

CIENCIAS AGRARIAS.

Debates emblemáticos y situación perenne

ARIADNA FARIA VIEIRA
LEONARDO FRANÇA DA SILVA
VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA
(ORGANIZADORES)



Atena
Editora
Ano 2023

CIENCIAS AGRARIAS.

Debates emblemáticos y situación perenne

ARIADNA FARIA VIEIRA
LEONARDO FRANÇA DA SILVA
VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA
(ORGANIZADORES)



Atena
Editora
Ano 2023

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 Cremona

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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

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
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª 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
Profª Drª 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

Ciencias agrarias: debates emblemáticos y situación perenne

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Ariadna Vieira
 Víctor Crespo de Oliveira
 Leonardo França da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	<p>Ciencias agrarias: debates emblemáticos y situación perenne / Organizadores Ariadna Vieira, Víctor Crespo de Oliveira, Leonardo França da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1429-2 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.292231306</p> <p>1. Ciencias agrarias. I. Vieira, Ariadna (Organizador). II. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). III. Silva, Leonardo França da (Organizador). IV. 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.

La colección “Ciencias Agrarias: Debates emblemáticos y situación perene” es una obra que tiene como eje principal la discusión científica a través de las diversas obras que integran sus capítulos. El volumen abordará, de forma categorizada e interdisciplinaria, trabajos, encuestas, relatos de casos y/o revisiones que transitan en las diversas áreas de las Ciencias Agrícolas. Los temas tratados en este libro electrónico se presentan de forma clara y accesible. Este volumen presenta, en sus 5 capítulos, los nuevos conocimientos aplicados al área de Ciencias Agrícolas en las áreas de agronomía e ingeniería agrícola.

Este trabajo responde a la necesidad de las Ciencias Agrícolas de atender demandas transdisciplinares en la construcción del conocimiento a través de una mirada menos compartimentada. De esta forma, el objetivo principal fue presentar, de forma categorizada y clara, los estudios desarrollados en varias Instituciones de Enseñanza e Investigación del mundo.

En este sentido, varios investigadores, junto con organismos de investigación nacionales e internacionales, se han unido para contribuir en el campo agrícola, y así posibilitar nuevos descubrimientos en este sector. Este estudio constante posibilita el surgimiento de nuevas líneas de investigación, que pueden desencadenar soluciones a los obstáculos que afectan la productividad en la agricultura.

Dado lo anterior, este trabajo busca presentar al lector el creciente desarrollo de investigaciones relacionadas con el campo de las ciencias agrícolas, además de incentivar la búsqueda de conocimientos y técnicas encaminadas a mejorar los sistemas de producción agrícola en los más diversos segmentos.


De esta forma, los organizadores y Atena Editora agradecen a los autores vinculados a las diferentes Instituciones de Enseñanza, Investigación y Extensión de Brasil y del exterior, por compartir sus estudios, haciendo posible la elaboración de este libro virtual. Esperamos que este trabajo pueda estimular la intercomunicación de las más diversas áreas de las Ciencias Agrícolas en pro de la ciencia y la investigación, supliendo las más variadas demandas de conocimiento. Sabemos lo importante que es la divulgación científica, por eso también destacamos la estructura de Atena Editora capaz de ofrecer una plataforma consolidada y confiable para que estos investigadores expongan y difundan sus resultados.

¡Buena lectura!

Ariadna Vieira
Leonardo França da Silva
Víctor Crespo de Oliveira


CAPÍTULO 1 1**CONFINAMENTOS DE BOVINOS LEITEIROS NO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS INSTENVOS DE PRODUÇÃO**

Victor Crespo de Oliveira
 Leonardo França da Silva
 Letícia Duron Cury
 Maria Fernanda Antunes Collares
 Érika Manuela Gonçalves Lopes
 Bruna Nogueira Rezende
 Ana Carolina Chaves Dourado
 Kamila Cristina de Credo Assis
 Rodrigo Sebastião Machado de Freitas
 Isabely Cristina Lourenço dos Santos
 Irene Menegali
 Ariadna Faria Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2922313061>


CAPÍTULO 2 12**DIVERSIDAD SOCIAL Y PRODUCTIVA EN LA AGRICULTURA Y SOCIEDADES RURALES GUANAJUATENSES: RETOS, PERMANENCIAS Y CAMBIOS**

María del Carmen Cebada Contreras

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2922313062>


CAPÍTULO 327**AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO DURANTE GERMINAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TOMATE CEREJA E SALADA**

Veronica Mendes Vial
 Alice de Freitas Braga
 Liana Hilda Golin Mengarda
 Rafael Fonseca Zanotti
 Paula Aparecida Muniz de Lima
 Simone de Oliveira Lopes
 Rodrigo Sobreira Alexandre
 José Carlos Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2922313063>

CAPÍTULO 437**INNOVACIÓN Y OPERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA FISIOLÓGÍA APLICADA A LA AGRICULTURA**

Eliezer Cocoltzi Vásquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2922313064>

CAPÍTULO 547**DETERMINACIÓN DE ÁREAS CON APTITUD EDAFOCLIMÁTICA PARA ESTABLECER PLANTACIONES DE KIRI (*Paulownia tomentosa*) EN TABASCO**

Agrícola Arrieta Rivera
 Karina Cristhel Castañón Cruz

Lorenzo Armando Aceves Navarro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2922313065>

SOBRE OS ORGANIZADORES52

ÍNDICE REMISSIVO53

CONFINAMENTOS DE BOVINOS LEITEIROS NO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS INSTENVOS DE PRODUÇÃO

Data de aceite: 02/06/2023

Victor Crespo de Oliveira

Universidade de Federal Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

Leonardo França da Silva

Universidade de Federal Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

Letícia Duron Cury

Universidade Estadual Paulista – Unesp
Botucatu – São Paulo (Brasil)
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-2394-5069>

Maria Fernanda Antunes Collares

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0003-3111-5380>

Érika Manuela Gonçalves Lopes

Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-7518-8955>

Bruna Nogueira Rezende

Universidade de São Paulo
Piracicaba – São Paulo (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0003-4337-9324>

Ana Carolina Chaves Dourado

Universidade Federal de Viçosa-
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-1106-1349>

Kamila Cristina de Credo Assis

Universidade de São Paulo
Piracicaba – São Paulo (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0003-4016-2541>

Rodrigo Sebastião Machado de Freitas

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0009-0005-0503-1505>

Isabely Cristina Lourenço dos Santos

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-6937-6810>

Irene Menegali

Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0001-5323-4693>

Ariadna Faria Vieira

Universidade Estadual do Piauí
Uruçuí- Piauí (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

RESUMO: O confinamento de bovinos leiteiros em instalações intensivas tornou-se prática comum no mundo, sendo atualmente uma das principais estratégias utilizadas quando se deseja melhorar a produtividade do rebanho, notadamente em locais de clima tropical, como o Brasil. Desta forma, o objetivo dessa revisão de literatura foi realizar caracterização dos principais sistemas de produção de leite utilizados no Brasil. Os sistemas para a produção de leite podem ser caracterizados, principalmente pelos métodos de produção, dentre os quais podem ser evidenciados os sistemas extensivos, semi- extensivo, intensivo, a escolha do tipo de sistema de produção vai depender da realidade econômica e tecnológica de cada propriedade leiteira. Enfatiza que diversos são os fatores envolvidos no planejamento das instalações para bovinos leites e todos tem o mesmo intuito comum que consiste na melhoria dos índices produtivos e assegurar a saúde do rebanho, promover conforto térmico e, por consequência promover o bem estar animal.

PALAVRAS-CHAVE: Bovinocultura de leite; Sistemas de Confinamento; Ambiência Animal; Compost Barn; Free Stall.

ABSTRACT: The confinement of dairy cattle in intensive facilities has become a common practice in the world, currently being one of the main strategies used when one wants to improve herd productivity, notably in places with a tropical climate, such as Brazil. In this way, the objective of this literature review was to characterize the main milk production systems used in Brazil. The systems for milk production can be characterized mainly by the production methods, among which the extensive, semi-extensive, intensive systems can be highlighted, the choice of the type of production system will depend on the economic and technological reality of each dairy farm. It emphasizes that there are several factors involved in the planning of facilities for dairy cattle and all of them have the same common purpose, which is to improve production rates and ensure the health of the herd, promote thermal comfort and, consequently, promote animal well-being.

KEYWORDS: Dairy Cattle; Confinement Systems; Animal Ambience; Compost Barn; Free Stall.

1 | INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária é fundamental para o crescimento da economia de um país, por fornecer alimentos a preços acessíveis à população, gerando emprego e renda. Além disso, para países que possuem condições naturais favoráveis e área disponível para a produção, a atividade pode gerar recursos e bens de capitais para a manutenção do desenvolvimento econômico (JOHNSTON et al., 2023).

Dentre as atividades agropecuárias desempenhada no Brasil, a produção de leite ocupa posição de destaque. Segundo o IBGE (2023), o Brasil está entre os cinco maiores produtores de leite do mundo. Destaca-se que, produção brasileira vem crescendo, entre os anos de 1974 a 2023 o volume produzido mais que quadruplicou, passando de 7,1 para mais de 35,3 bilhões de litros de leite (IBGE, 2023).

Para que deixar o Brasil ainda mais competitivo no mercado internacional é preciso gerar crescimento de produção e de produtividade. Para isso, os produtores de leite precisam

investir em novas tecnologias, como a implantação de sistemas intensivos, e aprimorar seus conhecimentos sobre o sistema produtivo. Atualmente, há inúmeros desafios que precisam ser superados, dentre eles, a melhoria da estrutura física, do ambiente térmico, e do manejo, que são fatores diretamente ligados ao bem-estar animal e conseqüentemente a produção (PERISSINOTTO et al., 2009; PILATTI, 2017; DAMASCENO, 2020; GALAMA et al., 2020). Com base o exposto, objetiva-se com esta revisão de literatura foi realizar caracterização dos principais sistemas de produção de leite utilizados no Brasil.

2 I SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO

O confinamento dos animais no sistema intensivo objetiva reduzir ao máximo o efeito do ambiente sobre estes, principalmente protegendo-os contra alta incidência de radiação solar. As instalações construídas nesse tipo de sistema, têm por finalidade promover o abrigo ao rebanho, criando um microclima favorável ao bem-estar do animal e garantindo melhor taxa de produção. Os animais permanecem confinado durante do seu período produtivo e recebem alimentação balanceada por todo período. O confinamento do gado possibilita a maior densidade populacional, promovendo o uso intensivo da terra e a maior longevidade das vacas (ARAÚJO, 2001; MOTA et al., 2017; GALAMA et al., 2020).

Geralmente, no sistema de confinamento a produção de leite é quase constante, não sendo muito afetada pela sazonalidade do clima. As desvantagens dos sistemas estão atreladas ao alto investimento em infraestrutura, maior incidência de problemas de casco e maiores chances de contaminação (sanitária e ambiental), pela elevada concentração de animais, gerando um grande volume de dejetos no mesmo local. Normalmente, essa forma de produção é recomendada para rebanhos compostos por mais de 100 animais e que apresentam produção média por animal no mínimo de 20 kg.dia⁻¹ (SOUZA et al., 2004; DAMASCENO, 2020).

A instalação destinada a criação dos animais é um ponto chave para a rentabilidade da cadeia de produção do leite em sistema de confinamento. Desta forma, é importante que a mesma seja ampla, arejada, de fácil higienização e que promova o maior bem-estar animal possível. O sistema deve ser projetado com intuito de facilitar a movimentação interna de animais e insumos, garantir o adequado manejo dos dejetos, promover um ambiente saudável, tanto para os animais quanto para os funcionários e garantir a viabilidade econômica para sua execução (CAMPOS et al., 2006; BAËTA; SOUZA, 2010; DAMASCENO, 2020). Dentre os sistemas de confinamento para bovinos leiteiros, normalmente utilizados, podem ser citados *Tie Stall* (TS), *Loose Housing* (LH), *Free Stall* (FS) e o *Compost Barn* (CB).

2.1 Tie Stall

O Tie Stall é o sistema de confinamento em que as vacas permanecem presas por

correntes em baias individuais (Figura 1) durante todo seu período produtivo no interior da instalação, ficando livres para caminhar apenas no momento da ordenha. A alimentação é balanceada e fornecida em cocho (MOTA et al., 2017).



Figura 1. Confinamento no sistema Tie-Stall com animais da raça Holandesa. Fonte: GEA Group (2018).

Segundo Araújo (2001), normalmente utiliza-se animais com alta taxa de lactação (acima de $25 \text{ kg}\cdot\text{dia}^{-1}$), devido a necessidade de mão de obra especializada e o elevado investimento por animal, para não comprometer a viabilidade econômica do sistema de produção.

2.2 Free Stall

O sistema *Free Stall* surgiu nos Estados Unidos na década de 50, e rapidamente se popularizou no país, devido a facilidade de manejo apresentada sobre o sistema *Loose Housing*. A expressão que nomeia o sistema faz referência ao modo que as vacas permanecem no interior da instalação, soltas dentro de uma área cercada, conhecida como baias. No Brasil, a popularização do sistema deu-se em meados dos anos 80, quando produtores particulares iniciaram a sua utilização, e a Embrapa de Brasília realizou a construção de um *Free Stall* para mostrar a viabilidade do sistema aos produtores de leite (ARAÚJO, 2001).

A instalação do sistema possui camas individuais, de livre acesso para os animais, e geralmente compostas por areia ou borracha triturada, como mostra a Figura 2. O piso dos corredores são de concreto e dão acesso aos bebedores e cochos de alimentação. O manejo dos resíduos ocorre geralmente duas vezes ao dia, utilizando a enxada para a limpeza das camas. O piso do corredor é limpo através da raspagem ou de jatos d'água, processo conhecido como *flushing*. (SILVA, 2018).



Figura 2. Confinamiento no sistema Free-Stall com animais da raça Holandesa. Fonte: GATEKRO (2015).

Para obter condições de conforto térmico no interior da instalação é importante considerar fatores como: o pé direito acima de 4,0 m, utilização de telhas com bom isolamento térmico e a inclinação do telhado variando de 33 a 50% (MWPS-7, 2000; DAMASCENO, 2020).

2.3 Loose Housing

O sistema de criação de bovinos leiteiros do tipo *Loose Housing* é utilizado no confinamento de animais em estábulos. Nestas estruturas, existe uma área coberta e livre destinada para o exercício e repouso dos animais, como mostra a Figura 3. Geralmente para reduzir custos, a área coberta deve ser comprida e estreita, com pé direito variando entre 2,5 a 4,0 m, piso de concreto rústico e no mínimo 4 m² de área por animal (GALAMA et al., 2020; DAMASCENO, 2020).

Na área de repouso, também conhecida como área de cama, local onde o gado pode deitar, o material de cobertura deve ser seco, sem cheiro, sem cor (para não manchar o couro) e, não muito fino (por conta da irritação do sistema respiratório). A retirada do esterco presente na área coberta deve ser feita diariamente, e na área aberta, deve-se deixar cobrir todo o piso de cimento, evitando assim o desgaste excessivo dos cascos (VASCONCELOS, 1977).



Figura 3. Confinamento no sistema Loose Housing. Fonte: GAIKWARD (2016).

2.4 Sistema Compost Barn

No final dos anos 80, produtores de leite do estado de Virginia (EUA) inovaram introduzindo uma nova variação do sistema Loose Housing, chamado de *Compost Bedded Pack Barn*, também conhecido como *Compost Barn*. A inovação teve o intuito de garantir um melhor conforto ao animal e melhor saúde de seus cascos (BARBERG et al., 2007; LESO et al., 2020; DAMASCENO, 2020).

Como os animais permanecem soltos no interior da instalação tipo CB, eles podem ser comportar naturalmente, como se estivessem livres no pasto, o que contribui para o bem-estar animal (ENDRES e BARBERG, 2007; LESO et al., 2020). Afim de avaliar o conforto do animal, Barberg et al., (2007b) compararam o CB ao FS e notaram que haviam mais vacas com a cabeça encostada na cama do sistema CB, segundo os autores esse posicionamento da vaca demonstra uma situação de ótimo conforto.

Para reforçar o exposto, em estudo realizado no estado de Kentucky (EUA), os autores Eckelkamp et al., (2014) concluíram que os animais confinados no CB permaneceram mais tempo deitados do que no FS, respectivamente $13,1 \text{ h.d}^{-1}$ e $9,6 \text{ h.d}^{-1}$. Os autores verificaram que há uma relação direta entre o tempo que os animais passam deitados e a produção de leite, perceberam também que esta relação fica mais evidente ao se tratar de vacas que possuem problemas locomotores. O conforto que o sistema CB oferece aos animais pode ser observado na Figura 4, onde a maioria dos animais na área de cama se encontram deitados.



Figura 4. Grande número de animas deitados na cama, demonstrando o conforto oferecido pela instalação tipo CB. Fonte: Os Autores, 2018.

Animais de alta produção (Figura 5), devido ao elevado peso, tendem a sofrer mais com problemas relacionados aos cascos, com isso, o constante contato com pisos de concreto e superfícies com certas rugosidades resultam em algumas lesões de jarrete e ocorrência de claudicação (DAMASCENO, 2020).

Vale destacar que, o sistema CB foi desenvolvido considerando as condições de clima temperado, contudo, sua disseminação por várias partes do mundo trouxe adaptações aos diferentes cenários, instalações e mão de obra. (GUIMARÃES et al., 2015; DAMASCENO, 2020). No Brasil, a primeira instalação CB foi construída em 2012, na fazenda Santa Andrea em Itararé - SP, este fato é controverso, pois produtores de Piracicaba - SP afirmam que o sistema iniciou naquela região, no mesmo período. No final de 2014, o número de instalações CB teve um crescimento superior a trinta instalações. Atualmente, estima-se mais de 1000 instalações construídas ao longo de todo território brasileiro (DAMASCENO, 2020).

O significativo crescimento pode ser atribuído às instalações CB serem mais ecologicamente correta e economicamente viáveis para os produtores de leite que buscam por modernização e alternativas para suas instalações. Mesmo com o aumento da popularidade do sistema no Brasil, há pouco conhecimento científico sobre o tema, necessitando assim, de um maior volume de pesquisas que auxiliem o planejamento e a tomada de decisão do produtor, contribuindo com o melhor manejo do sistema (MOTA et al., 2017; DAMASCENO, 2020).



Figura 5. Vaca holandesa grande produtora de leite. Fonte: Os autores, 2018.

A instalação CB é composta basicamente por uma grande área de cama comum (área de descanso), normalmente formada por maravalha ou serragem, separada do corredor de alimentação ou cocho de alimentação (Figura 6). O diferencial deste sistema é a compostagem, que ocorre ao longo do tempo com o material da cama e a matéria orgânica dos dejetos dos animais (JANNI et al., 2007; BEWLEY et al., 2012; BLACK et al., 2013; DAMASCENO, 2020).

Para Damasceno (2020) as instalações CB são sustentáveis, oferecem maior liberdade de movimento e um amplo espaço de cama para que as vacas se deitem naturalmente. Enquanto os animais permanecem de pé há interação social e contato com a cama, um material mais suave, promovendo bem-estar e saúde a vaca.

Em uma pesquisa desenvolvida por Damasceno (2012) mesmo nos EUA, 42 produtores foram entrevistados, apontando os benefícios percebidos pela implantação do sistema em suas instalações. Pode-se destacar que todos se mostraram satisfeitos quando questionados sobre o investimento. Dentre os produtores 24,1% afirmam ter percebido melhorias no conforto animal, 12,1% melhora do escore e higiene das vacas, 9,5% menor necessidade de manutenção, 6,9% melhora nas condições de casco e pernas, 5,2% aumento da detecção de cio, 2,6% facilidade no manejo de dejetos, 2,6% aumento da produção, 2,6% aumento longevidade, e 1,7% menor tempo sobre o concreto.



Figura 6. Área de descanso e corredor de alimentação de uma instalação CB. Fonte: Os autores, 2018.

Como demonstrado no estudo de Black et al. (2013), a transição de outros sistemas para o CB traz nítidos benefícios ao rebanho, como aumento da produção de leite, diminuição de contagem de células somáticas (CCS) e menor intervalo entre partos. De acordo com Damasceno (2020), a adaptação dos animais ao CB é mais rápida quando comparada aos demais sistemas de confinamento, no entanto, o autor afirma que por se tratar de um novo modelo, ainda há vários aspectos a serem abordados em relação à adequação do projeto para diferentes regiões e ao manejo, por isso, considera necessário o desenvolvimento de novas pesquisas acerca do tema.

Destaca-se que, produtores adeptos ao CB, em algumas pesquisas realizadas, mostraram-se preocupados com alguns fatores do sistema (BARBERG et. al., 2007; SHANE et al., 2010, BLACK, 2013), como as fontes limitadas de cama, o alto custo associado a aquisição do produto, aumento da poeira em situações mais secas da cama, e dificuldades na manutenção do processo de compostagem quando o ambiente está frio e úmido.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas para a produção de leite apresentam diferentes características. De tal forma que, a escolha do tipo de sistema de produção vai depender da realidade econômica e tecnológica de cada propriedade leiteira, podendo ser adotado um sistema mais sustentável ou economicamente viável para a situação avaliada. Ressalta-se que, diversos são os fatores envolvidos no planejamento e implantação das instalações para bovinos leiteiros. Porém quando estes são bem implementados, considerando as tecnologias

e o conhecimento técnico científico, há melhoria dos índices produtivos, da saúde do rebanho, do conforto térmico e, por consequência melhoria do bem estar animal.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. P. D. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. 2001. 69 f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, Pirassununga – SP;

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto térmico**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010.

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU, J. K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p.1575-1583, 2007.

BEWLEY, J. M.; TARABA J. L.; MCFARLAND, D.; GARRETT, P.; GRAVES, R., HOLMES, B.; KAMMEL, D.; PORTER, J.; TYSON, J.; WEEKS, S.; WRIGHT, P. Guidelines for managing compost bedded-pack barns. **The dairy Practices Council**, 2013;

BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; BEWLEY, J. M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.8060-8074. 2013;

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. de. **CONSTRUÇÕES PARA GADO DE LEITE: Instalações para Novilhas**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: Acesso em: 20 mar. 2023;

DAMASCENO, F. A. **Compost barn como uma alternativa para a pecuária leiteira**. 1. ed. Divinópolis: Adelante, 2020.

DAMASCENO, F. A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 404 p., 2012;

ECKELKAMP, E. A.; Gravatte, C. N.; Coombs, C. O.; Bewley, J. M. Case study: characterization of lying behavior in dairy cows transitioning from a freestall barn with pasture access to a compost bedded pack barn without pasture access. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 109–113, 2014

ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 4192–4200, 2007;

GALAMA, P. J. et al. Symposium review: Future of housing for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 6, p. 5759–5772, 1 jun. 2020;

GATEKRO, **Chapter shed plans designs, 2015**. Disponível em: <<http://gatekro.blogspot.com/2015/03/chapter-cow-shed-plans-designs.html>> Acesso em: 30 set. 2018;

GEA Group. **Barn cleaner system for tie-stall barn**. Disponível em:<<https://www.gea.com/en/products/barn-cleaner-system-for-tie-stall-barn.jsp>> Acesso em: 27 fev. 2023;

GUIMARÃES, A.S.; MENDONÇA, L. C. **Compost barn: um novo sistema para a atividade leiteira.** IN: Embrapa, Informativo Técnico- Panorama do Leite- Ano 7, n 75, 7-8, 2015;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023. **Produção de Leite.** Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

JANNI, K. A.; M. I. ENDRES; J. K. RENEAU; W. W. SCHOPER. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v.23, p.97–102, 2007;

LESO, L. et al. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 2, p. 1072–1099, 1 fev. 2020.

MOTA, V. C.; CAMPOS, A. T.; DAMASCENO, F. A.; MELO, E. A. R. de; AMARAL, C. P. R. do; ABREU, L. R. de; VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: histórico e características. **PUBVET**, v. 11, p. 424-537, 2017;

MWPS-7. **Dairy Freestall Housing and Equipment**, 7th ed. Ames, Iowa: MidWest Plan Service. 2000;

PERISSINOTTO, M. et al. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492–1498, 15 maio 2009.

PILATTI, J. A.; VIEIRA, F. M. C. Environment, behavior and welfare aspects of dairy cows reared in compost bedded pack barns system. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, n. 3, p. 97–105, jul. 2017.

SHANE, E. M.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: a descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 3, p. 465-473, 2010;

SILVA, G. R. de O. **Análise de rentabilidade de sistemas de produção de leite em compost barn e free stall: um comparativo.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 57 p. 2018;

VASCONCELLOS, P. M. B. **Guia prático para o fazendeiro.** NBL Editora, São Paulo; 1977;

JOHNSTON, F. L.; MARTINS, M. M. V.; PEREIRA, T. F. L. S. SEGURANÇA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA: UMA ANÁLISE DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 1, n. 1, p. 87-102, 2023.

DIVERSIDAD SOCIAL Y PRODUCTIVA EN LA AGRICULTURA Y SOCIEDADES RURALES GUANAJUATENSES: RETOS, PERMANENCIAS Y CAMBIOS

Data de aceite: 02/06/2023

María del Carmen Cebada Contreras

Maestría, Profesora-investigadora de tiempo completo, Universidad de Guanajuato

El interés de la presente ponencia es presentar algunas reflexiones en torno a los cambios que se han dado en el medio rural guanajuatense en un contexto caracterizado por los procesos de industrialización y urbanización que ha experimentado la entidad durante las últimas dos décadas. Los diferentes tipos de productores han tenido que adaptarse a las nuevas situaciones productivas, económica, sociales y políticas, según sus condiciones de producción y estrategias de sobrevivencia. Entre estos se encuentran los pequeños agricultores campesinos quienes, en su mayoría, han sido caracterizados por su condición de pobreza, siendo más notoria en las zonas de temporal, y quienes, en la política agrícola de la entidad, no son considerados en los programas de apoyo a

la producción. En el ámbito federal se están dirigiendo programas para la atención de este tipo de agricultores, lo que nos conduce a reflexionar sobre el acceso y direccionalidad de este tipo de programas y la viabilidad que esto representa para los pequeños agricultores en cuanto a superar el deterioro de sus condiciones de producción y precariedad de sus niveles de subsistencia o situaciones de pobreza que los caracteriza. La idea de partida es que no se dan tendencias sencillas y que la direccionalidad no es unilineal; los productores campesinos tienen que enfrentar factores muy diversos, donde la presencia del Estado, el mercado y diversos agentes económicos se mueven en diferentes niveles y escalas. Nuestras reflexiones parten de la observación y trabajo de campo realizados sobre la agricultura guanajuatense.

1 | INTRODUCCIÓN

Diversas transformaciones han sufrido la economía y sociedad guanajuatenses que se observan tanto en

el medio rural como en el urbano, y en sus interrelaciones. Varios factores, condiciones y agentes han influido en dichos cambios. Han participado instituciones gubernamentales con sus políticas y agentes económicos con cuya implementación y acciones han generado una gama de procesos, impactando las diferentes regiones y sus habitantes y, en particular la situación de los distintos tipos de productores agrícolas, complejizándose con ello su análisis, comprensión y explicación.

Entre los factores y condiciones de cambio están las políticas dirigidas a la agricultura, la instalación de la agroindustria, la reducción de la frontera agrícola por procesos de urbanización e industrialización, la producción agrícola para el mercado de exportación, la cuestión hidroagrícola y el agua para riego, el tipo de cultivo, entre otros, que generan una reestructuración productiva -estructura y patrón de cultivos por ciclos agrícolas- en el sector y afecta de diferente manera a los productores, agudiza su diferenciación productiva y social. Considerando los propios procesos y transformaciones en el medio rural, se observan cambios en el uso del territorio y paisaje predominante: de agricultura por industria (urbanización industrial), agricultura por urbanización residencial y, por lo tanto, en el uso del recurso agua y demanda de servicios públicos.

2 I LA AGRICULTURA EN GUANAJUATO: SUS REESTRUCTURACIONES Y FACTORES DE CAMBIO

En el año 2006, para el estado de Guanajuato se registran 1436 núcleos agrarios, de los cuales el 82.6% se encuentran en el grupo con menos de 500 hectáreas de superficie. La superficie que conforman estos núcleos agrarios es de 1 millón 157 mil 058 hectáreas, de las cuales 55.7% es superficie parcelada, el 40.9% de uso común y el 19.6% corresponde a asentamientos humanos. (*cfr.* INEGI, 2006)

De la superficie parcelada (645 146.9 ha) el uso agrícola representaba el 96.4%, por clase tierra el 64.1% es reportada como de temporal y el 33.5% de riego o humedad; en la superficie de uso común (474 304.4ha) el uso ganadero representaba el 87.9%, por clase de tierra el monte o agostadero árido se reporta en un 72.5%, el agostadero de buena calidad en un 20.5% y de temporal 6.2%. (*cfr.* INEGI, 2006)

Los datos sobre la producción agrícola registran para el año de 2020 un total de 948 mil 544 hectáreas como superficie sembrada, de las cuales, el 63.5% es clasificada de riego y el 36.5% de temporal. (SIAP, 2020)

Con estos datos trato de ejemplificar la diversidad y diferenciación productiva que caracteriza la agricultura que se practica en la entidad y que se manifiesta en dos polos. En uno se ubica la agricultura bajo sistemas de riego -grande y pequeña irrigación-, con suelos aptos para la agricultura¹, en planicies y tecnificada, con orientación empresarial y hacia la exportación. El otro polo lo representa una agricultura, poco tecnificada, realizada en

¹ Mouroz (1969) indica que la morfología del estado de Guanajuato es muy variada, existen superficies planas como montañosas. Predominan los suelos castaños de montaña y *chermosens*.

buena parte en terrenos no aptos para la agricultura, con pendientes, de temporal, con fines de autoconsumo. Cabe señalar que entre ambos polos existe una gama de situaciones productivas y complejidad de los procesos productivos y sociales que se despliegan. No obstante, hablar de los cambios en la agricultura guanajuatense es hacer mayormente referencia a la agricultura de riego más que a la de temporal, pues es donde se observan con mayor claridad.

2.1 Las políticas de modernización y de riego, la agroindustria y el mercado de exportación

El Estado a través de sus políticas, programas y acciones siempre ha dado un trato diferenciado a la agricultura de riego y la de temporal. Históricamente, la agricultura de Guanajuato, se vincula con las políticas de modernización del campo mexicano implementadas a partir de la década de 1940, con la introducción de variedades mejoradas de maíz y trigo, el uso del paquete tecnológico denominado como ‘revolución verde’ e incorporación del tractor para las labores agrícolas y el riego agrícola como condición importante para la puesta en práctica de este programa así como los apoyos a la producción y servicios de extensión que se canalizaban por medio del crédito y la asistencia técnica, acompañados con apoyos para la comercialización de la producción.

Las políticas² dirigidas al sector -agraria, agrícola, de aguas, de crédito, entre otras- ha sido uno de los factores que ha estado presente y ha incido en los cambios que se han dado en la agricultura en México. Mediante diversos lineamientos y agencias gubernamentales se establecían acciones en torno al acceso y uso de la tierra, uso y gestión del agua para riego agrícola, la introducción de ciertos cultivos y paquetes tecnológicos, la organización para la producción y, últimamente, la clasificación de productores por potencial productivo, la promoción de la agricultura de contrato y producción destinada a la exportación y lo relacionado con tecnologías ahorradoras de agua para el riego.

El trato de la política es diferenciado. La característica de que el acceso a los diferentes programas gubernamentales sea de manera focalizada, los ha vuelto más selectivos, pues para ser incluidos, se tienen que cumplir una serie de requisitos o criterios que muchas de las veces cierto tipo de productores agrícolas no los pueden cubrir. La atención focalizada genera una dispersión de los agricultores más que su agrupación. La clasificación de productores por tipo de programa los diferencia y homogeneiza al interior, los trata como productores agrícolas, como usuarios de agua para riego o como beneficiarios de los programas de política social.

Hablar de las políticas del Estado para la agricultura es hacer referencia de un proceso que va de una mayor intervención, en cuanto a la definición de la orientación de los cultivos a emprender o aceleración de ciertos procesos productivos principalmente en

² De este tipo de intervención se deriva la pérdida del control del proceso productivo por parte de los agricultores rurales (Zepeda, 1988:22)

la agricultura de riego, a un notorio retiro de los apoyos públicos al campo, derivados de las reformas económicas neoliberales. Este cambio en el papel del Estado, y de acuerdo con Appendini (2005:133), ha significado nuevas reglas de juego entre las instituciones y los actores económicos y sociales en el campo, que conducen a un nuevo marco de negociación entre el Estado y la población rural.

En el estado de Guanajuato, con el retiro del Estado y sus políticas de apoyo productivo aparecen en escena las empresas comercializadoras-financiadoras, reforzando la agricultura de contrato, que es retomada como una política agrícola en la entidad y con la que se dirigen los apoyos. Ejemplo de ello puede ser el aumento de la superficie sembrada con hortalizas o de la cebada malta, que fueron promovidas, en la práctica por empresas comercializadoras o intermediarias de estos cultivos. Por medio de un contrato, los términos se definen con base al control de calidad por parte de la empresa, bajo una norma de calidad para el mercado nacional y de exportación, se establecen la superficie a sembrar, las formas de financiamiento, la supervisión técnico-productiva, las formas de avalar el financiamiento recibido por el productor. Respecto a esto último, siguen pidiendo agrupación de los agricultores, donde el Procampo es lo que juega como aval del financiamiento, el riego también es una condición.

Los cambios en la agricultura están vinculados con el tipo de agroindustria que se ha venido instalando en la entidad y que ha definido de cierta manera y periodos el tipo de cultivo que se ha emprendido. Este proceso es más notorio en la zona del Bajío guanajuatense en la predomina la agricultura de riego, donde se han establecido recibas o comercializadoras de granos, la agroindustria harinera, la productora de alimentos balanceados para animales, las empacadoras y congeladoras de hortalizas o grandes comercializadoras de productos agrícolas en fresco. La presencia de empresas agroindustriales, agro-comerciales y agrícolas también se ha incrementado, conformando el denominado corredor industrial tradicional de la entidad, que se ubica en la región del Bajío guanajuatense donde se concentra la mayor superficie de la agricultura de riego. Así, se ha pasado de la siembra predominante de maíz y trigo y el establecimiento de la agroindustria harinera; por la siembra de sorgo que sustituye superficies sembradas de maíz y trigo, vinculado con la agroindustria productora de alimentos para animales y la ganadería estabulada porcina, vacuna y granjas avícolas establecidas en la zona. Posteriormente, en el 2000, a raíz de los trasvases de agua de la presa Solís en el estado de Guanajuato al Lago de Chapala en el estado de Jalisco, se promueve la siembra de cebada maltera³, en sustitución de superficie de trigo, en el supuesto de que requiere menor demanda de riego. Últimamente, es notorio el incremento de la siembra de hortalizas⁴, que se ha venido dando a partir de 1980, junto con la presencia de agroindustrias y comercializadoras para exportación de

3 Para proveer a la industria cervecera que se instala en el estado de Jalisco.

4 La horticultura hace presencia trascendente en la década de 1980 quedando a expensas de controles puestos por las compañías trasnacionales en la agroindustria y la exportación, en fresco y congelado.

estos productos, tanto en fresco como congelado.

Si bien se sigue destinando una extensa superficie para la siembra de granos básicos como maíz, sorgo, frijol, trigo, cebada, es notorio el incremento del cultivo de hortalizas en la zona de riego del Bajío. El maíz, sorgo, cebada y trigo se siembran también en superficie de temporal. Las hortalizas se siembran exclusivamente en superficie de riego (con agua de pozo), entre ellas sobresale el brócoli, además de coliflor, cebolla, chile verde, elote, papa y con mucha menor superficie están tomate, sandía, melón, zanahoria, calabacita, lechuga, fresa, ajo. La importancia de estos productos hortícolas radica en la contribución que tienen en el valor del volumen de producción agrícola en el estado de Guanajuato. Por ejemplo, el brócoli participa con el 1.4% de la superficie sembrada y aporta el 4.8% del valor de la producción; el maíz participa con el 34.5% de la superficie sembrada y aporta el 12.5% del valor de la producción, el sorgo participa con el 24.1% de la superficie y aporta el 19.7% del valor.

Otro factor importante relacionado con los cambios que se observan en el medio rural guanajuatense se enmarcan en el contexto caracterizado por los procesos de urbanización e industrialización⁵ que ha experimentado la entidad, cuya expansión se ha dado a costa de una reducción de la frontera agrícola.

Junto con el desarrollo urbano industrial se ha consolidado un sistema de ciudades que funcionan como polos de atracción y de concentración de la población, demanda de infraestructura, equipamiento, servicios y de terreno para asentamientos poblacionales, los que se hace también sobre la frontera agrícola.

El proceso de urbanización y urbanismo ha influido en las expectativas, prácticas y preferencias de consumo de la población rural. De igual modo, el urbanismo, como modo de vida, ha penetrado en la vida cotidiana y en los tipos de consumo de la sociedad rural, tendiendo a hacerse más difusa la delimitación entre las formas de vida rural y las formas de vida urbana.

Otra condicionante es lo relacionado con el agua para riego. Si bien el problema en torno del agua se mueve en varios niveles de análisis y ámbitos espaciales: nacional, regional, local, incluso internacional y ejemplifican los diversos ámbitos de gestión alrededor de este recurso; para el estado de Guanajuato, la política hidroagrícola tiene que ver tanto lo concerniente a las aguas superficiales como a las aguas subterráneas y con los diferentes usos del agua, se vuelve un aspecto importante por la sobreexplotación de los mantos freáticos⁶.

Guanajuato es un estado de bajo potencial hidráulico, aunque cuenta con los ríos

5 Por ejemplo, la llegada de la industria automotriz con la instalación de la General Motors en Silao y sus empresas proveedoras trajeron cambios económicos, competencia por el uso de recursos y modificaciones en las dinámicas locales y regionales, así como el tipo de mercado de trabajo que se genera. El municipio de Silao se había caracterizado como eminentemente agrícola y con buena calidad de suelos, aptos para la agricultura. Los localizados cerca de la carretera se han adquirido por las inmobiliarias como predios rústicos para el establecimiento de fraccionamientos industriales.

6 Se señala como un hecho importante la extensión de las extracciones de agua subterránea y la perforación de pozos, a pesar de la política de veda dado el decaimiento de los niveles freáticos (Cfr. Bohem, 2005:376).

Santa María y el Extoraz, al norte y noreste de la entidad que fluyen hacia el Golfo de México, y el río Lerma en el sur del estado que desemboca en el Océano Pacífico, se caracteriza por ser semiárido, donde la precipitación está en gran parte concentrada en periodos cortos, por lo que los ríos como el Laja y Guanajuato o Turbio, no tienen caudales significativos fuera de la temporada de lluvia. Se considera que el Sistema Lerma-Chapala⁷ es alimentado mayoritariamente por agua subterránea y no por agua superficial (García, 1998:6). La cuenca Lerma-Chapala-Santiago abarca una superficie de 126 700 kilómetros cuadrados. El río Lerma⁸ nace en el valle de Toluca, al poniente de la ciudad de México, drena secciones importantes de los estados de México, Michoacán, Querétaro, Guanajuato y Jalisco, donde toma el nombre de río Santiago para desembocar en el Océano Pacífico cruzando una parte del estado de Nayarit (Melville 1996:27).

En la entidad se estima que el aprovechamiento del agua se distribuye en un 85% para uso de riego agrícola, superficial y subterránea; 10% urbano y 1% industrial. La escasez genera una competencia por el recurso, indudablemente incide en las luchas y negociaciones por el recurso agua, así como a nuevos controles y formas de usufructo por los distintos actores sociales. Al ser la agricultura como la que más agua consume, se ha establecido con un carácter casi obligatorio la introducción de tecnologías y técnicas ahorradoras de agua para riego, como el entubado de la red de riego en cada uno de los módulos de riego⁹. Asimismo, con el fin de tener un registro actualizado del número de pozos y regularizar su concesión se han establecido dos programas, el programa de uso racional del agua (PURA) implementado por el FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura), que ofrece créditos para actividades como rehabilitación de pozos, creación de obras para el aprovechamiento de los escurrimientos, mejoramiento parcelario (revestimiento de canales, entubamiento y presurización del riego) así como el reembolso parcial de la asesoría que contraten los agricultores para estos fines. Otro programa es la promoción para actualizar el registro del predio y del pozo, con el fin de recibir por parte de la Comisión Nacional del Agua, el 50% de las inversiones realizadas en obras de mejoramiento en la rehabilitación de los pozos, revestimiento o entubamiento de canales y en algunos casos con aportaciones en obras de mejoramiento parcelario, entre otras la nivelación de tierras o cambio de sistemas de riego por gravedad a presurizados (Romero 1998:29). El agua para riego se convierte en un recurso estratégico para la producción a la vez que un factor de diferenciación entre los diferentes tipos de agricultores, siendo más profunda entre el pequeño agricultor campesino.

7 Boehm señala que la Cuenca hidrológica Lerma-Chapala-Santiago es la segunda más grande de México, superada por la del río Bravo en el norte del país. También es una de las áreas, del territorio nacional, con mayor concentración urbana (Boehm 1999:17-19). Por lo común se identificaba a la cuenca Lerma-Chapala formada con los territorios de cuatro estados de la República Mexicana: México, Michoacán, Guanajuato y Jalisco. Pero últimamente se hace referencia a la cuenca como Lerma-Chapala-Santiago incorporando con ello al estado de Nayarit.

8 En la lucha por el agua, no se considera a la Ciudad de México ni a la ciudad de Guadalajara, en cuanto al consumo de agua de la cuenca.

9 La gente hace el señalamiento que donde ya se ha entubado la red de riego, se da una falta de humedad y perciben un cambio en las condiciones climáticas.

Asimismo, al darse la transferencia de la gestión del agua del gobierno federal a los usuarios de los distritos de riego. La política hidroagrícola en la entidad se ha implementado, acorde a los lineamientos federales, se crean los Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), el Consejo Estatal Hidráulico y, como integrante del Consejo de Cuenca Lerma-Chapala, la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca¹⁰ (SAGARPA) se ve lo relacionado con las Asociaciones de Usuarios de Agua que se crearon en cada módulo de riego, para lo concerniente a las aguas superficiales.

Se da un cambio en la organización y formas de participación de los productores. En las reuniones de los COTAS o de las AUA, hay productores agrícolas que no tienen problemas de agua para riego mientras que otros hablan de la escasez del recurso. En el primer caso se encuentran mayoritariamente los agricultores privados que cuentan con agua de pozo para riego y siembran hortalizas, en el segundo, están los productores de granos básicos y riego con agua superficial. Cabe señalar que, si bien existen diferencias marcadas entre los agricultores usuarios de las distintas fuentes de agua, al interior de cada una se da una diferenciación social y económica entre ellos. Ejemplo de esta situación es lo relacionado con el tipo de cultivo que pueden sembrar, si sólo son usuarios de agua superficial para el riego no pueden sembrar hortalizas, esto marca un primer condicionante, otro lo es en cuanto al financiamiento y tecnología para la producción, a lo que se añade el tener que aplicar tecnologías ahorradoras de agua

Con la reestructuración productiva que se da en el agro guanajuatense y en las políticas dirigidas al sector, se genera una modificación en los procesos productivos, en las formas de organización para la producción, el tipo y destino del cultivo, alterándose también los espacios de interacción social en el medio rural, las estrategias de producción y reproducción social, así como las relaciones de género y generacionales. Todo lo cual repercute en el sentido y significado que para los agricultores campesinos¹¹, según su generación, toman los recursos tierra y agua.

2.2 Agricultura de riego y de temporal: un trato diferenciado

En Guanajuato, la agricultura de riego ha sido y sigue siendo la principal protagonista, mientras que la agricultura de temporal y de pequeños agricultores, con sus excepciones, casi desaparece o está ausente de la política agrícola y de apoyos a la producción, lo que se hizo más notorio con la política de calificación y estratificación de productores por potencial agrícola, siendo el criterio principal y definitorio para ser objeto de atención el contar con agua para riego o los de temporal con una estacionalidad regular y bien definida. Esta política genera, en la práctica, una división entre política económica que se dirige a los que son clasificados con potencial productivo, y política social a los que no lo tienen

¹⁰ Actualmente Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)

¹¹ En el siglo pasado, la posesión de la tierra era lo que definía la condición del campesinado mexicano y conformaba la base para su organización colectiva que lo definía como sujeto social.

y que son los de agricultura de temporal, esta estratificación en la atención profundiza la diferenciación entre productores agrícolas. Los que no quedaban clasificados con potencial productivo eran canalizados para ser apoyados por los programas derivados de la política social, que en la mayor de las veces presentan condiciones vinculadas con situaciones de pobreza o marginación al ver deterioradas sus condiciones de producción y de vida.

Es en esta situación que viven los campesinos menos favorecidos, pequeños propietarios y ejidatarios, conjugan los recursos que ponen en juego en sus estrategias de producción y sobrevivencia, para hacer frente al deterioro de sus condiciones de producción y de vida, a una relación asimétrica con el mercado y con la ciudad. Entre las estrategias de sobrevivencia se encuentra la incorporación de los miembros de la familia al trabajo asalariado, tanto hombres como mujeres, en un mercado fluctuante y a distancia, ya sea en la localidad como jornaleros agrícolas, trabajo a domicilio (industria zapatera, industria textil) o por la emigración nacional hacia la ciudad como albañiles, jardineros, servicios, trabajo doméstico, o internacional yendo a otro país, también aparece el trabajo informal, y, últimamente surge el trabajo eventual en empresas maquiladoras. La lucha cotidiana por la sobrevivencia familiar sigue siendo la prioridad. Acompañando estos procesos está la pérdida del conocimiento agrícola pues se interrumpe su transmisión y práctica, así como la de ser agricultores tradicionales. Los que siguen sembrando pequeñas superficies lo hacen con maíz y frijol para autoconsumo, con recursos provenientes del trabajo asalariado o de las remesas enviadas del exterior.

Las tierras de temporal no son requeridas por los inversionistas agrícolas, pero si se da la presencia de inversionistas en torno a generar turismo ecológico, en ciertos lugares y paisajes, adquiriendo en compra los predios para tal propósito. De ahí que la disponibilidad de medios propios y acceso a cierto tipo de recursos naturales que ofrece el contexto ecológico campesino se convierte en un factor de diferenciación.

2.3 La gente de campo y los procesos de urbanización y migración

Otros aspectos que influyen en los cambios son la urbanización y la migración. Con respecto a la urbanización se han observado tres grados de absorción o conurbación de zonas agrícolas, básicamente de ejidos, a la dinámica de la ciudad y que va modificando la propia dinámica de las poblaciones, tanto en su zona urbana, como la parcelaria. La más notoria es la que se da por el crecimiento de la ciudad, que conlleva la transformación de áreas rurales como áreas urbanas periféricas, donde la mayor de las veces se da en condiciones de asentamientos irregulares, que se caracterizan con condiciones de precariedad social, por carencia de servicios públicos, mostrando situaciones de pobreza y marginación. Otro ejemplo es cuando los cambios se dan en primer lugar en el solar urbano y que por la cercanía con la ciudad han sido objeto de expropiación de tierras tanto para una carretera, un depósito de basura o la instalación de la industria; la superficie que siguen manteniendo, la siembran con maíz, cebada, sorgo o trigo, en riego o temporal.

Un ejemplo más lo es cuando a pesar de encontrarse a unos 20 kilómetros de la ciudad, existe una dinámica de la población del lugar con la ciudad, que si bien, en un inicio son esporádicos con el aumento de las vías y medios de comunicación se acortan distancias y con ello la dinámica es más frecuente; básicamente se da con la búsqueda de trabajo en la ciudad para complementar las actividad agrícola, se suma la asistencia a la escuela en los niveles medio y superior, con las que no cuenta la localidad. En este caso, las tierras se dedican básicamente a la agricultura más cuando un grupo de agricultores ejidatarios cuentan con agua de pozo para regar se dan varias dinámicas productivas: si cuentan con recursos económicos se animan a sembrar hortalizas; si no los tienen son buscados por inversionistas agrícolas y tomar en renta las tierras. Respecto a los que no tienen acceso a agua de pozo solo pueden sembrar granos. Sin embargo, con la dinámica que genera la ciudad, y más si esta juega el papel de metrópoli, aún estas tierras sufren presión, tanto para el establecimiento de empresas industriales como por las inmobiliarias y constructoras de conjuntos habitacionales para altos niveles de ingreso. Los terrenos más solicitados son los que están ubicados a orilla de carretera o cercanos a una; un aspecto que resalta es que se compran tierras que cuenten con pozo. Esto contrasta con el interés de los herederos de derechos, de generaciones más jóvenes, quienes desean lotificar la parcela y vender directamente los lotes, sin embargo, se encuentran con las limitantes que imponen las normas jurídicas municipales en torno a la regularización de los predios y después la introducción de las obras de cabecera y de servicios públicos. Por lo que se han dado dos respuestas: lotifican irregularmente o terminan vendiendo a las inmobiliarias que los dedican a fraccionamientos industriales y residenciales.

En lo concerniente a la migración, se ha observado que las remesas por la emigración internacional ha estado vinculada con la agricultura de la entidad y en las estrategias de sobrevivencia de las familias en el medio rural, compra de solar y construcción de vivienda. En algunos casos este tipo de ingreso sirvió como complemento para cubrir gastos para la siembra de maíz y frijol, o para la compra de ganado, que se veía como forma de ahorro para imprevistos, o bien destinarlo para la compra de tierras para sembrar. Pero esto no se daba de manera generalizada ni automática, pues el monto y periodicidad de las remesas depende de la manera en que se insertan en el mercado laboral norteamericano. Últimamente se han observado diversas situaciones que están relacionadas con la migración. Por ejemplo, un grupo de exmigrantes, regresan con ahorros e invierten con sus parientes que tienen tierras y acceso al agua de riego superficial, conjuntan la superficie, la mayor parte la siembran con cultivos comerciales y una parte la siembran como maíz, que, según su experiencia sirve como producto aval si se presenta una pérdida en la cosecha de los otros cultivos o lo pueden destinar para el autoconsumo y venta del excedente. Cuando tienen acceso al riego con agua de pozo se arriesgan a sembrar hortalizas bajo la figura de agricultura de contrato. Otro caso, se observa con trabajadores exmigrantes, cuyos patrones los convierten en socios y la inversión se hace para la siembra de hortalizas.

Si bien, la migración es un proceso generalizado en la entidad, ésta es más notoria entre los productores de temporal por las condiciones de precariedad que les caracteriza en algunos casos la emigración primero se dio hacia la ciudad y de ahí, con base en las relaciones establecidas con compañeros de trabajo, emigraron hacia Estados Unidos. La migración internacional es más tardía en la zona norte de la entidad.

3 | LA DIVERSIDAD SOCIAL RURAL GUANAJUATENSE Y LA CONDICIÓN CAMPESINA

Existe como supuesto predominante que las sociedades rurales son bastante homogéneas. Contrario a esta idea, Luis González (1968) señala la persistencia de la diversidad rural que caracteriza al campo mexicano y que esta diversidad es compleja, en donde la relación espacio-sociedad ha sido vivida, procesada, recreada y cambiada de diferente manera, por las diversas sociedades rurales que existen en México, sobresalen tres grandes sistemas socioculturales: la sociedad indígena, la sociedad campesina y la sociedad ranchera, que se diferencian por los usos y costumbres predominantes, por la manera como se da el vínculo con la tierra, con la función que se le otorga a la ganadería, a la vez que muestran o desarrollan diferentes geografías, bases económicas, formas de organización, maneras de pensar y de ver las cosas, que se convierten en particularidades que las distingue que muestran construcciones sociales y culturales con sentido diferente, sin embargo, no son excluyentes entre sí ni estáticas, dándose también situaciones diferenciadas al interior de cada una de ellas. (Cfr. Arias, 2002; González, 1968). Las tensiones o conflictos entre los grupos se dan en tanto que deben compartir un mismo hábitat, disputar recursos, intercambiar bienes de algún tipo, etc. , constituir una organización jerárquica en su interior, a la vez que se encuentran inmersas en un contexto capitalista de producción, en el que predominan los criterios de competitividad económica y de 'leyes del mercado' que caracterizan a la agricultura empresarial e imponen las condiciones en las que opera y reproduce el empresario agrícola, también presente en el medio rural, para asegurar el nivel mínimo de rentabilidad. (Arias, 2002; Díaz, 2006:13-14). Esta diversidad también tiene que ver con la existencia de una geografía heterogénea, con la gran variedad de paisajes que alberga. La diversidad rural es el resultado de procesos largos, de relaciones complicadas y cambiantes entre las mismas sociedades rurales y otras sociedades, así como en otros ámbitos, niveles y grupos sociales a través del tiempo (Geertz, 1981). De ahí que se podría afirmar que las transformaciones en los tejidos productivos, la movilidad de la población, la organización social, entre otros aspectos, dependen de las características del lugar, de los factores contextuales que intervienen y de las formas en que los individuos viven su cotidianidad y responden a las condicionantes que enfrentan.

Dos características han configurado la condición campesina en México. Una tiene que ver con su vinculación con la tierra, elemento primordial de la definición de campesino,

y otra con la relación que mantenía frente al Estado, por medio de la política de reparto agrario. Cuando su nexa con la tierra cambia, la tierra ya no es el elemento que vincula el espacio de los productores campesinos, las ligas son más bien territoriales que productivas, en el sentido de que 'son del lugar' (Pepin Lehalleur, 1996) y no porque sigan produciendo. No obstante que la tierra ya no sea un recurso fundamental sí se considera como un recurso para asegurar algunos alimentos básicos o como salvaguarda del patrimonio de la familia o como resguardo por desempleo de algunos de los miembros no pueda insertarse en un empleo fijo, o bien, como mercancía susceptible de venderse en situaciones emergentes.

Diversas discusiones han girado en torno a caracterizar este tipo de cambios, pero lo que retomamos aquí son aquellos elementos que observamos. Si bien, la condición campesina está vinculada con la relación con la tierra, ahora son varios los rasgos que la podrían definir: hay un desplazamiento de la centralidad de la tierra y la actividad agrícola en las estrategias de sobrevivencia y en la conformación del ingreso familiar, se genera una mayor dependencia hacia los apoyos recibidos de programas gubernamentales, hay un empobrecimiento o pérdida de conocimiento de las prácticas y técnicas tradicionales de la agricultura, se observa una fragilidad en las formas de interacción, organización y cohesión colectiva (capital social comunitario); con la incorporación de miembros de la familia al trabajo asalariado se genera una modificación en la estructura, organización y posiciones familiares, relaciones de género y generacionales y formas de participación en la toma de decisiones; se enfrentan a la cuestión de la sustentabilidad y conservación de los recursos naturales, que por su necesidad de intensificar la explotación de recursos con que cuenta, los convierte en ciertas situaciones como productores no sustentables; se vinculan con un mercado que impone criterios de competitividad y rentabilidad económica que se contraponen con el criterio de salvaguarda del patrimonio familiar, entre otros más. Estos aspectos muestran cómo han sido modificadas de distinta manera las formas de producción y nivel de vida de los diversos actores del campo mexicano o formas del ser rural.

Martínez (2016) señala que, desde el punto de vista social, estas transformaciones se reflejan en una mayor desigualdad, ya que no todos los agricultores tienen las condiciones productivas para acceder o llevar a cabo este tipo de agricultura. Con base en estas ideas y los cambios que ha enfrentado la agricultura y pequeños productores, la cuestión es acerca de la viabilidad campesina, en las actuales condiciones.

4 | FACTORES CONDICIONANTES Y VIABILIDAD CAMPESINA

Resalto algunos aspectos que llaman mi atención y que enlisto a continuación.

La tierra ya no es el eje estructurador de la condición campesina, pero sigue siendo un medio para acceder a otros recursos como el Procampo, ingreso por dar en renta la tierra, refugio en momentos de desempleo.

Sin embargo, en la entidad el Programa de Certificación de Derechos Agrarios (PROCEDE) está promoviendo la escrituración individual con lo que se da una desarticulación de los ejidos y las superficies de áreas comunes se están dividiendo.

Asimismo, con los programas de la política social cuyos fondos se manejan por la presidencia municipal, en los ejidos se reforzó la figura del delegado municipal, debilitando la figura del comisariado ejidal.

Las mujeres están presentes en la unidad familiar, en la unidad de producción, en cargos de representación en la comunidad y tienen un papel importante en las estrategias de supervivencia. En el ámbito de la unidad de producción, pudimos apreciar que si bien algunas de las mujeres aparecen registradas como ejidatarias o como usuarias, en la práctica son los hombres (esposo, hijo, padre, cuñado) los que quedan al frente del proceso productivo, y es el que asiste a la juntas, pero la que firma es ella. No obstante, lo anterior, donde si encontramos mujeres ocupando algún cargo autoridad, comúnmente están vinculados con el cargo de delegado municipal y encomiendas derivadas como el de comité de agua potable, de luz eléctrica y otro servicio público. Son cargos en los que no reciben remuneración.

Otro aspecto es lo relacionado con la organización y representación. Se modifica la condición de 'líder' o representante de un grupo o ejido. Con el cambio en las formas de gestión y operación de las políticas, los dirigentes ya no tienen el control y manejo de los recursos del grupo ni toma de decisiones, pierde presencia la figura de Comisariado Ejidal y con ello la fuerza de la representación y negociación. Se da una fragmentación en las formas de organización entre los pequeños productores campesinos/ y la representación y capacidad de negociación se han debilitado. Ejemplificando con lo relacionado con la gestión y uso de agua para riego, se puede observar que la lucha por los cargos de representación se da en los ámbitos microrregionales y regionales, básicamente en los módulos de riego, en los distritos de riego y en los consejos de cuenca, apreciándose que los agricultores con 'rasgos' empresariales, principalmente los privados, son los que más participan por obtener dichos cargos. En los ámbitos locales, la representación se da sólo para cubrir un aspecto administrativo. Ya no se da una lucha por ocupar dichos cargos de representación, más bien se elude o se rechaza dicho nombramiento. Por ejemplo, el delegado de riego –como representante de determinado grupo de usuarios en las reuniones del módulo- es nombrado en asamblea de usuarios. Pero simplemente cumple las funciones de informador acerca de las medidas y políticas establecidas o en qué monto quedó la cuota de riego a pagar.

5 | CONCLUSIONES

Todos estos aspectos hacen referencia o se convierten en mecanismos de diferenciación social. Además, la gente ya no organiza su vida conforme a los ritmos y

estacionalidad de la agricultura y de las prácticas agrícolas, sino a los que imponen los mercados, las instituciones con las que se vinculan o la dinámica con la ciudad, afectando sus formas de interacción cotidiana. También, la forma de hacer frente al deterioro de sus condiciones de producción y de vida, las respuestas que emprenden son cada vez más de manera individualizada, lo que erosiona su capacidad de organización y participación como un colectivo. De igual forma, la manera que se da la incorporación al mercado de trabajo asalariado y la aportación que los miembros hacen en la conformación del ingreso familiar ha modificado el esquema de organización, posiciones y relaciones de género y generacionales dentro de las familias campesinas.

Si la forma campesina del ser rural está vinculada estrechamente con la tierra, condición que se pierde o cambia cuando no se tiene acceso a ella, ante estas situaciones y condiciones descritas, cabe preguntarse sobre la viabilidad de los programas federales que se están dirigiendo como apoyo a pequeños agricultores campesinos tales como sembrando vida, fertilizantes, conservación ambiental, programas que sólo son viables para los que aun cuentan o pueden acceder a la tierra, pero no para los que ya no la tienen. Hasta el momento Guanajuato no está contemplado en este tipo de programas, pero habría que preguntarse si es posible un proceso de recampesinización y en qué condiciones se daría.

La idea de partida es que no se dan tendencias sencillas y que la direccionalidad no es unilineal; los productores campesinos tienen que enfrentar factores muy diversos, donde la presencia del Estado, el mercado y diversos agentes económicos se mueven en diferentes niveles y escalas.

REFERENCIAS

Appendini, Kirsten (2004). Las políticas agrícolas y el desarrollo rural en América Latina en retrospectiva: viejos problemas, nuevos discursos en Del Valle, María del Carmen (coord.) *El desarrollo agrícola y rural del tercer mundo en el contexto de la mundialización*. México. UNAM-PyV. Pp.193-207

Appendini, Kirsten (2005) "Todavía está el Estado: los nuevos arreglos institucionales para el campo" en Aziz Nassif, Alberto y Jorge Alonso Sánchez (coords.) *Estado Mexicano. Herencias y Cambios: Economía y Política*. México, CIESAS-Miguel Ángel Porrúa-Cámara de Diputados, pp. 131-150.

Arias, Patricia (2005) El mundo rural, diverso y cambiante en Barragán, Esteban (editor) *Gente de campo. Patrimonios y dinámicas rurales en México*. Vol.I, México. El Colegio de Michoacán, pp. 19-32

Arias, Patricia (2009) *Del arraigo a la diáspora. Dilemas de la familia rural*. México. Miguel Ángel Porrúa/Universidad de Guadalajara/Cámara de Diputados.

Barbosa Ramírez, René (1973) *El Bajío, uso de recursos*. Centro de Investigaciones Agrarias, México (Serie de estudios sobre tenencia y uso de la tierra, 5)

- Boehm de Lamerai, Brigitte (2005) Los cultivadores del Lerma en tiempos de globalidad en Barragán, Esteban (editor) *Gente de campo. Patrimonios y dinámicas rurales de México, Vol.II*. México, El Colegio de Michoacán, pp. 371-395
- Cebada Contreras, María del Carmen (2003) “Los ámbitos locales y sus interacciones: respuestas organizativas a los procesos de cambio sociopolítico en dos comunidades rurales guanajuatenses” en Preciado Coronado, Jaime *et.al.* (coords.) *Territorios. Actores y poder. Regionalismos emergentes en México*. Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma de Yucatán, pp.79-104.
- Cebada Contreras, María del Carmen (2005) Agua, recurso estratégico para el desarrollo rural regional en Guanajuato en Torres Lima, P. Alberto (coord.) *Desarrollo regional y sustentabilidad en México*. México. UAMX-COLSON. Pp. 439-464
- Cebada Contreras, María del Carmen (2007). ¿Rurales o urbanos? La problemática que plantea el crecimiento demográfico y los asentamientos en el medio rural en Montiel, Francisco *et.al.* (coords.) *Ciencias sociales en el nuevo siglo*. UGTO. Pp. 95-108
- Cebada, María del Carmen y Quijada, María Guadalupe (2005) Uso y gestión del agua para riego agrícola en el bajo guanajuatense: nuevas situaciones sociales y cambios productivos en Durán, Boehm, Sánchez y Torres (coords.) *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago II*. pp. 197-216
- Durán Juárez, Juan Manuel, Raquel Partida y Alicia Torres (1999) “Cuencas hidrológicas y ejes industriales: el caso de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago” en *Relaciones*. Vol.XX, no.80, pp.101-129.
- García Dobarganes Bueno, Juan Esteban (1998) “Las aguas superficiales y subterráneas del estado de Guanajuato: localización y problemática” en *Memorias del 2º Foro de Investigación y Consulta: Agua*, 29 mayo, VEN Centro de Vinculación con el Entorno, Universidad de Guanajuato, Silao Guanajuato, pp. 6-12.
- González, Luis (1989) Gente del campo en *Vuelta*, México. No. 151, junio, pp.22-29
- INEGI (2006) Guanajuato. Núcleos agrarios. Tabulados básicos por municipio 1992-2006. México, INEGI.
- Martínez González, F. (1997) “Estudios geohidrológicos en el estado de Guanajuato” en Revista *Aqua Forum*, CEASG, Gobierno del Estado de Guanajuato, año 2, no. 7, pp. 9-12.
- Melville, Roberto (1996) “Política hidráulica mexicana: oportunidades para la investigación” en Melville y Peña (1996) *op.cit.*17-29.
- Mouroz, Rebel (1969) *Estudio geográfico de Guanajuato*. México, CDIA.
- Pepin Lehalleur, Marielle (1996) “Entre ruralidad y urbanidad: la fuerza del lugar” en Teresa, Ana de y Carlos Cortes (coords.) *La nueva relación campo-ciudad y la pobreza rural. La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*. México, UAMA- UNAM-Plaza y Valdés, pp. 69-82
- Romero Valdez, Manuel Enrique (1998) “Uso del agua en la agricultura” en *Memorias del 2º Foro de Investigación y Consulta: Agua*, 29 mayo, VEN Centro de Vinculación con el Entorno, Universidad de Guanajuato, Silao Guanajuato, pp. 27-34.

Sánchez Rodríguez, Martín (1999) "Sin querer queriendo. Los primeros pasos del dominio federal sobre las aguas de un río en México" en *Relaciones*, México, COLMICH, vol.XX, no.80, pp. 71-98.

SIAP (2020) Guanajuato Anuario estadístico-Servicio de información agroalimentaria. Cierre agrícola. Disponible en <https://nube.siap.gob.mx>

Tarrío, María y Héctor Ruiz Rueda (2000). "Políticas agrarias y mercado de tierras: un estudio en el Bajío" en Sánchez Quintanar, Concepción y otros (2000) *op.cit.* pp.91-108

Wirth, Louis (2005) "El urbanismo como modo de vida", en *Bifurcaciones*, Revista de Estudios Culturales Urbanos, No. 2, otoño.

AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO DURANTE GERMINAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TOMATE CEREJA E SALADA

Data de aceite: 02/06/2023

Veronica Mendes Vial

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

Alice de Freitas Braga

Universidade de São Paulo - Programa de Entomologia e Acarologia (ESALQ) Piracicaba-SP

Liana Hilda Golin Mengarda

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

Rafael Fonseca Zanotti

Instituição Federal do Maranhão - Campus São Raimundo das Mangabeiras São Raimundo das Mangabeiras-MA

Paula Aparecida Muniz de Lima

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

Simone de Oliveira Lopes

Faculdade Metropolitana São Carlos - Departamento de Medicina Bom Jesus do Itabapoana-RJ

Rodrigo Sobreira Alexandre

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Ciências Florestais e da Madeira Jerônimo Monteiro-ES

José Carlos Lopes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

RESUMO: No Brasil, alguns tipos de solos apresentam elevadas concentrações de sais, os quais causam toxidez às plantas e afetam a germinação das sementes. As espécies e genótipos respondem de forma diferenciada as condições de estresse salino de forma que o estudo da resposta fisiológica da germinação sobre estresse salino pode gerar informações sobre genótipos de tomate potencialmente resistentes ao estresse. Assim, objetivou-se estudar a germinação e o crescimento inicial de plântulas de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*): 'Cereja Carolina'; 'Cereja Samambaia', 'Cereja Laranja', 'Santa Clara', 'Especial para

Salada' e 'Gaúcho' sob estresse salino (NaCl). A sementeira foi realizada em rolos de papel germitest umedecidos com as soluções nas concentrações de: 0,0 (água destilada - controle) e NaCl -0,6 MPa, e mantidas em germinador à temperatura de 20-30°C e fotoperíodo de oito horas, por 14 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, no arranjo fatorial 6 x 2 (lotes x potenciais osmóticos). Foram analisados: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e de raiz, e massa fresca e seca das plântulas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando necessário o teste de Tukey *a posteriori* para comparação entre as médias dos tratamentos em nível de 5% de probabilidade. A solução de cloreto de sódio determinou decréscimo na qualidade fisiológica das sementes dos genótipos menos resistentes à salinidade. Os cultivares Cereja Carolina e Gaúcho apresentam maior vigor e maior tolerância ao estresse salino.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, germinação, potencial osmótico.

EVALUATION OF TOLERANCE TO SALINE STRESS DURING GERMINATION OF CHERRY TOMATO AND SALAD GENOTYPES

ABSTRACT: In Brazil, some types of soil have high concentrations of salts, which cause toxicity to plants and affect seed germination. Species and genotypes respond differently to saline stress conditions, so that the study of the physiological response of germination under saline stress can generate information on tomato genotypes potentially resistant to stress. Thus, the objective was to study the germination and initial growth of seedlings of six tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum*): 'Cereja Carolina', 'Cereja Samambaia', 'Cereja Laranja', 'Santa Clara', 'Especial para Salada' and 'Gaúcho' under saline stress (NaCl). Sowing was carried out in germitest paper rolls moistened with solutions at concentrations of: 0.0 (distilled water - control) and NaCl -0.6 MPa, and kept in a germinator at a temperature of 20-30°C and a photoperiod of eight hours, for 14 days. The design used was completely randomized, in a 6 x 2 factorial arrangement (lots x osmotic potentials). The following parameters were analyzed: germination, germination speed index, shoot and root length, and fresh and dry mass of seedlings. The data were subjected to analysis of variance using the F test and, when necessary, the Tukey test *a posteriori* for comparison between the means of the treatments at a 5% probability level. The sodium chloride solution determined a decrease in the physiological quality of the seeds of the less salinity resistant genotypes. The cultivars Cereja Carolina and Gaúcho have greater vigor and greater tolerance to saline stress.

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum* Mill, germination, osmotic potential.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de tomate tem alto valor comercial. De acordo com dados da FAO, o Brasil ocupa a 9ª posição na produção de tomate em nível mundial (2,5%), liderado pela China, Índia e Estados Unidos. Dados recentes indicam que a área de cultivo no país somou 61,6 mil ha, rendimento próximo de 68,3 t./ha e produção de 4,2 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Em termos de produção e consumo ocupa a segunda posição dentre as hortaliças, sendo que a maior parte da colheita se destina ao consumo *in natura* e o restante à agroindústria (FILGUEIRA, 2008), para produção de suco, molho, pasta ou

fruto desidratado. O tomate é rico em ácido fólico, vitaminas C, E e K, potássio e flavonóides e carotenóides, destacando-se o licopeno (FONTES; SILVA, 2005).

O Espírito Santo é tradicional produtor desta hortaliça, com utilização de duas épocas distintas de plantio: a “de verão”, realizada nas regiões de montanhas da área cultivada; e a “de inverno”, naturalmente realizada nas regiões quentes. Os cultivares mais plantadas são longa vida, italiano, cereja e salada (CEASA, 2013).

A salinização dos solos aráveis está aumentando em todo o mundo, e isso tem ameaçado a produtividade da maioria das espécies de plantas cultivadas nessas áreas (FAROOQ et al., 2017). As áreas de maior grau de degradação das terras, assim como as regiões semiáridas do Brasil, são classificadas como núcleos de desertificação (PEREZ-MARIN et al., 2012), os quais já englobam parte do território do norte do Estado do Espírito Santo (SILVA et al., 2016).

O alto nível de estresse hídrico e salino (especialmente induzido por NaCl) tem sido o fator ambiental mais importante limitando a produção de plantas em aproximadamente 20% das áreas de cultivo irrigadas em todo o mundo (SYTAR et al., 2017). Esta problemática está associada a protocolos inadequado de fertilização dos solos e à fertirrigação quando associadas à deficiência de sistema adequado para a drenagem.

A presença de cloreto de sódio (NaCl), é um dos mais importantes fatores de estresse abiótico, uma vez que afeta diversos aspectos da fisiologia e bioquímica das plantas e compromete seu crescimento (DEUNER et al., 2011). A salinização dos solos ocorre com o acúmulo de determinadas espécies iônicas, sendo o Na⁺ e Cl⁻ os íons mais frequentes; a predominância desses íons no meio de crescimento radicular pode causar toxidez quando eles se acumulam nos tecidos vegetais, e acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento (NOBRE et al., 2010). Em grande parte, o sucesso no processo germinativo é dependente do movimento de água através dos tecidos que envolvem a semente. Logo, a presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, restringindo a captação de água pela semente.

A redução do vigor é um dos primeiros sintomas de toxidez à salinidade (LOPES; MACEDO, 2008). Em condições de estresse salino, o acúmulo de NaCl a partir da embebição das sementes ocasiona o rompimento das camadas tegumentares e causa danos ao embrião, podendo levar à morte das sementes (FREITAS et al., 2013).

Estudo apontam a necessidade de desenvolver estratégias para neutralizar os graves problemas de salinidade e a lixiviação de sais no solo (DONG et al., 2018). Em paralelo, há um crescente interesse em investigar a resposta fisiológica diferencial das espécies, variedades e genótipos que apresentam maior tolerância ou plasticidade fenotípica em condições de estresses.

O estudo dos efeitos da salinidade na fisiologia dos vegetais fornece informações necessárias à seleção de plantas resistentes e o entendimento básico dos efeitos desse

estresse no crescimento e desenvolvimento das plantas (LIMA et al., 2004).

Em se tratando da fisiologia de sementes, testes de vigor podem ser usados para identificar diferenças no desempenho de lotes de sementes e, assim, destacar lotes com maior eficiência no estande sob ampla faixa de condições ambientais (MARCOS FILHO et al., 2009). O vigor avalia a uniformidade de germinação, o crescimento das plântulas, emergência em condições desfavoráveis - um lote vigoroso é capaz de germinar bem e apresentar um bom desempenho mesmo em condições ambientais desfavoráveis (ISTA, 2012). Ao considerar, portanto, o vigor de sementes de diferentes genótipos sob condição de estresse salino, podemos inferir sobre quais serão mais aptos ao plantio em condições ambientais adversas.

De modo geral, o estresse por salinidade no solo pode ser simulado artificialmente com a embebição de sementes em solução com potencial osmótico mais negativo, que induz à redução da velocidade e/ou porcentagem de germinação da formação de plântulas, e o aumento da porcentagem de sementes mortas (OLIVEIRA et al., 2014). Assim, a fim de gerar informações sobre genótipos de tomate potencialmente resistentes ao estresse salino, além do entendimento básico dos efeitos desse estresse na germinação, buscou-se avaliar o efeito da salinidade na germinação e o vigor de sementes de seis genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES, utilizando-se seis genótipos ('Cereja Carolina'; 'Cereja Samambaia', 'Cereja Laranja', 'Santa Clara', 'Especial para Salada' e 'Gaúcho') de tomate (*Lycopersicon esculentum*) em água (0,0 MPa) e sob estresse salino com NaCl (-0,6 MPa). O potencial osmótico da solução de NaCl foi calculado segundo a equação de Van't Hoff.

De acordo com Brasil (2009), foram avaliados:

Germinação - foi realizada em câmara de germinação do tipo BOD, sob temperatura de 25 °C e luz constante. A semeadura foi feita em rolos de papel tipo germitest umedecidos com quantidade de solução equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, com quatro repetições de 25 sementes. A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente, durante 14 dias (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi determinado concomitantemente com o teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que apresentarem protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 2 mm. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962).

Comprimento da parte aérea - foi avaliado após 14 dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o coleto e o ápice

apical do hipocótilo de cada plântula e o resultado expresso em cm planta⁻¹.

Comprimento da raiz - foi obtido pela medida tomada entre o coleto da plântula e o ápice radicular da maior raiz e os resultados foram expressos em cm planta⁻¹.

Massas seca das plântulas - foram determinadas após 14 dias da sementeira. As plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 72 °C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em dessecador com sílica e a seguir pesadas em balança analítica (0,0001 g), e os resultados expressos em mg planta⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2 (genótipos x potenciais osmóticos), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando necessário o teste de Tukey *a posteriori* para comparação entre as médias dos tratamentos em nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software R (R Core Team, 2022).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivares de tomate Cereja Carolina (G1), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6) apresentaram maiores médias de porcentagem de germinação tanto para o meio salino quanto embebidas em água, sendo mais tolerantes a salinidade durante a germinação (Tabela 1).

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)
G1	96 aA	84 Aa
G2	67 bA	10 Cb
G3	52 bA	43 Ba
G4	27 cA	29 bA
G5	86 aA	76 aA
G6	89 aA	87 aA
CV%	13,75	

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Porcentagem de germinação (G%) de sementes de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

De forma geral as sementes sob condições de estresse apresentam o índice de velocidade de germinação (IVG) mais baixo, reduzindo assim seu vigor. Os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6), contudo, mantiveram-se vigorosas (Tabela 2). O teste de velocidade de germinação é usado como uma complementação dos resultados

obtidos na germinação, evidenciando melhor qualidade fisiológica da semente. A salinidade provoca redução do potencial hídrico do solo, reduzindo a baixa capacidade de absorção de água pelas sementes. O alto teor de sais, especialmente, de cloreto de sódio (NaCl), pode inibir a germinação devido à diminuição do potencial osmótico, ocasionando prejuízos às demais fases do processo (LIMA et al., 2005).

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)	Média
G1	7,900	6,744	7,322 a
G2	3,350	3,282	3,316 c
G3	1,662	1,327	1,495 d
G4	2,125	2,280	2,203 cd
G5	6,301	5,409	5,855 b
G6	7,021	6,603	6,812 ab
Média	4,727 A	4,274 B	
CV%	16,79		

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

Para os genótipos de tomateiro avaliados, contudo, não houve diferença de comprimento da parte aérea entre as plântulas que germinaram em água (1,819 cm) e sob estresse por NaCl (1,984 cm). Observa-se, contudo, que novamente os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6) apresentaram melhor desempenho (Tabela 3).

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)	Média
G1	2,875	2,830	2,853 a
G2	1,718	2,495	2,106 b
G3	0,625	0,790	0,708 c
G4	0,848	0,618	0,733 c
G5	2,150	2,270	2,210 b
G6	2,695	2,900	2,798 a
Média	1,819 A	1,984 A	
CV%	17,07		

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Comprimento parte aérea (cm) de sementes de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

Quanto ao desempenho do sistema radicular, observou-se o efeito negativo da salinidade no crescimento das raízes. Tanto em água quanto em meio salino, os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6) apresentaram melhor desempenho. As plântulas do genótipo 6 tiveram, inclusive, maior desenvolvimento da raiz sob salinidade (2,363 cm) em detrimento das plântulas que germinaram em água (1,758 cm) (Tabela 4).

Segundo Arruda et al. (2002) plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, que tendem a reduzir a quantidade de água e nutrientes absorvidos e como consequência, a capacidade das plantas crescerem e desenvolverem é afetada negativamente. Borsani et al. (2001) verificaram alta redução no crescimento da raiz de tomate quando expostas a salinidade durante dois dias. O modo o qual o estresse salino irá afetar a planta vai depender da tolerância de cada cultivar a salinidade. Segundo Guimarães et al. (2013), o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento radicular se deve, em parte, ao fato das raízes ficarem em contato direto com os sais do meio.

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)
G1	2,763 aA	1,605 aB
G2	0,585 cB	1,168 bcA
G3	0,47 cA	0,260 dA
G4	0,265 cA	0,198 dA
G5	0,58 cA	0,538 cdA
G6	1,758 bB	2,363 aA
CV%	35,84	

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Comprimento da raiz (cm) de plântulas oriundas de sementes de TOMATE das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

Com relação a massa seca das plântulas, os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6) apresentaram maior massa independente do estresse (Tabela 5). Agong et al. (2003), afirmou que a habilidade de um genótipo não apresentar diminuição extrema na produção de biomassa sob salinidade pode ser um critério importante para a avaliação da tolerância à salinidade. Desta forma, evidencia-se que tais genótipos apresentam sementes de maior vigor, e maior tolerância ao estresse salino para a germinação.

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)	Média
G1	2,763	1,605	13,0 a
G2	0,585	1,168	10,6 ab
G3	0,470	0,260	03,5 c
G4	0,265	0,198	03,8 c
G5	0,580	0,538	09,8 b
G6	1,758	2,363	13,4 a
Média	0,0088 A	0,0092 A	
CV%	21,4		

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Massa seca (mg) de plântulas de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

4 | CONCLUSÃO

Sementes dos cultivares Cereja Carolina e Gaúcho são mais vigorosas e mais tolerantes ao estresse salino durante a germinação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento de instalações e equipamentos disponibilizados à pesquisa; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de doutorado; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro e bolsas de produtividade em pesquisa aos dois últimos autores e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

REFERÊNCIAS

AGONG, S.G.; KINGETSU, M.; YOSHIDA, Y.; YAZAWA, S.; MATSUDA, M. Response of tomato genotypes to induced salt stress. **African Crop Science Journal**, v. 11, n. 2, p. 133-142, 2003.

ARRUDA, F. D.; ANDRADE, A. D.; SILVA, I. D.; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.

BORSANI, O.; CUARTERO, J.; FERNÁNDEZ, J. A.; VALPUESTA, V.; BOTELLA, M. A. Identification of two loci in tomato reveals distinct mechanisms for salt tolerance. **The Plant Cell**, v. 13, n. 4, p. 873-887, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CEASA - Centrais de Abastecimento do Espírito Santo. 2013, 14 de janeiro. **Preço do tomate no mercado da Ceasa/ES está favorável para o consumidor.** Disponível em <http://www.ceasa.es.gov.br/?p=2163>.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento. – v. 1 (2016). - Brasília: Conab, 2016- Irregular Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> ISSN: 2448-3710 Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento. – v. 1 (2016-). - Brasília: Conab, 2016- Irregular Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> ISSN: 2448-3710

DEUNER, C.; MAIA, M. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011.

DONG, Q.; YANG, Y.; ZHANG, T.; ZHOU, L.; HE, J.; CHAU, H.; ZOU, Y.; HAO, F. Impacts of ridge with plastic mulch-furrow irrigation on soil salinity, spring maize yield and water use efficiency in an arid saline area. **Agricultural Water Management**, v. 2001, p. 268-277, 2018.

FAROOQ, M.; GOGOI, N.; HUSSAIN, M.; BARTHAKUR, S.; PAUL, S.; BHARADWAJ, N.; MIGDADI, H. M.; ALGHAMDI, S. S.; SIDDIQUE, K. H. M. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, p. 199-217, 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed.Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2005. cap. 29, p. 457–475.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; MENGARDA, L. H. G.; VENANCIO, L. P. CALDEIRA, M. V. W. Superação da dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 01-05, 2013.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 137-142, 2013.

ISTA - International Seed Testing Association. 2012. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 117p.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A. et al. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz, **Revista Bragantia**, v. 63, n.3, p. 84-87, 2004.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 54-61, 2005.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 102-112, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

OLIVEIRA, E. A. P. ZUCARELI, C.; PRETE, C. E. C.; ZAMUNER, D. Potencial osmótico do substrato na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de milho doce. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 477-482, 2014.

PEREZ-MARIN, A. D.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINOCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parceria estratégica**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

R CORE TEAM R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2022.

SILVA, I. A. S.; MARANHOLI, H. N.; SILVA, J. C. B. Bases conceituais e abordagens metodológicas sobre o processo de desertificação no Brasil. **REGNE**, v. 2, número especial, 2016.

SYTAR, O.; BRESTIC, M.; ZIVCAK, M.; OLSOVSKA, K.; KOVAR, M.; SHAO, H.; HE, X. Applying hyperspectral imaging to explore natural plant diversity towards improving salt stress tolerance. **Science of the Total Environment**, v. 578, p. 90-99, 2017.

INNOVACIÓN Y OPERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA FISIOLÓGÍA APLICADA A LA AGRICULTURA

Data de aceite: 02/06/2023

Eliezer Cocoltzi Vásquez

Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana

RESUMEN: La innovación y aplicación de tecnología en la práctica agrícola a pequeña y mediana escala tiene diversas áreas de oportunidad, en la presente información documental se proporciona un contexto sobre las principales herramientas y tecnologías empleadas actualmente. La propuesta comprende la utilización del sistema Arduino, que es una plataforma electrónica de código abierto fácil y accesible a bajo costo. Por lo anterior, aquí se plantean dos secciones, una teórica y otra práctica. En la primera sección se encuentra toda la información relacionada con la plataforma Arduino, los sensores y posibles aplicaciones. En la segunda sección se hace el planteamiento de un estudio de caso, aplicando el sistema Arduino a un cultivo en condiciones invernadero, analizando, interpretando y discutiendo la información generada por los sensores. Se determinaron condiciones adecuadas para la producción de plantas y por lo tanto se podrían establecer estrategias para su

aprovechamiento. Finalmente se hace una recapitulación de las herramientas digitales que se pueden emplear en la práctica agrícola.

PALABRAS CLAVE: Arduino, microclima, temperatura, radiación fotosintéticamente activa, programa

ABSTRACT: The innovation and application of technology in agricultural practice on a small and medium scale have various opportunity areas. The information provided here is a context on the main tools and technologies currently used for understanding plant physiology in agronomy. Here it included using the Arduino system, an easy and accessible open-source electronic platform at low cost. Due to the above, two sections are proposed here, one theory and the other practice. In the first section, you will find all the information related to the Arduino platform, the sensors, and possible applications. In the second section, the approach of a case study was made, applying the Arduino system to a crop under greenhouse conditions, analyzing, interpreting, and discussing the information generated by the sensors. The adequate conditions for plant production were determined; therefore, strategies could

be established for their use—finally, a recapitulation of the digital tools that can be used in agricultural practice.

KEYWORDS: Arduino, microclimate, temperature, photosynthetic active radiation, software

INTRODUCCIÓN

La propuesta de innovación surge en el contexto donde. Algunos de los principales cultivos del estado de Veracruz en México son la caña de azúcar, maíz grano, mango, naranja, limón, piña, vainilla y café. Sin embargo, Veracruz ocupa el tercer lugar a nivel de México por la diversidad biológica de su territorio. De acuerdo con el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 se ha identificado una pérdida en las plantaciones de mango y de los cítricos en el estado. Principalmente debido a problemas por la sequía, cambios en ciclos productivos, cosechas y falta de aplicación de tecnologías para determinar adecuada y oportunamente las afectaciones en los cultivos. De allí que la importancia de reconocer estrategias tecnológicas que atiendan las necesidades sociales orientadas a una agricultura sustentable, en el beneficio de la producción agropecuaria y los recursos naturales.

INFRAESTRUCTURA AGROPECUARIA PRINCIPALMENTE UTILIZADA

El estado de Veracruz tiene una gran relevancia en el aspecto agropecuario, forestal y pesquero. Su clima, suelo, dotación de recursos naturales y humanos le permiten practicar esta actividad en casi todo su territorio. Sin embargo, ello no se da en las mejores condiciones, ya que, si bien cuenta con más de 30% de los recursos hidráulicos de México, tiene serios problemas de escasez de agua por insuficiencia de infraestructura hidráulica, hecho que se pone de manifiesto por la baja superficie de riego disponible que sólo cubre 111,315 hectáreas. En Veracruz predomina una agricultura de temporal y bajo rendimiento. Cabe señalar que también cuenta con el mayor número de ejidos en el país y una acentuada parcelación de la tierra, lo que genera problemas de organización y la insuficiencia de los recursos necesarios para el campo (Bada y Rivas 2010).

La actividad agraria requiere de una infraestructura para realizarse. Entre estas destacan las redes de riego, como bolsas, pozos, canales, etc., son fundamentales para el desarrollo del trabajo agrícola. Estas requieren de maquinaria y herramientas para hacerlas posibles, además de mantenimiento recurrente (Barreras 2018). Entre la infraestructura para incrementar el potencial hídrico se encuentran: sistemas de riego tecnificado que consisten en la construcción de sistemas de riego por aspersión, microaspersión y goteo para incrementar la productividad agropecuaria en la zonas bajo riego y bajo temporal (Ramírez et al. 2015).

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AGRÍCOLA

La agricultura ha avanzado con la ciencia y la tecnología, desde la utilización de

herramientas convencionales hasta las instrumentales de última generación permiten asimilar grandes cantidades de datos heterogéneos y proporcionar predicciones fiables de fenómenos complejos e inciertos. Estas herramientas están enfocadas en ayudar a resolver los paradigmas de identificación, clasificación, cuantificación y predicción del estrés en las plantas para generar conocimientos que antes no eran posibles, es decir, obtener resultados procesables en lo que se ha denominado como agricultura digital (Barreras 2018).

Con la innovación y el desarrollo tecnológico se obtiene una ventaja competitiva entre los productores del sector agropecuario, permitiendo obtener mayores rendimientos en la producción al menor costo de producción posible, además de mejorar el producto cosechado. Es por tal motivo que los productores para su desarrollo y competitividad participen en los procesos de innovación de productos nuevos o bien mejorar los existentes para continuar en el mercado, así mismo es necesaria la actualización constante en el desarrollo tecnológico para comprender procesos fisiológicos que desencadenen en producir plantas con mejores características (Ramírez et al. 2015).

La innovación es el resultado de un proceso intensivo de generación de ideas que permitan encontrar nuevas y mejores soluciones a las ya existentes, es un hecho que, a partir de la necesidad de resolver un problema, se originan procesos creativos en paralelo, la creatividad es un elemento fundamental para la innovación. En muchos casos, no es necesario inventar algo desde cero para resolver un problema, sino más bien encontrar los usos adecuados a dispositivos o técnicas que ya han sido inventadas, pero no existía la oportunidad aplicarlos (Hernández-Pérez 2019). Esta lógica se puede aplicar al sector agropecuario, el que ha empezado a adaptar las tecnologías para mejorar las condiciones fisiológicas de las plantas y por tanto mejorar la producción de alimentos, que, en la coyuntura actual de la humanidad, representa una preocupación importante (Chávez et al. 2020). Entre las principales innovaciones en la agricultura se encuentran la acuaponía, agricultura vertical, forraje verde hidropónico, cama profunda, trazabilidad, drones, imágenes satelitales, estaciones meteorológicas, telemática, internet de las cosas, ganadería de precisión y sensores remotos (Ramírez et al. 2015).

La problemática que la humanidad está viviendo en estos momentos, comprende las dificultades de agricultura y la ganadería en continuar al ritmo del intenso crecimiento demográfico para abastecer de alimentos a la población. Algunas prácticas sustentables de agricultura intensiva se han desarrollado para detener la erosión del suelo en las tierras aptas para la agricultura, incluso se han realizado acciones afirmativas para regenerar la salud del suelo y de los ecosistemas manteniendo los rendimientos productivos de la agricultura intensiva, estas iniciativas que integran lo mejor de la agricultura convencional con lo mejor de la agroecología, tienen un muy buen lugar reservado en el escenario actual en el que se demanda un mayor cuidado de los recursos, desde el enfoque sustentable (Flores 2008).

La agricultura moderna tiene sus bases en la difusión, conservación y mejoramiento de los sistemas de producción. La integración entre las nuevas tecnologías disponibles y el

cuidado de los recursos naturales es la mayor necesidad en la agricultura actualmente (FAO SAGARPA 2012). Los procesos de innovación en la actualidad adquieren gran importancia como un elemento diferencial en la competitividad y disminución de la pobreza. Sin embargo, a pesar de los beneficios, en algunos sectores su adopción ha sido lenta principalmente entre las pequeñas unidades rurales que representan el 73% en México (FAO SAGARPA 2012).

Es por ello que, utilizando el sistema Arduino se puede generar una alternativa para entender la interacción de los cultivos con el ambiente desde un punto de vista funcional. La propuesta se divide en dos secciones, una teórica y la otra práctica, donde se muestra un estudio de caso sobre la aplicación del sistema Arduino y su utilidad en la toma de decisiones para obtener planta de calidad para el campo.

AUTOMATIZACIÓN DE LA AGRICULTURA

El conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente permiten una gestión eficiente del uso de la energía además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema. Para poder conseguir las propiedades comentadas anteriormente es necesario que los sistemas recojan la información de su entorno con sensores y dispongan de la lógica para actuar en consecuencia utilizando transductores (Kushner 2011).

Actualmente una opción de estos sistemas consiste en placas Arduino. Las cuales tiene una plataforma de hardware libre creada en 2005, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Al ser Arduino una plataforma de hardware libre tanto su diseño como su distribución puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia. Por eso existen varios tipos de placa oficiales, las creadas por la comunidad Arduino o las no oficiales creadas por terceros, pero con características similares. En la placa Arduino es donde se conectan sensores, actuadores y otros elementos necesarios para comunicarnos con el sistema (Badamasi 2014).

La plataforma Arduino tiene un lenguaje propio que está basado en C/C++ y por ello soporta las funciones del estándar C y algunas de C++. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino como Java. Esto es posible debido a que Arduino se comunica mediante la transmisión de datos en formato serie. El entorno de desarrollo de Arduino es sencillo e intuitivo además puede descargarse gratuitamente desde su página oficial para distintos sistemas operativos (Evans 2011).

Este sistema cuenta con un órgano central de control a disposición de sensores que puedan recoger datos sobre la situación determinada. Dependiendo de estos datos el sistema debe ser capaz de comunicarse con los actuadores. Los dispositivos estarán conectados mediante cables o directamente acoplados a la placa Arduino. Algunos de ellos disponen de librerías que deberemos adjuntar al programa para poder usar las utilidades que contengan

(Lee et al. 2014).

Los sensores que se pueden conectar al Arduino son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en un detector de temperatura resistivo), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor) (Igoe 2011).

Proyectos Arduino aplicados a la agricultura

Debido a la gran oferta de sensores disponibles para Arduino, la aplicación en la agricultura es diversa. Actualmente existen sensores de bajo costo que permiten monitorear las características del agua como potenciómetros. Los sensores colorimétricos podrían permitir el registro del estado de maduración de los frutos, determinando cuantitativamente el punto exacto de maduración a partir del color de frutos como el plátano o el café, por poner un ejemplo; ya que son de los principales cultivos de la región. En sistemas de cultivo, los sensores de Arduino podrían funcionar detectando diversas variables de interés, como son la temperatura y humedad del aire y suelo, radiación e incluso la presencia de polinizadores o plagas asociadas a los cultivos.

Registro de condiciones ambientales en invernadero

Para realizar las mediciones de un grupo de plantas se utilizó la placa Arduino UNO, a la cual se le acoplaron sensores para el registro de las condiciones microclimáticas. Se incluyeron los sensores de temperatura y humedad relativa del aire, radiación, humedad del suelo y reloj. Los sensores se acoplaron a una planta joven de cacao (*Theobroma cacao*). Para realizar el registro de las condiciones se empleó un módulo acoplado a una tarjeta SD para guardar los datos en formato CSV y visualizarlos en Excel. Además, se instaló un módulo LCD para visualizar en tiempo real el registro de los sensores (Figura 1).

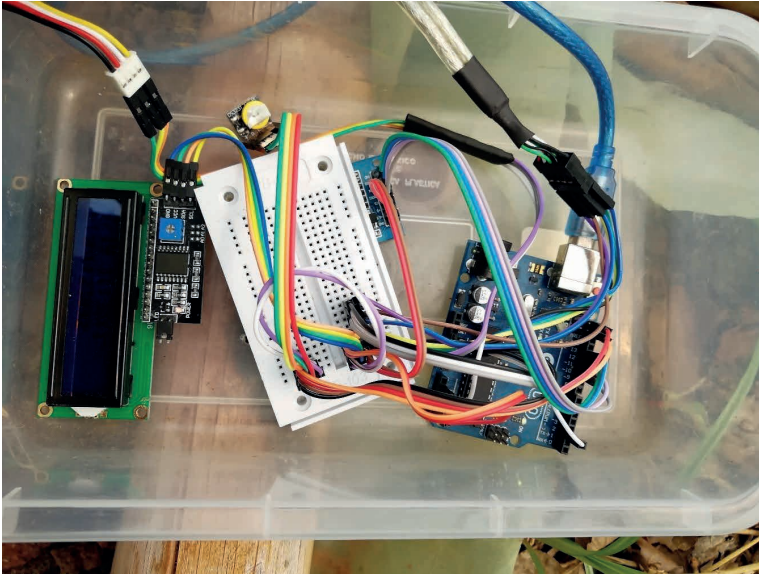


Figura 1. Sistema Arduino con los sensores de condiciones microclimáticas.

Como medida de referencia se empleó una estación de registro automática HOBO, a la que se agregaron sensores de humedad relativa del aire, temperatura y radiación fotosintéticamente activa (RAFA). La RAFA comprende la longitud de onda necesaria para estimular los fotosistemas I y II en las plantas, para así realizar fotosíntesis. La estación HOBO y los sensores acoplados a esta, se consideraron como referencia ya que su precisión en la medición de las condiciones ambientales es mayor a los sensores de Arduino, además de ser casi 20 veces más costoso.

Antes de conectar los sensores de Arduino y HOBO a la planta, esta se regó a capacidad de campo. Las condiciones microclimáticas se registraron durante 4 días, desde el 19/07/2020 al 22/07/2020 (Figura 2). Se graficaron los valores de los sensores, tal como se muestra a continuación.

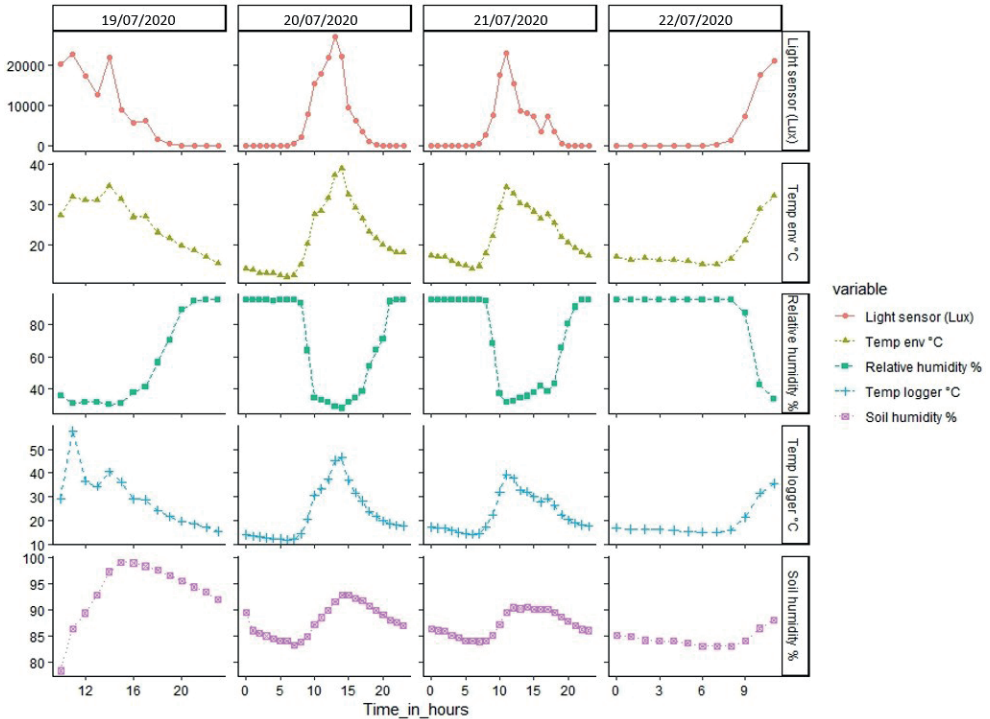


Figura 2. Registro de variables microclimáticas con sistema Arduino

En la parte inferior se puede observar como la variable de humedad relativa del suelo disminuye conforme transcurren los días. A partir de esta información se pueden elaborar un esquema de riego para mantener las raíces de la planta irrigadas adecuadamente. Se puede observar una relación directa entre la cantidad de radiación y la temperatura, sin embargo, la relación es negativa con la humedad relativa del aire, es decir, a mayor radiación, menor humedad. También se registró la temperatura que se encontraba dentro del sistema de medición ya que el reloj, cuenta con un sensor de temperatura, como se puede observar, la temperatura llegó casi a 50 °C, lo que sugiere que el contenedor no es adecuado para su almacenamiento.

Al comparar los resultados entre los sensores Arduino y HOBO de radiación fotosintéticamente activa, se encontró que la correlación en las mediciones fue significativa ($P < 0.0001$) asociado a esto, el coeficiente de correlación fue $R = 0.99$, tal como se muestra en el siguiente gráfico de dispersión (Figura 3). Lo anterior indica que es posible emplear sensores Arduino en vez de sensores HOBO mucho más costosos y de difícil acceso.

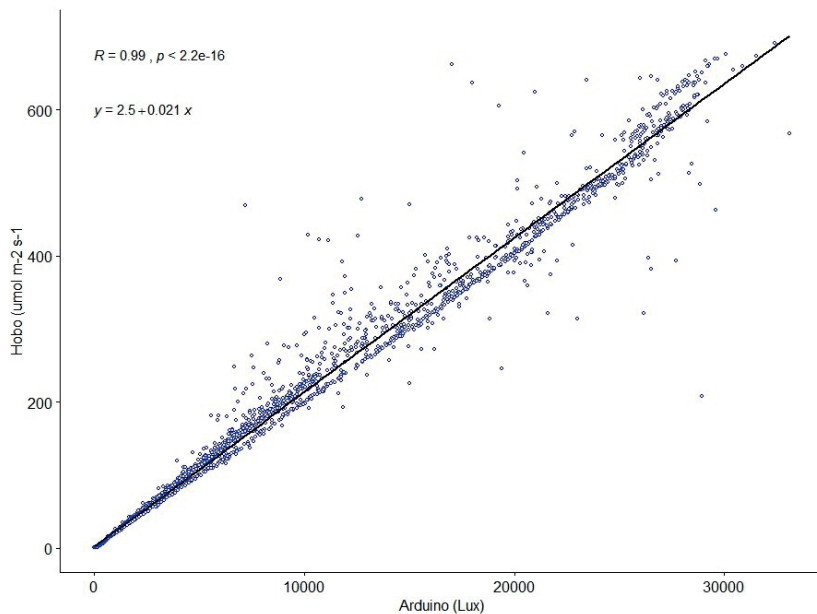


Figura 3. Gráfico de dispersión entre los datos registrados con sensores de Arduino y HOB0.

Una vez realizadas estas mediciones, se construyeron dos estaciones de registro basadas en Arduino con sensores de RAFA, temperatura y humedad relativa del aire (Figura 4). Las estaciones se colocaron en sitios opuestos en un invernadero, con el fin de determinar potenciales zonas microclimáticas en su interior.

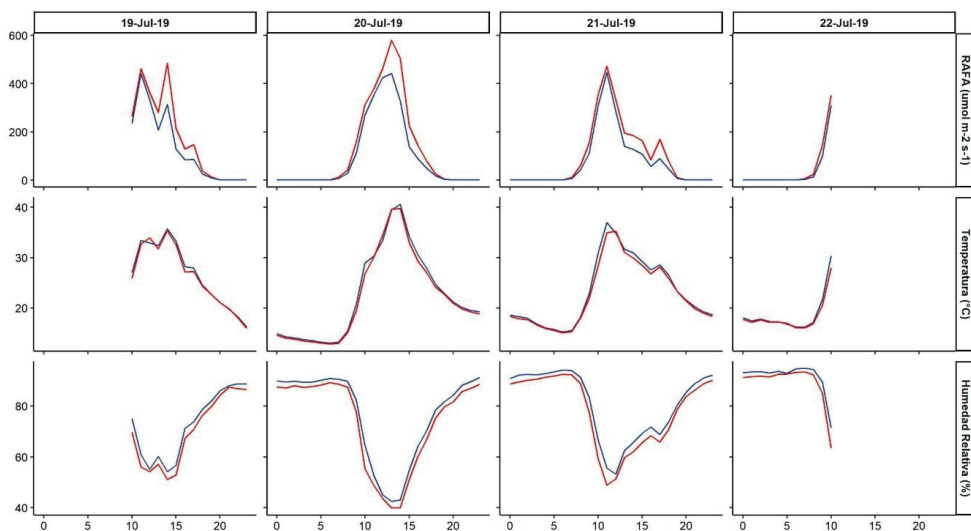


Figura 4. Registro de condiciones microclimáticas en dos secciones de invernadero

Al analizar las dos secciones del invernadero se determinó que las condiciones fueron significativamente diferentes en RAFA ($t = 6.32$, $P < 0.01$), temperatura del aire ($t = 3.23$, $P < 0.0001$) y humedad relativa del aire ($t = 2.31$, $P < 0.001$). Los atributos de las plantas también presentaron un patrón en su estructura, derivado de las dos zonas en el invernadero. Las plantas que crecieron en condiciones de mayor RAFA presentaron un mayor número de hojas, pero fueron plantas de menor tamaño; mientras que en sitio donde el RAFA fue menor las plantas presentaron mayor tamaño, pero menor número de hojas.

Con base en un ejercicio como este, se pueden identificar patrones ambientales a un nivel tan fino que permiten obtener plantas con la calidad adecuada para su producción agroindustrial. Ya que el principal criterio para considerar a las plantas listas para sacarlas de invernadero y ubicarlas en condiciones de campo es su altura, con la información recabada se puede modificar la incidencia lumínica para obtener plantas con las características deseadas en menor tiempo. De esta manera con el sistema Arduino se realizó un diseño que se podría implementar como una estrategia educativa para vincular a los estudiantes con su entorno, con competencias para establecer relaciones en un ambiente agrícola, identificando problemas, sus multi-relaciones y sus multi-causalidades. Con este ejercicio se buscará en los estudiantes la generación de soluciones con base en procesos organización y gestión, además de generar aprendizajes que detonen en prácticas transformadoras del entorno agrícola.

CONCLUSIONES

Esta propuesta busca dar una alternativa una base en software y electrónica que le permitirá tener la confianza suficiente para construir el hardware apropiado, desarrollar o corregir scripts simples. Permitirá crear, evaluar críticamente y encargar hardware y software, enfocado a solucionar problemas agrícolas.

El desarrollo de tecnologías basadas en Arduino aborda los siguientes temas: 1) Diseño y desarrollo de software, 2) principios de la electrónica, 3) diseño y construcción de circuitos electrónicos, 4) circuitos de interfaz a microcontroladores para control y adquisición de datos, 5) procesamiento y visualización de datos. Comprendiendo la aplicación de software y electrónica en sistemas agrícolas para entender las respuestas fisiológicas de las plantas.

REFERENCIAS

Bada, C. L. M., y T. L. A. Rivas. 2010. Los clusters agroindustriales en el estado de Veracruz. *Investigación administrativa* 39:73-100.

Badamasi, Y. A. 2014. The working principle of an Arduino. IEEE, New Zealand.

Barreras, I. Z. 2018. El desarrollo tecnológico y la innovación como ente principal de competitividad en las empresas del sector agropecuario en el municipio de Angostura, Sinaloa. *Revista Mexicana de Agronegocios* 42:867-877.

Chávez, C., I. Limón-Jiménez, B. Espinoza-Alcántara, J. A. López-Hernández, E. Bárcenas-Ferruzca, y J. Trejo-Alonso. 2020. Water-use efficiency and productivity improvements in surface irrigation systems. *Agronomy* **10**:1759.

Evans, B. 2011. *Beginning Arduino Programming*. Springer, New York.

FAO SAGARPA. 2012. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012. SEDESOL **1**:1-35.

Flores, S. M. L. 2008. ¿Es posible hablar de un trabajo decente en la agricultura moderno- empresarial en México? *El cotidiano* **23**:25-33.

Hernández-Pérez, J. L. 2019. Sistema de innovación agrícola como estrategia de competitividad de los productores sonorenses en el contexto del TLCAN. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* **29**:1-35.

Igoe, T. 2011. *Making things talk: Using sensors, networks, and Arduino to see, hear, and feel your world*. O'Reilly Media, Inc., New York.

Kushner, D. 2011. The making of arduino. *IEEE spectrum* **26**:1-36.

Lee, S., J. Jo, Y. Kim, y H. Stephen. 2014. *A framework for environmental monitoring with Arduino-based sensors using Restful web service*. IEEE, New York.

Ramírez, M. I., R. B. Ruilova, y M. J. Garzón. 2015. *Innovación Tecnológica en el sector Agropecuario*. Machala: Ecuador.

DETERMINACIÓN DE ÁREAS CON APTITUD EDAFOCLIMÁTICA PARA ESTABLECER PLANTACIONES DE KIRI (*Paulownia tomentosa*) EN TABASCO

Data de aceite: 02/06/2023

Agrícola Arrieta Rivera

Tecnológico Nacional de México/
IT de la Zona Olmeca. Prolongación
Ignacio Zaragoza S/N, C.P. 86270. Villa
Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

Karina Cristhel Castañón Cruz

Tecnológico Nacional de México/
IT de la Zona Olmeca. Prolongación
Ignacio Zaragoza S/N, C.P. 86270. Villa
Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco, México.

Lorenzo Armando Aceves Navarro

Colegio de Postgraduados - Campus
Tabasco, Periférico Carlos A. Molina
S/N, C.P. 86500. H. Cárdenas, Tabasco,
México.

áreas potenciales para su cultivo. Como resultado de este estudio, se encontró que el estado de Tabasco solo cuenta con zonas moderadamente aptas para el cultivo del Kiri (*Paulownia tomentosa*), que corresponde al en aproximadamente el 15 % de su superficie. El principal factor climático limitante es la excesiva precipitación. En la subregión de “Los Ríos” se concentra el 83.87 % del área moderadamente apta para esta especie. Siendo los municipios de Balancán y Tenosique; los que presentan la mayor superficie para su establecimiento.

PALABRAS CLAVE: *Zonificación agroecológica, requerimientos biofísicos, silvicultura*

RESUMEN: El presente trabajo tuvo como objetivo identificar las zonas con aptitud edafoclimática para el establecimiento del cultivo de Kiri (*Paulownia tomentosa*); que permita la toma de decisiones para establecer este cultivo forestal en el estado de Tabasco. Con este propósito, se utilizaron datos de suelos y clima del estado de Tabasco; que se compararon con los requerimientos de suelos y climas del árbol del Kiri. Se generaron los mapas correspondientes de las diferentes

INTRODUCCIÓN

El género *Paulownia* comprende un total de 9 especies y unos pocos híbridos que son nativos de China. Entre las especies de este género destacan *P. albiphloea*, *P. australis*, *P. catalpifolia*, *P. elongata*, *P. fargesii*, *P. fortunei*, *P. kawakamii* y *P. tomentosa* (ZhaoHua et al., 1986). Todas estas especies crecen tanto en forma silvestre como cultivada, en

muchas partes del mundo, no obstante, es predominantemente en China, Japón y todo el sudeste asiático de forma general. Aunque ya se encuentra en Europa, norte y centro América y de igual manera en Australia. Esta amplia distribución es justificada debido a la facilidad de adaptación de este género a variadas condiciones edáficas y climáticas. La mayoría de las especies de *Paulownia* presentan preferencia por suelos con buen drenaje, debido a las características de sus raíces. Las características que han llevado a este árbol a ser uno de los árboles más utilizados en silvicultura y uno de los principales focos de investigaciones agroforestales son principalmente; su madera ligera pero fuerte, baja densidad, lo que facilita un secado muy rápido, con un corte muy vistoso. No se dobla ni se agrieta, por lo que es útil en la fabricación de muebles, embarcaciones, juguetes, madera contrachapada y cajas. Actualmente, en el estado de Tabasco no cuenta con un estudio de zonificación agroecológica para identificar las áreas con el potencial para el establecimiento de plantaciones de *Paulownia tomentosa*, por lo que los objetivos del presente estudio fueron: 1) determinar las zonas con potencial agroecológico para el cultivo del Kiri (*Paulownia tomentosa*) que permita en un proceso de planeación, la toma de decisiones para decidir donde establecer este cultivo en el estado de Tabasco. 2) obtener la superficie por municipio con su grado de aptitud edafo-agroclimático para el establecimiento del cultivo de *Paulownia tomentosa* en el estado de Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El estado de Tabasco se encuentra ubicado en el sureste de México, su amplitud abarca desde las altas llanuras costeras del golfo hasta llegar a las serranías del estado de Chiapas y parte de Guatemala, se localiza entre las latitudes 18°38' y 17°15' N y las longitudes -90°38' y -94°07' W; Y consta de una superficie de 25,267 km².

Requerimientos de clima y suelo del Kiri. Para determinar las zonas con el potencial productivo del Kiri, fue necesario identificar las variables que guardan relación directa con el rendimiento de este cultivo, como lo es la temperatura, precipitación y algunas propiedades de los suelos. Para poder determinar las zonas con potencial agroecológico se tomaron los valores establecidos en la base de datos de Ecocrop, (2007). (Cuadro 1).

Variable	Óptimo		Absoluto	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura promedio anual	24	30	15	34
Precipitación total anual	700	1600	500	2000
Elevación	---	---	---	1800
Profundidad del suelo	Profundo con >> 150 cm		Somero (20 a 50 cm)	
Textura del suelo	Mediana a ligera		Mediana a ligera	
Salinidad del suelo	Baja (< 4 dS/m)		Baja (< 4 dS/m)	
Drenaje del suelo	Buen drenaje		Buen drenaje	
Fertilidad del suelo	Moderada		Baja	
P ^H del suelo	5.5	7.7	4.5	8
Intensidad de luz	Muy brillante	Muy brillante	Muy brillante	Cielos despejados

Cuadro 1. Requerimientos edafoclimáticos óptimos y absolutos de *Paulownia tomentosa* (Ecocrop, 2007).

Recopilación de datos climáticos. Se seleccionaron de la Base de Datos Climatológica Nacional (Sistema CLICOM), 35 estaciones climatológicas dentro del estado de Tabasco, en base a su distribución geográfica y años de registro de datos históricos de temperatura y precipitación (SMN, 2021). De esta base de datos se recopiló la información de las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación para las 35 estaciones selectas; información requerida para la elaboración de los mapas de temperatura y precipitación.

Recopilación de los datos de suelo. Para la información de suelo, se identificaron los grupos de suelos existentes en el estado de Tabasco; a partir de los datos digitales de los tipos y clases de suelos de Tabasco reportados por Palma-López *et al.* (2017) a escala 1:250,000. Posteriormente a cada grupo se le asignó una clasificación ordinal (1, 2 y 3), donde 1 = Apto, 2 = Moderadamente Apto y 3 = No Apto, de acuerdo a los requerimientos del Cuadro 1; lo cual representa las aptitudes edáficas que el cultivo de *Paulownia tomentosa* requiere para su óptimo desarrollo.

Zonificación. El propósito de zonificar un cultivo, es la planificación del uso de recursos rurales, es separar áreas con similares potencialidades y limitaciones para el desarrollo de dicho cultivo FAO, (1994). La zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Se centra en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan (FAO, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aptitud climática (temperatura y precipitación). En el caso de la temperatura, toda la superficie del estado de Tabasco es Apta para el establecimiento del Kiri. No así la precipitación, debido a que el rango óptimo va de 700 mm a 1600 mm (Cuadro 1). Por lo que prácticamente no existen áreas óptimas para el Kiri en Tabasco desde el punto de vista climático, ya que son muy escasas las localidades con menos de 1600 mm anuales.

Aptitud edáfica. Al comparar los requerimientos de suelo del Kiri que se muestran en el Cuadro 1, con las características de los tipos y clases de suelos existentes en el estado de Tabasco; permitió clasificarlos en 3 clases que en el mapa de la Figura 1 se identifican por color verde para los suelos Aptos; en amarillo para los suelos Moderadamente Aptos; y en rojo, para los suelos No Aptos. De esta manera, el mapa de la Figura 1, desarrollado con el programa QGIS, muestra las áreas con aptitudes edáficas que el cultivo de *Paulownia tomentosa* requiere para su óptimo desarrollo.

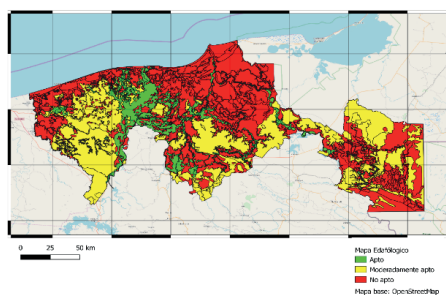


Figura 1. Mapa de las zonas con aptitud edafológica para el establecimiento de plantaciones del Kiri (*Paulownia tomentosa*) en el estado de Tabasco, México. Escala 1:250000

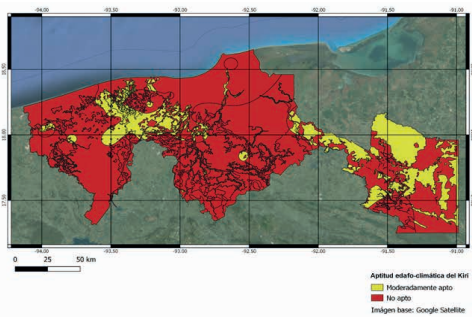


Figura 2. Mapa de las zonas con aptitud edafoclimática para el establecimiento de plantaciones de *Paulownia tomentosa* en el estado de Tabasco, México. Escala 1:250000

La Figura 2, muestra que en la mayoría de la superficie del estado de Tabasco las condiciones edafoclimáticas no son aptas para el establecimiento del cultivo del Kiri. Solo existen áreas moderadamente aptas, donde el factor ambiental limitante para el potencial productivo éste árbol es la precipitación total anual. De esta manera, el estado de Tabasco cuenta con 381,534.7 ha con el potencial moderadamente apto en donde el mayor porcentaje de esa superficie se ubica en los municipios de la subregión de los Ríos; con el 83.87 % del total; (319,984.9 ha) siendo el municipio de Balancán el que presenta la mayor superficie (189, 542.2 ha) equivalente al 49.7 % de la superficie moderadamente apta total (Figura 2).

CONCLUSIONES

No existen en Tabasco áreas aptas para el establecimiento del Kiri (*Paulownia tomentosa*) debido a que la precipitación total anual es el principal factor limitante. Solo existen áreas moderadamente aptas que representan solo el 15.1 % del total de la superficie del estado y se concentran principalmente en los 4 municipios que integran la subregión de los Ríos con casi el 84 % del área moderadamente apta total.

REFERENCIAS

- Ecocrop. (2007). The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Versión 1.0. Agls. Disponible en: www.gaez.fao.org/pages/ecocrop
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1994). Zonificación Agro-ecológica, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos Boletín de Suelos número 73, Dirección de Fomento de Tierras y Aguas.
- Palma-López D. J., Jiménez Ramírez R., Zavala-Cruz J., Bautista-Zuñiga F., Gavi Reyes F. y Palma-Cancino D. Y. (2017). Actualización de la clasificación de suelos de Tabasco, México. *Agroproductividad*, Vol. 10(12): 29-35.
- SMN. (Servicio Meteorológico Nacional). 2021. Climatología. Disponible en: www.smn.conagua.gob.mx/es/climatologia
- Zhaohua Z. 1986. Paulownia: Cultivation and Utilization in China. Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Center, Singapore.

ARIADNA FARIA VIEIRA - Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Atualmente é docente do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Possui experiência em Genética e Melhoramento de plantas e atua no desenvolvimento de pesquisas na área de melhoramento e fitotecnia.

LEONARDO FRANÇA DA SILVA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Atualmente, é pesquisador de Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV. Além de ser aluno de pós graduação lato sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia de Produção. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA - Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. É atualmente pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência.

A

Arduino 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

B

Bovinocultura 2

C

Compost barn 2, 3, 6, 10, 11

F

Free stall 2, 3, 4, 11

G

Germinação 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

L

Leite 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11

M

Microclima 3, 37

P

Potencial osmótico 28, 30, 32, 36

Programa 10, 14, 17, 23, 27, 37, 40, 50

R

Radiación fotosintéticamente activa 37, 42, 43

Requerimientos biofísicos 47

S

Silvicultura 47, 48

Sistemas de confinamiento 3, 9

T

Temperatura 28, 30, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50

Z

Zonificación agroecológica 47, 48

CIENCIAS AGRARIAS.

Debates emblemáticos y situación perenne

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



 **Atena**
Editora
Ano 2023

CIENCIAS AGRARIAS.

Debates emblemáticos y situación perenne

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



 **Atena**
Editora
Ano 2023