.02-33.50	2.70-2.80	0.62-0.90
Lechuga romana	1.23	0.30	3.28	2.10	0.58
Papa	2.02	0.09	17.47	2.20	1.08
Chapiñon	2.09	0.33	4.50	1.50	0.78
Shiitake	1.80	3.31	5.80	3.30	0.49
Seta	1.97	0.35	5.00	2.40	0.64
Huitlacoche	1.62-16.4	1.0-6.5	53-66.5	7.5-26.6	-

* Variedades: amarillo, amarillo dulce y blanco

Tabla 3. Composición química de diversos vegetales, algunos hongos comestibles y huitlacoche (g/ 100 g)

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que el método de inoculación por inyección es el mejor, ya que si bien el porcentaje de cobertura (PC) y el rendimiento (R) no muestran diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambos métodos, el porcentaje de infección (PI) si lo muestra, superando además su valor en más del 100% respecto al método de aspersión (51.81% contra 25%).

Sin embargo, ambos métodos: 1. Son factibles dependiendo de los recursos y los elementos especificados en los agrosistemas (cultura, políticas, tecnologías, mercados y otros) que cada productor o grupo de productores desee adoptar, tanto para autoconsumo o para su comercialización. 2. Se pueden tomar como agrosistemas adecuados para la región de estudio, ya que cumplen con varias de las características conocidas: es un ecosistema artificial producido por el ser humano; tienen límites determinados por los aspectos sociales, económicos, políticos, biofísicos, y otros, los cuales determinan los productos, los tiempos, los consumidores y las formas en que se producirán; y las bases científicas para gestionar eficientemente el funcionamiento de cada agrosistema. 3. Utilizan recursos propios de la región, como es en este caso las cepas de *U. maydis* utilizadas, los maíces criollos de esta misma, y con base las tecnologías propias de dicha región, tanto para el manejo, siembra y cultivo del maíz, como para la inoculación de estos con las teliosporas de *U. maydis*. 4. Son viables como herramientas para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria de la región de estudio, aún en condiciones ambientales adversas, como las que se esperan en

los próximos años debido al cambio climático, ya que se obtuvo una producción significativa de huitlacoche a pesar de la presencia de los dos huracanes que se presentaron en el periodo en que se realizó la investigación. 5. Mantiene el equilibrio de los tres ejes que sustentan los agrosistemas: el económico, el ambiental y el social, ya que se crean fuentes de empleo para la región, debido a que se requiere personal con la experiencia sobre el manejo y conocimiento del cultivo de maíz.

REFERENCIAS

BOYER C. Y SHANNON J. **Carbohydrates of the kernel, corn: chemistry and technology**. Journal of Cereal Science. 1:253-272, 2001.

CALDERÓN FERNÁNDEZ M. L. **Tesis: caracterización clásica y molecular del huitlacoche [*Ustilago maydis* D.C. (Corda)], hongo de importancia social y económica en la Región Central de México**. Colegio de Posgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Puebla, Pue. México, 2010.

CASTRO-ESPINOZA L. y RUIZ-HERNÁNDEZ I. **Huitlacoche: Una delicadeza alimenticia que se puede producir en el Valle del Yaqui**. Perspectiva Universitaria. 2:27- 28, 2003.

DESENTIS-MENDOZA R. M., HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ H., MORENO A., ROJAS D.C.E., CHEL-GUERRERO, L., TAMARIZ J. y JARAMILLO-FLORES M.E. **Enzymatic polymerization of phenolic compounds using laccase and tyrosinase from *Ustilago maydis***. Biomacromolecules. 7, 6: 1845-1854, 2006.

FAO. **Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica. Conceptos básicos**. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2019.

GARCÍA-CÉSPEDAS, D., LIMA-CAZORLA, L. A., RUIZ-GUTIERREZ, L., SANTANA-ROMERO, J. L. y CALDERÓN-PEÑALVER, P. A. **Agroecosistemas con probables riesgos a la salud por contaminación con metales pesados**. Revista Cubana de Química, 28(1), 378-393, 2016.

GLIESSMAN S. **Agroecology and agroecosystems** en D. Richert y C. Francis (eds.), Agronomy monograph series. EUA, American Society of Agronomy, 2004.

GUNASEKARAN M., BUSHNELL J. L. y WEBER D. J. **Comparative studies on lipid components of *Ustilago bullata* and *Ustilago maydis* spores**. Res. Commun. Chem. Pathol Pharmacol. 3:621-628, 1972.

INCAP. **Tabla de composición de alimentos para Centroamérica y Panamá**. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). 2ª ed. Guatemala. ISBN 99922-880-2-7, 2012.

LIZARRAGA-GUERRA R. y LOPEZ MERCEDES G. **Content of free amino acids in huitlacoche (*Ustilago maydis*)**. J. Agric. Food Chem. 44: 2556-2559, 1996.

LIZARRAGA-GUERRA R. y LOPEZ MERCEDES G. **Monosaccharide and alditol contents of huitlacoche (*Ustilago maydis*)**. J. Food Compos. Anal. 11: 333-339, 1998.

MANZI P., AGUZZI A. y PIZZOFERATO L. **Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy.** Food Chem. 73: 321-325. 2001.

MARTÍNEZ M. L., MUÑOZ O. A., MEJÍA C. J. A., MOLINA G. J. D., ZAVALA M. E., SANDOVAL I. J. S. y VILLANUEVA V. C. **Efectos genéticos e interacciones entre familias de maíz y aislados de huitlacoche (*Ustilago maydis* D. C. Corda).** Rev. Chapingo Ser. Hortic. 11(1):121-128, 2005.

MÉNDEZ G., SOLORZA, J. y PAREDES O. **Composición química y colorimetría de híbridos y variedades de maíz.** Revista Agrociencia. 39:267-274, 2005.

NEIRA GONZÁLEZ, M. **En qué dirección va la seguridad alimentaria.** Revista Española de Salud Pública, 77(3), 307-311, 2003.

OSORIO SOTO G. **Agricultura sustentable. Una alternativa de alto rendimiento.** Ciencia UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey. XI; 001: 77-81, 2008.

PAREDES- LÓPEZ O. y VALVERDE M.E. **Los recursos nutraceuticos y medicinales que Mesoamérica le ha dado al mundo.** Rev. Cinvestav. 3: 65-73, 2006.

PAREDES- LÓPEZ O. **Tecnologías para la producción masiva de huitlacoche.** CONACYT. Cuaderno de trabajo, Sistema de Investigación Miguel Hidalgo. México, 35p, 2000.

PATAKY J. K. **Production of huitlacoche [*Ustilago maydis* (D.C.) Corda] on sweet corn.** HortSci. 26:1374-1377, 1991.

PÉREZ-ARMENDÁRIZ B., MAYETT-MORENO, Y y MARTÍNEZ-CARRERA D. **Propiedades nutricionales y medicinales de los hongos comestibles.** Revista Saberes Compartidos. 5: 5-11, 2010.

PERFECTO I., VANDERMEER J. y LEVINS R. **The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 107, (13): 5786-579, 2010.

REINEKE G., HEINZE B., SCHIRAWSKI J., BUETTNER H., KAHMANN R. y BASSE C.W. **Indole-3-acetic acid (IAA) biosynthesis in the smut fungus *Ustilago maydis* and its relevance for increased IAA levels in infected tissue and host tumour formation.** Molecular Plant Pathology. 9, 3: 339-355, 2008.

SERAFIN- MUÑOZ A.H., KUBACHKA K., WROBEL K., GUTIERREZ- CORONA F., YATHAVAKILLA S. K. V., CARUSO J.A. y WROBEL K. **Metalomics Approach to Trace Element Analysis in *Ustilago maydis* Using Cellular Fractionation, Atomic Absorption Spectrometry, and Size Exclusion Chromatography with ICP-MS Detection.** J. Agric. Food Chem. 53, 13: 5138 -5143, 2005.

VALVERDE M. E. y PAREDES- LÓPEZ O. **Production and evaluation of some food properties of huitlacoche (*Ustilago maydis*).** Food Biotechnology. 7: 207-219, 1993.

VENEGAS P.E., VALVERDE M.E. PAREDES-LÓPEZ O. Y PATAKY, J.K.. **Production of the edible fungus huitlacoche (*Ustilago maydis*): Effect of maize genotype on chemical composition.** Journal of Fermentation and Bioengineering. 80, 1: 104-106, 1995.

VILLANUEVA C. V., CRUZ, -MOLINA D. J. D., CASTILLO, F. y ZAVALETA, E. **Artificial induction of huitlacoche (*Ustilago maydis*): influence of diferent conditions in the field.** Micol. Neotrop. Apl. 12:41-57, 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Águas subterrâneas 139

Alelopatia 173, 174, 175, 176, 178, 182, 183

Animais silvestres 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132

B

Bioma 129, 138, 143, 146, 147, 150

Biomoléculas 173, 174, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 193

C

Cerrado 129, 150, 152, 157, 158

Cidadania 49, 54, 56, 57

Código florestal 42, 135, 136, 142, 144, 145, 150, 151, 152, 153, 154, 157

Comércio ilegal 120, 127, 130, 132

Compostos nitrogenados 173, 174, 175, 176, 178, 182, 183

Conservação 27, 40, 41, 42, 45, 47, 112, 114, 117, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 130, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 153, 155, 156, 158, 185

Consumo sustentável 36

D

Desastres 98, 99, 103, 104, 109, 110

Desenvolvimento sustentável 1, 2, 3, 4, 11, 18, 20, 21, 31, 32, 33, 34, 111, 112, 113, 118, 120, 145, 148, 193

Direito agrário 22

Direitos humanos 22, 32, 33

E

Ecossistemas 4, 9, 137, 140, 141, 142, 144, 151, 158, 186

Educação ambiental 15, 16, 19, 21, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 145, 146, 155, 204

F

Fauna 42, 43, 47, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 204

Fiscalização ambiental 121

G

Gerenciamento de desastres 99

Gestão ambiental 13, 14, 20, 204

I

Incêndios florestais 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158

J

Justiça social 22, 29, 30, 31, 32, 33, 55

L

Lixo eletrônico 36

M

Meio ambiente 14, 15, 18, 20, 24, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 47, 49, 55, 59, 66, 67, 111, 112, 113, 114, 118, 122, 123, 128, 133, 134, 136, 139, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 158, 204

Metais pesados 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203

Monitoramento meteorológico 82, 83, 88

Mudanças climáticas 83, 150

O

Objetivos do desenvolvimento sustentável 3, 4

P

Pampa 133, 138, 143, 146, 147

Pecuária familiar 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147

Planejamento urbano 109, 111, 112, 119

Política Nacional do Meio Ambiente 14, 20, 42, 158

População tradicional 149

Projeto RECICLAB 13, 14, 16, 17, 19, 21

Proteção ambiental 1, 22, 25, 29, 31, 32, 33, 114, 143, 146

Q

Química 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 61, 64, 71, 160, 169, 170, 171, 173, 174, 185, 192, 196, 197, 199, 203, 204

R

Reflorestamento 40, 42, 44, 47, 48

Regularização fundiária 111, 112, 115, 118

Resíduos industriais 29

Riscos geológicos 98, 99

S

Saneamento ambiental 49, 50, 71, 204

Saneamento rural 49, 60

Saúde pública 49, 69

Serviços ambientais 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147

Sistema Nacional do Meio Ambiente 42, 153

Smartphones 36, 37, 38, 39

Sociedade de consumo 22, 26

Sustentabilidade 1, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 21, 36, 48, 49, 60, 111, 112, 115, 118, 125, 126, 127, 136, 146, 148, 185, 186, 204

T

Testes de significância 197

V

Vulnerabilidade social 98, 99, 102, 103, 105, 106, 109

Meio ambiente:


Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade


3


Meio ambiente:


Princípios ambientais,
preservação e
sustentabilidade

3

 www.arenaeditora.com.br

 contato@arenaeditora.com.br

 @arenaeditora

 www.facebook.com/arenaeditora.com.br