

Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2

Atena
Editora
Año 2022

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



Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Leonardo Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
162	<p>Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2 / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0275-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.756222705</p> <p>1. Ciencias agrícolas. I. Tullio, Leonardo (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
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 obra “Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas” aborda uma apresentação de 23 capítulos em sua grande maioria internacional.

A disseminação de conhecimentos entre países faz da pesquisa algo inédito para a resolução de problemas.

Compreender a visão de demais pesquisadores a nível internacional e nacional traz resultados das mais diversas aplicações a nível de campo, com pesquisas que demonstram o comportamento de pragas ou novas tecnologias que podem ser aplicáveis em diferentes regiões.

Nesta obra podemos relatar experiências na área agrícola, envolvendo o uso de novas técnicas de agricultura, bem como estudos sobre reflexos da pandemia no meio rural.

Também apresenta ao leitor os relatos de pesquisa a nível mundial, que traz sem dúvida o que mais recente está sendo descoberto e relatado, demonstrando ao mundo os resultados inovadores que a pesquisa compartilha neste momento.

Espero assim, que seus conhecimentos vão além-fronteiras e se abram para novas possibilidades através da leitura destes capítulos aqui apresentados.

Boas descobertas.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PROTOTIPO DE BIORREACTOR PARA SISTEMAS DE INMERSION TEMPORAL Y AUTOMATIZACIÓN CON SOFTWARE LIBRE

Clara Anabel Arredondo Ramírez

Gregorio Arellano Ostoa

Oziel Lugo Espinosa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227051>

CAPÍTULO 2..... 14

PRODUCTIVIDAD EN UNA HUERTA DE MANGO HADEN CONTROLADA AUTOMATICAMENTE CON MICRO ASPERSIÓN

Federico Hahn Schlam

Jesús García Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227052>

CAPÍTULO 3..... 24


DESARROLLO DE UNA BOTANA TIPO CHIP A BASE DE BETABEL (BETA VULGARIS L.) BAJO EN GRASA APLICANDO DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO

María Andrea Trejo- Márquez

Alma Nohemi Camacho-Franco

Selene Pascual-Bustamante

Alma Adela Lira-Vargas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227053>

CAPÍTULO 4..... 35

CRECIMIENTO DE MUDAS DE *Annona squamosa* L. EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Angelica Alves Gomes

Matheus Marangon Debastiani

Mariana Pizzato

Samuel Silva Carneiro

Cássia Kathleen Schwengber

Angria Ferreira Donato

Andréa Carvalho da Silva

Adilson Pacheco de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227054>

CAPÍTULO 5..... 63

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE BIODIGESTORES A ESCALA DOMÉSTICA EN AMÉRICA LATINA A PARTIR DE LA PANDEMIA

Cisneros De La Cueva Sergio

Mejias Brizuela Nildia Yamileth

Paniagua Solar Laura Alicia

San Pedro Cedillo Liliana

Téllez Méndez Nallely

Luna Del Risco Mario Alberto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227055>

CAPÍTULO 6..... 80

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE JITOMATE: CASO DE ESTUDIO AMAZCALA

María Concepción Vega Meza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227056>

CAPÍTULO 7..... 94

IMPACTOS DEL COVID-19 EN LA SALUD DE TRABAJADORES AGRÍCOLAS TEMPORALES MEXICANOS EN ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ

Ofelia Becerril Quintana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227057>

CAPÍTULO 8..... 108

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN CINCO VARIEDADES DE AVENA A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, ORGÁNICA Y MINERAL


Jesús García Pereyra

Sergio de los Santos Villalobos

Rosa Bertha Rubio Graciano

Gabriel N. Aviña Martínez

Fannie Isela Parra Cota

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227058>

CAPÍTULO 9..... 114

Ganaspis brasiliensis COMO ALTERNATIVA DE BIOCONTROLE DE *Drosophila suzukii* NO BRASIL.I. ZONEAMENTO TERRITORIAL DE ÁREAS FAVORÁVEIS

Rafael Mingoti

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Bárbara de Oliveira Jacomo

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos

Catarina de Araújo Siqueira

Tainara Gimenes Damaceno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227059>

CAPÍTULO 10..... 129

Ganaspis brasiliensis COMO ALTERNATIVA DE BIOCONTROLE DE *Drosophila suzukii* NO BRASIL.II. ESTIMATIVAS DE DESENVOLVIMENTO POR DEMANDAS TÉRMICAS

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Rafael Mingoti

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Giovanna Galhardo Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270510>

CAPÍTULO 11..... 149

IDENTIFICACIÓN DE *BEGOMOVIRUS* EN CUCURBITÁCEAS Y MALEZAS EN LA REGIÓN LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO


Perla Belén Torres-Trujillo
Omar Guadalupe Alvarado-Gómez
Verónica Ávila-Rodríguez
Urbano Nava-Camberos
Ramiro González-Garza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270511>

CAPÍTULO 12..... 159

IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO SERINGAL


Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Antônio Lúcio Mello Martins
Marli Dias Mascarenhas Oliveira
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
José Antônio Alberto da Silva
Monica Helena Martins
Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270512>

CAPÍTULO 13..... 174

MEXOIL: NUEVA VARIEDAD DE HIGUERILLA PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE INDUSTRIAL DE MALEZA A CULTIVADA


Hernández Martínez Miguel
Medina Cazares Tomas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270513>

CAPÍTULO 14..... 182

MICOSIS EN MASCOTAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO


Espinosa Taxis Alejandra Paula
Avelino Flores Fabiola
Teresita Spezia Mazzocco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270514>

CAPÍTULO 15..... 191

MORFOANATOMIA FOLIAR DE *Hancornia speciosa* GOMEZ (APOCYNACEAE) OCORRENTE NA FAZENDA ÁGUA CRISTALINA, ANÁPOLIS - GO

Robson Lopes Cardoso
Cássia Aparecida Nogueira
Níbia Sales Damasceno Corioletti
Rosemeire Terezinha da Silva
Juliano de Almeida Rabelo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270515>

CAPÍTULO 16.....201

O USO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NA RASTREABILIDADE AGROALIMENTAR

Geneci da Silva Ribeiro Rocha

Letícia de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270516>

CAPÍTULO 17.....214

PROSPECÇÃO DE POTENCIAIS BIOAGENTES PARA CONTROLE DA DROSÓFILA-DA-ASA-MANCHADA

Jeanne Scardini Marinho-Prado


Maria Conceição Peres Young Pessoa

Janaína Beatriz Aparecida Borges

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos

Rafael Mingoti

Giovanna Galhardo Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270517>

CAPÍTULO 18.....227

TIERRA DE DIATOMEAS: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA PROTECCIÓN DE MAIZ ALMACENADO


Loya Ramírez José Guadalupe

Beltrán Morales Félix Alfredo

Zamora Salgado Sergio

Ruiz Espinoza Francisco Higinio

Navejas Jiménez Jesús

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270518>


CAPÍTULO 19.....232

PRACTICAS PROFESIONALES COMO UNIDAD DE APRENDIZAJE

Bárbara Beatriz Rodríguez Guerrero

Citlalli Hernández Ortega

Elizabet Rojas Márquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270519>

CAPÍTULO 20.....239

ESCALANDO LA AGROECOLOGÍA: ESCUELA DE PENSAMIENTOS AGROECOLÓGICOS

Angela Maria Londoño M.


Judith Rodríguez S.




Alexander Hurtado L.

Marina Sánchez de Prager

Johana Stephany Muñoz C.

Elsa Maria Guetocüe L.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270520>

CAPÍTULO 21.....	254
LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN EL SECTOR RURAL: UNA EVALUACIÓN DESDE EL PLAN DE INTEGRACIÓN DE COMPONENTES CURRICULARES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ANTONIO GALÁN	
Nohemí Gutiérrez	
Linny Brillid Aldana Díaz	
Lady Bell Martínez Cepeda	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270521	
CAPÍTULO 22.....	275
PRESENCIA DE <i>Diaphorina citri</i> VECTOR DEL HUANGLONGBING (HLB) EN EL ESTADO DE VERACRUZ: UNA REVISIÓN	
Benito Hernández-Castellanos	
Julio César Castañeda-Ortega	
Araceli Flores-Aguilar	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270522	
CAPÍTULO 23.....	284
ZEÓLITO E A FERTILIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS DE SEQUEIRO. CONSTRUÇÃO DE UMA POLÍTICA PÚBLICA PARA O MUNICÍPIO DE SAN DAMIÃO TEXOLOC, TLAXCALA	
Andrés María Ramírez	
Gerardo Juárez Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270523	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	295
ÍNDICE REMISSIVO.....	296

CAPÍTULO 1

PROTOTIPO DE BIORREACTOR PARA SISTEMAS DE INMERSION TEMPORAL Y AUTOMATIZACIÓN CON SOFTWARE LIBRE

Data de aceite: 02/05/2022

Clara Anabel Arredondo Ramírez

Universidad Autónoma del Estado de México,
Centro Universitario UAEM Texcoco, Maestría
en Ciencias de la Computación
El Tejocote, Texcoco, Estado de México

Gregorio Arellano Ostoa

PREGEP-FRUTICULTURA COLEGIO DE
POSTGRADUADOS
Montecillo, Texcoco, Estado de México, México

Oziel Lugo Espinosa

Universidad Autónoma del Estado de México,
Centro Universitario UAEM Texcoco, Maestría
en Ciencias de la Computación
El Tejocote, Texcoco, Estado de México

RESUMEN: En este trabajo se presenta un prototipo de biorreactor como alternativa para la micropropagación de especies vegetales, disminuyendo de manera significativa los costos tanto en la construcción del biorreactor, como en la técnica de propagación. La automatización de varios de sus elementos de manera intrínseca supone la posibilidad de ser más eficiente en su operación. En la construcción de este nuevo sistema se utilizaron varios materiales como son: el uso de un contenedor para la sujeción de los elementos que participan en la inmersión, motor a pasos, plataforma que contendrá las plántulas, placa electrónica arduino UNO y placa Raspberry pi para prescindir de un equipo de cómputo. Mediante la programación de la placa arduino UNO, se logra automatizar el motor a pasos el

cual controla los movimientos de la plataforma de soporte que contiene los explantes. La construcción en general del sistema se logra por medio de materiales de fácil adquisición como plásticos y metales de bajo costo.

PALABRAS CLAVE: Automatización, Cultivo de tejidos, Micropropagación, Biorreactores, Innovación.

ABSTRACT: This work presents a proposal of biorreactor as an alternative for the micropropagation of plant species more economical than those existing in the market. The automation of several of its elements in an intrinsic way supposes the possibility of being more efficient in its operation. In the construction of this new system were used various materials such as: the use of a container to hold the elements involved in the dive, stepper motor, platform that will contain seedlings and board Arduino UNO. By programming the Arduino UNO board, it is possible to automate the motor in steps which controls the movements of the support platform containing the explants and a Raspberry pi plate for dispensing with a computer equipment. The general construction of the system is achieved by means of materials of easy acquisition like plastics and metals of low cost.

KEYWORDS: Automation, Tissue culture, Micropropagation, biorreactors, innovation.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han propagado con éxito mediante el uso de biorreactores varias especies hortofrutícolas y forestales (Etienne y

Berthouly, 2002). El uso de biorreactores ya sea, con agitación mecánica o neumática y los de inmersión temporal son los que se han usado para optimizar la regeneración masiva de embriones somáticos por ejemplo en café y también han permitido un alto grado de control sobre las condiciones de cultivo como pH, la tasa de aireación, la concentración de oxígeno, etileno y dióxido de carbono, además de ser compatibles con la automatización del procedimiento de micropropagación que permiten una reducción de costos (Etienne et al., 2006).

Los aportes de las ciencias computacionales pueden orientarse al cuidado de cultivos por medio de programación de labores automáticas y observación o revisión continua del cultivo con el fin de mejorar la producción y calidad de las cosechas. (Rodríguez & Santana, 2015).

El Sistema de Inmersión Temporal. (SIT), que es una técnica que se ha empleado para la micro propagación de varias especies agrícolas y forestales (Etienne et al, 1997). Se disminuye la manipulación manual intensiva y se incrementa la tasa de proliferación (Fiorella & Flores, 2007) y los cultivos pueden ser iniciados a partir de varias porciones de tejido vegetal (Mallón et al, 2011, Arellano et al, 2011). Para la automatización de un SIT existen diferentes aplicaciones y mecanismos que interfieren en su control, el sistema más común es aquel donde se emplean electro válvulas conectadas a un compresor con encendido automático y mangueras de silicón que llegan hasta el fondo del biorreactor, controlando su activación a través de un temporizador programable para determinar la frecuencia y duración de la inmersión (Pino et al, 2011), otros sistemas desarrollados recientemente incluyen el uso de plataformas abiertas de hardware y software para el control automatizado (Lugo et al., 2017).

Con la finalidad de conocer el procedimiento de se procedió hacer una investigación de campo en el Colegio de Postgraduados, todo con lo cual se conocieron más a fondo las necesidades del personal que labora en dicha institución y se procedió a la realización de un prototipo que esté acorde de los requerimientos del personal antes mencionado.

El objetivo del presente trabajo es diseñar un nuevo biorreactor de bajo costo en su construcción y operación, tomando en cuenta los principios de esterilización de todos los materiales que lo componen y la automatización durante su operación mediante software.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron materiales que pudieran resistir temperaturas mayores a 121°C, para eliminar los microorganismos que están presentes en todos los materiales a utilizar, ya que para el correcto desempeño de un biorreactor es indispensable la esterilización de todos los materiales a utilizar, además de contar con un sistema hermético que selle perfectamente para evitar la introducción de microorganismos que afecten al correcto desarrollo de los explantes Se utilizaron productos económicos, duraderos y de fácil adquisición.

Los biorreactores tipo RITA se caracterizan por el hecho que la inmersión se realiza mediante la acción de un compresor de aire, que inyecta aire filtrado hacia el interior del contenedor y esto hace que el medio de cultivo suba hasta el compartimento donde se localizan los tejidos para bañarlos, este proceso se realiza dependiendo de los tiempos y frecuencias de la inmersión.

A continuación se presenta el sistema tipo RITA donde se pueden observar tres biorreactores en funcionamiento



Figura 1. Sistema de inmersión temporal tipo RITA en operación

Fuente: Colpos Motecillo

Para el desarrollo del Prototipo se eligió un contenedor que tiene la capacidad de 2.6 L. además de su fácil manejo, portabilidad y practicidad cuyas características son:

- El material con el cual está fabricado es de plástico resistente a temperaturas mayores a 121°C
- Taparroasca de sellado 100% hermético
- Contenedor totalmente transparente para el adecuado paso de la luz hacia los explantes



Figura 2 Contenedor de medio de cultivo

Fuente: Súper Sello Taparroscas 2600

Para colocar los explantes dentro del contenedor, se fabricó una plataforma de “nylamind” que pertenece a la familia de las Poliamidas (PA) y Nylon con una circunferencia de 4 ½ pulgadas que ajusta perfectamente dentro del contenedor como lo muestra la siguiente figura:

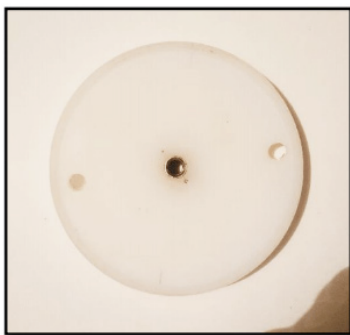


Figura 3 Plataforma para explantes

Fuente: Elaboración propia

Se hace uso de una herramienta denominada husillo de bolas o tornillo CNC (Control numérico computarizado). de 8 mm, Se le conoce como máquina CNC debido a que una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola el cual ayudará a controlar el movimiento de la plataforma para su correcta inmersión. El tornillo CNC se coloca en medio de la plataforma de nylamid para realizar el movimiento rotatorio y lograr que la plataforma suba y baje dentro del contenedor. Se puede observar

su estructura en la siguiente figura, en la cual en el centro se muestra una tuerca, la cual da soporte para el giro del tornillo.



Figura 3 Tornillo CNC de 8 mm

Lo que va a ayudar con el movimiento ascendente y descendente del embolo es un motor a pasos de 12 volts, que se debe ajustar en la parte superior del tornillo, por esta razón, se fabricó un cople de bronce para conectar el motor a pasos con el tornillo. En la figura siguiente se observa como en la parte superior se encuentra el lado más grande del cople que es dónde se ajusta el motor y en la parte inferior es donde se ajusta el tornillo, al mismo tiempo que se observa la estructura completa del ensamblaje del contenedor con el tornillo y el cople de bronce.



Figura 4 Ensamble del nuevo biorreactor

El motor a pasos junto con su circuito controlador conocido serán los encargados de controlar el movimiento giratorio del tornillo. Estos elementos se caracterizan porque realizan la función de manipular la plataforma de nylamind, la cual al moverse de manera

ascendente y descendente dentro del contenedor se logra la inmersión de los explantes en el medio de cultivo.

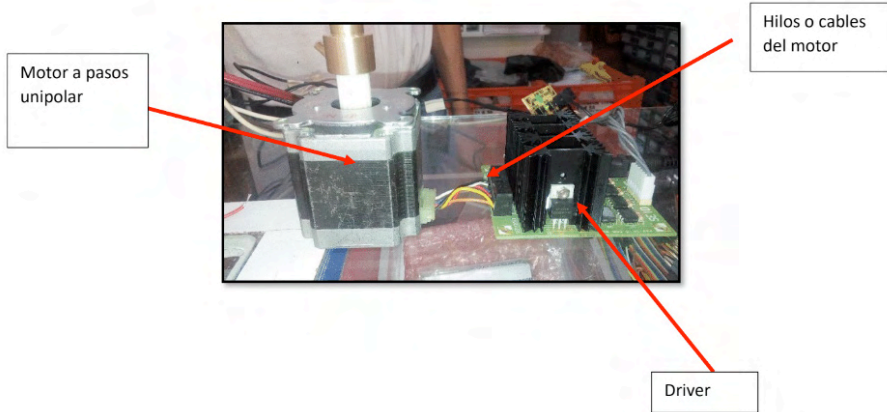


Figura 5 Motor a pasos de 12V con driver

El driver por sí solo no actúa para mandar los pulsos al motor, para ello se requiere un elemento extra que va a enviar las instrucciones al driver y los pulsos al motor. El control y manipulación de los elementos se logra gracias a la programación de una plataforma electrónica Arduino UNO que conectada con el driver del motor a pasos, logra de manera sencilla el control de diversos dispositivos electrónicos. Para ello se utilizaron los pines 2-9 para la conexión y control del motor la salida de 5V y GND de Arduino para la alimentación de su driver.

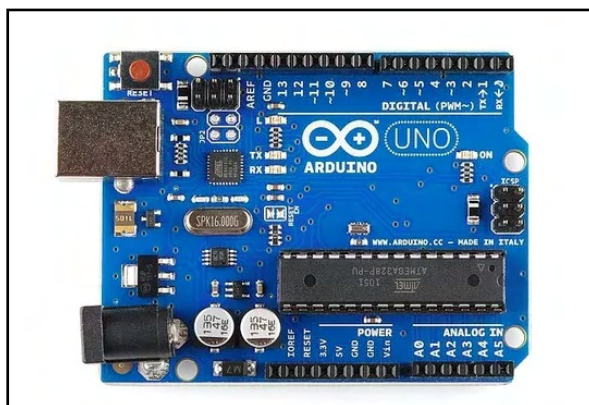


Figura 6 Placa Arduino UNO

Una de las características del sistema tipo RITA para poder realizar las funciones de inmersión es que debe estar conectada permanentemente a un equipo de cómputo y

si lo que se requiere es minilizar costos realizando las mismas funciones que el sistema convencional, entonces se optó por hacer uso de la placa Raspberry pi que es un ordenador de placa reducida de bajo costo, soporta varios componentes necesarios en un ordenador común, tiene varios puertos y entradas, dos USB, uno de Ethernet y una salida HDMI. Estos puertos permiten conectar el miniordenador a otros dispositivos, teclados, ratones y pantallas y realiza funciones similares a una PC.

Posee de igual manera un chip que contiene un procesador ARM que corre a 700 Mhz, un procesador gráfico VideoCore IV y hasta 512 Mg de memoria RAM. Además es posible instalar sistemas operativos libres a través de una tarjeta SD. En pocas palabras, es un miniordenador que conectada a una pantalla o monitor se pueden visualizar las aplicaciones y programas que contiene.



Figura N. 7 Placa Raspberry pi con aditamentos

Para poder manejar la tarjeta y para poder desarrollar los programas se ocupa además de una memoria micro SD para cargar el sistema, esta memoria debe contener el software con el que trabaja Raspberry, es decir; el sistema operativo llamado raspbian en el cual se van a poder instalar las aplicaciones requeridas para el funcionamiento del biorreactor.

Una vez configurada la placa Raspberry pi, a placa arduino está conectada a ella permanentemente, el código de movimiento se encuentra en el IDE de arduino que se graba en la memoria de la placa.

SOFTWARE

Para la automatización del modelo descrito se desarrolló una parte con Arduino que

es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos (Enríquez, 2009).

Al implementar un motor a pasos con un tornillo CNC sugiere que el manejo sea más simple que al utilizar un compresor. Gracias a la placa arduino conectada al driver del motor a pasos se permite controlar el tornillo que está dentro del contenedor y realizar el movimiento de la plataforma de forma ascendente y descendente para la inmersión. Ahora bien, el lenguaje de programación de la placa de Arduino en conjunto con el IDE de NetBeans, permite programar los tiempos de inmersión de los explantes al medio de cultivo.

La placa Arduino consta de componentes eléctricos, donde se encuentran conectados los controladores principales que gestionan los demás complementos y circuitos ensamblados en la misma. Se requiere de un lenguaje de programación para poderlo utilizar. El lenguaje de programación de la placa de Arduino permite programar los tiempos de inmersión de los explantes al medio de cultivo, es gratuito y posee una gran comunidad de personas que aportan ideas y algoritmos eficientes para resolver los problemas planteados.

A continuación se muestra el diagrama de flujo dónde se puede comprender mejor el funcionamiento del Sistema de Inmersión Temporal con el nuevo biorreactor

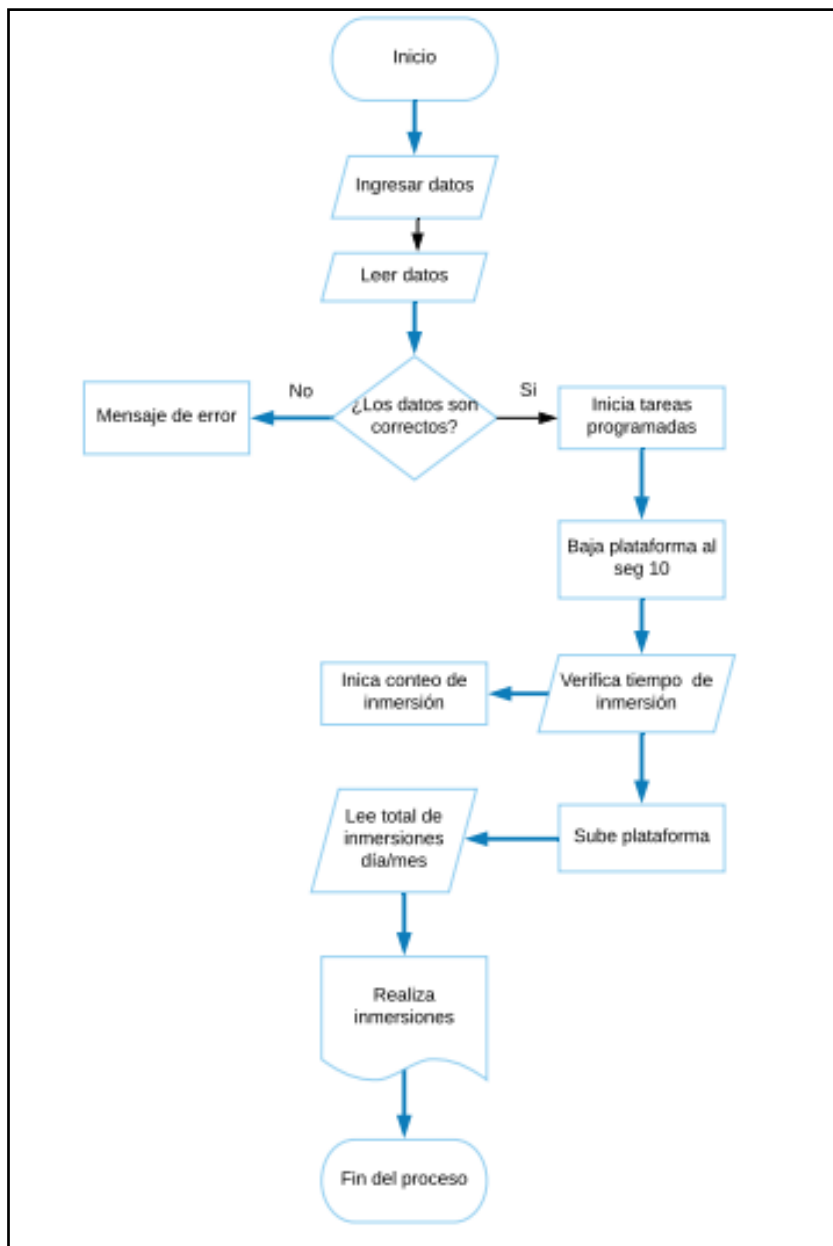


Diagrama N. 1 Diagrama de flujo

Una vez configurada la placa Raspberry pi y haber cargado el programa para manejar el biorreactor, se puede observar que la pantalla principal de la aplicación en la siguiente figura

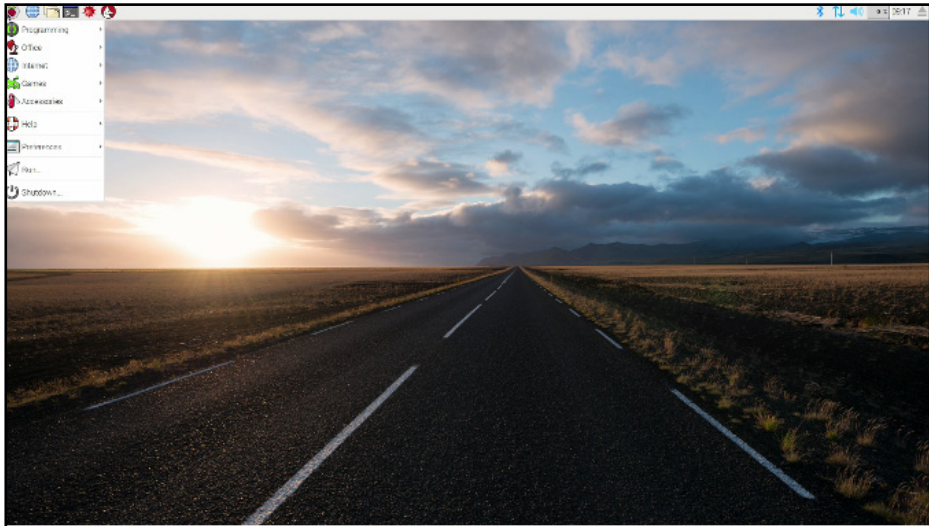


Figura N. 8 Entorno Raspbian

Ya programados los movimientos ascendentes y descendentes del motor a pasos en conjunto con la placa Arduino UNO conectado a su vez, con la placa Raspberry pi, se procede a programar el control de tiempos para la correcta inmersión de los brotes en el medio de cultivo, es decir; el investigador biológico podrá de esta manera controlar fecha-hora inicio de inmersiones, cantidad de minutos que durará la inmersión y el intervalo de horas entre una inmersión y otra.

Todo el código de desarrollo se realizó en el IDE de Netbeans el cual gracias a que es un entorno de desarrollo libre, se puede hacer uso de él explotando los atributos que nos otorga como el proceso de control de tiempos y fechas se da gracias a sus librerías que nos permiten lanzar tareas programadas sin necesidad de realizar cálculos que llevarían más líneas de código, además de ser precisas al momento de ejecutarlas.

Para la interfaz se desarrolló algo sencillo que pueda ser intuitivo para el usuario o para el investigador biológico. Se cuenta con sólo una pantalla que es dónde se va a realizar todo el procedimiento, el único trabajo del usuario es ingresar los datos e iniciar el sistema. El sistema se ejecutará automáticamente para realizar todas las tareas programadas.

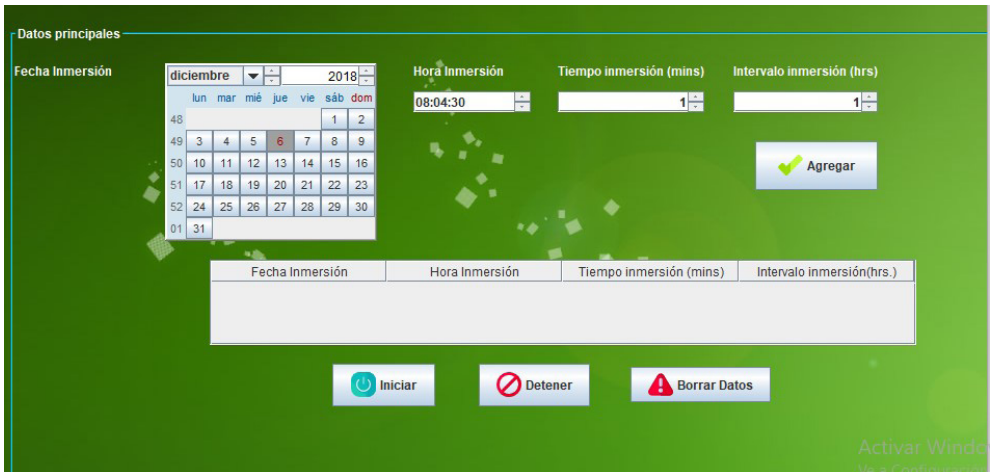


Figura N. 9 Interfaz de usuario

RESULTADOS

El prototipo termina se presenta a continuación: cuerpo del biorreactor y la parte dónde se colocan todos los elementos necesarios para el control de automatización del mismo, se observan tanto el motor a pasos, el driver y la placa Arduino en conjunto conectados correctamente para su funcionamiento.

La automatización individual por biorreactor sugiere una ventaja con respecto a los sistemas en serie, evitando posibles contaminaciones, sin embargo también tiene la posibilidad de conectarse con varias unidades a la vez, para aprovechar la fuerza del motor.

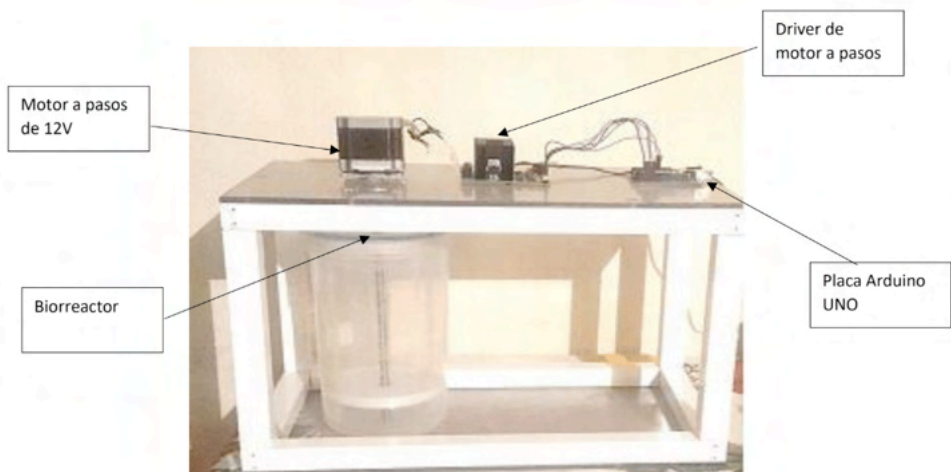


Figura 9 Biorreactor con sus elementos de control

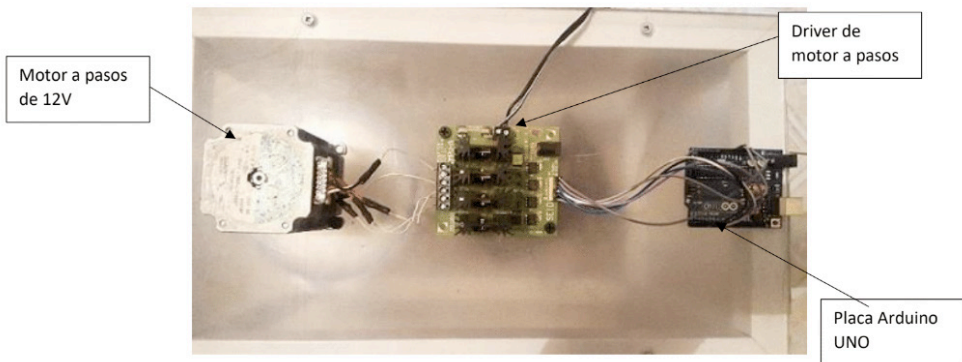


Figura 10 Elementos de control del Nuevo Biorreactor

Además, se incluye una tabla comparativa en la cual se pueden observar las diferencias de costos entre el Biorreactor diseñado anteriormente y el tipo Rita.

	Prototipo N. 2	RITA
Producción	\$1,307	\$1,368.91
Capacidad	2.6 L	1 L
Equipo de cómputo	\$ 2,508	\$5,000
Bomba de vacío	n/a	\$2,041
Gastos de envío	n/a	\$1,500
Total	= \$3,815	\$9,909.41

CONCLUSIONES

Se logró construir un Prototipo con materiales resistentes, de bajo costo, de fácil manejo con Software paramétrico que hace que se adapte a cualquier especie a propagar, lo cual permite explorar una alternativa más para la micropropagación de especies vegetales.

REFERENCIAS

Alonso Amo, Fernando (2005) Introducción a la Ingeniería de Software, Modelos de Desarrollo de Programas. Madrid, España: Delta Publicaciones, 130-150.

Arellano-Ostoa G, S González-Bernal, E García-Villanueva (2011). Propagación in vitro y por estacas de linaloe (*Bursera aloexylon* L.) procedente de los estados de Guerrero, Puebla y Morelos, México. In: Linaloe cultivo y aprovechamiento. Ayala S., J. C. y S. I. Ayala F. (eds). Fundación Produce Puebla, A. C. Puebla, México, 128-181.

Enríquez Herrador Rafael (2009) Guía de usuario de Arduino. I.T.I. Sistemas, 8-9

Etienne, H., E Dechamp, D. Barry-Etienne Y Bernóit Bertrand (2006). Bioreactors in coffee micropropagation. *Braz. J. Plant Physiol.* 18(1): 45-54.

Etienne H, M Berthouly (2002) Temporary immersion systems in plant micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 215-231.

Mallón R, P Covelo, A M Vieitez (2011) Improving secondary embryogenesis in *Quercus robur*: application of temporary immersion for mass propagation. *Trees*, 731-744.

Martínez Ladrón de Guevara Jorge (2012). *Fundamentos de programación en Java*. Editorial EME, 2-6.

Pino, A. S., Jova, M. C., Kosky, R. G., Torres, J. L., Cabrera, A. R., Pérez, M., García, Y. B. (2011). Multiplicación en sistema de inmersión temporal del clon de malanga "Viequera" (*Xanthosoma* spp.). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 97-106.

Takayama, S. y Akita, M. (2008). Bioengineering Aspects of Bioreactor Application In Plant Propagation. In: *Plant Tissue Culture Engineering*, 83–100. Dutta Gupta and Y. Ibaraki (eds.) Springer. Dutta Gupta and Y. Ibaraki (eds.) Springer, 83-100.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorción 24, 28, 34

Alimento 28, 30, 201, 202, 209

Anaerobia 63, 64, 66, 77

Análise 36, 39, 40, 41, 44, 47, 49, 50, 53, 56, 57, 60, 62, 162, 165, 169, 172, 173, 191, 195, 199, 201, 205, 210

Automatización 1, 2, 7, 11

B

Begomovirus 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157

Biodigestión 63

Biorreactores 1, 2, 3

Blockchain 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213

C

Cadeia produtiva 201, 203

Características morfológicas 58, 191, 192

Controle biológico 115, 116, 129, 130, 214, 216, 219, 221, 223

Costos de producción agrícola 80

Covid-19 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Crecimiento 35, 36, 37, 39, 40, 41, 46, 47, 50, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 167, 170, 206, 211, 287

Cucurbitáceas 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

Cultivo de tejidos 1

D

Dendrómetro 14, 16, 21

Desglose 80, 91

Drosófila-da-asa-manchada (DAM) 115, 129, 130, 214, 215

E

Estudos 170, 192, 195, 199, 201, 203, 205, 206, 208, 210, 211, 212, 218, 219, 220, 221, 222

I

Innovación 1, 78, 247, 254, 256, 257, 258, 259, 265, 267, 270, 272, 273, 274

L

Latinoamérica 63, 64, 76, 276

Limpieza de biogás 64

Luminosidade 36, 43, 53, 55

M

Malezas 109, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

Metodología basada en casos 80

Micro aspersores 14, 18

Micropropagación 1, 2, 12

Modelagem 209

O

Oligonucleótidos 149, 151, 185

P

Pets 182

Precisão 39, 164

R

Rastreabilidade 162, 163, 201, 202, 203, 204, 205, 209, 210, 211, 212

S

Solos 105, 165, 169, 193, 286, 290, 292

Soma térmica 36, 40, 41, 46, 131, 132

T

Técnicacon 80


Tecnologia 172, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 209, 210, 211, 212

Tempo 53, 57, 58, 129, 138, 142, 143, 144, 145, 146, 209, 210, 211, 222, 286

Temporary workers 94, 95

V

Valorização 204

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2


Ano 2022