

Estrategias de transformación digital en el ámbito agroalimentario, estudio de caso: Valle de Tecomán, Colima, México

Digital transformation strategies in the agri-food field, case study: Valle de Tecomán, Colima, Mexico.

Oscar Mares Bañuelos ¹, Hugo Martín Moreno Zacarías ², Arquímedes Arcega Ponce ³, Enrique Macías Calleros ⁴, Alfredo Salvador Cárdenas Villalpando ⁵

^{1,2,3,4,5} Universidad de Colima, Facultad de Contabilidad y Administración campus Tecomán, Km 40.1 autopista Colima-Manzanillo, La Estación, Tecomán, Colima, 28930. México.

¹oscar_mares@uocol.mx, ²hugmor@uocol.mx, ³pime@uocol.mx, ⁴enrique_macias@uocol.mx, ⁵alfredo_salvador@uocol.mx

Fecha de recepción: 22 de noviembre de 2022

Fecha de aceptación: 22 de marzo de 2023

Resumen. El estudio versa sobre la integración de voluntades entre pequeños productores, Universidad de Colima, Cluster de las TI Colima A.C. y el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) mediante la intervención de un cultivo de plátano macho de 1.6 hectáreas sembradas en densidad media con aproximadamente 1800 plantas, en el municipio de Tecomán, Colima, México, mediante un procedimiento de análisis descriptivo, inductivo, experimental y longitudinal en el tiempo, se documentan tecnologías utilizadas en análisis de fertilidad del suelo y análisis satelital de cultivos. El estudio adquiere vital relevancia en el contexto de la seguridad alimentaria, el post covid y la presente guerra comercial de Rusia y Ucrania.

Palabras clave: Transformación digital, Clúster TI, Análisis satelital, Fertilidad de suelos, Seguridad alimentaria.

Summary. The study deals with the integration of wills among small producers, University of Colima, Cluster de las TI Colima A.C. and the INIFAP (National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research) through the intervention of a plantain crop of 1.6 hectares planted in medium density with approximately 1800 plants, in the municipality of Tecomán, Colima, Mexico, through an analysis procedure descriptive, inductive, experimental and longitudinal in time, technologies used in soil fertility analysis and satellite analysis of crops are documented. The study acquires vital relevance in the context of food security, post-covid and the current trade war between Russia and Ukraine.

Keywords: Digital transformation, IT Cluster, Satellite analysis, Soil fertility, Food security.

1 Introducción

La presente investigación analiza las variables de fertilidad de suelos contrastando dos estudios realizados sobre un cultivo de plátano macho de 1.6 hectáreas en una comunidad pequeños propietarios en Cofradía de Morelos, poblado del municipio de Tecomán, Colima, México. Dicho estudio ha sido planeado bajo un proyecto que aplica enfoques clusterizados de triple hélice. Se documenta la gestión de dos intervenciones con la participación del Cluster TI Colima A.C., el Cuerpo Académico UCOL-CA-111 de la Universidad de Colima, que tomando en consideración la importancia estratégica de la seguridad alimentaria, se ha enfocado el esfuerzo en desplegar este proyecto de transformación digital utilizando TI y estudios clásicos de carácter físico-químico en la parcela antes descrita. En este contexto, se considera pues de relevancia el apoyo a la seguridad alimentaria con estrategias de transformación digital [1] que se describen más adelante a detalle. Cobran de esta manera especial interés social debido a la recuperación post covid y a la situación de guerra comercial entre Rusia y Ucrania. El cuerpo académico ha visitado y censado los cultivos de esta región y para el estudio se ha considerado a un pequeño propietario, con 1800 plantas de plátano macho. En estudios posteriores se analizarán 720 plantas de limón y otras más de 3,200 plantas de plátano enano gigante. En este contexto tanto el Cluster de las TI Colima A.C. y el INIFAP han tenido la voluntad tecnológica y administrativa de colaborar en el proyecto, pues representa una forma de integrar las tecnologías en los dos tipos de estudios y de tener la oportunidad de hacer los contrastes necesarios para obtener conocimiento adicional sobre los resultados de fertilidad de suelo y la producción de estos cultivos [2], pues de acuerdo a SIAP SAGARPA (2022) [9] el sistema producto del plátano en el estado tiene uno de los primeros lugares a nivel nacional con un volumen de casi 9 mil millones de pesos en la producción 2021. Las fechas de los análisis van de febrero de 2021 a febrero de 2022.

2 Estado del Arte

En un esfuerzo de triple hélice [5], y como estrategia de impulso a la transformación digital con impacto en la competitividad del sector agroalimentario [8], es que se ha conformado un equipo de trabajo de manera clusterizada: universidad, sector científico y sociedad productiva, tomando en consideración un tema de seguridad alimentaria y desde luego de seguridad nacional, el cual cobra especial interés en estos momentos globales de post pandemia y de crisis de insumos alimentarios debido al conflicto ruso-ucraniano. Puesto que de acuerdo a datos y elementos de juicio, México representa un bastión alimentario para la FAO (2018). En este contexto, el Valle de Tecomán Colima forma parte de la región más productiva del país (Región Centro Occidente) con una producción en volumen, de 87, 144,139 toneladas en 2021 según SIAP SAGARPA (2022). Se hace pues indispensable el apoyo a los pequeños productores con proyectos que los hagan ser más eficientes, considerando que insumos como el fertilizante base, han subido su costo hasta en un 200%. La estrategia en este sentido ha sido aplicar estudios de fertilidad de suelos por parte del INIFAP y análisis satelital de cultivos por parte del Cluster TI Colima A.C., y analizar el contraste de los resultados por parte del Cuerpo Académico UCOL-CA-111. El estudio de contraste permitirá al productor contar con una estrategia o plan de acción para mejorar su producción, realizando una planeación proactiva y no de carácter reactivo. Para el presente estudio se ha tomado un sistema producto (plátano), de los cuatro que destacan a nivel nacional e internacional (coco, limón, plátano y papayo). Estrategia que se ha empleado en algunos estados de la Unión Europea y en algunos países de Asia, incluyendo a países avanzados en la agricultura de precisión como Rusia, Alemania e Israel. En este sentido el IoT representa una posibilidad para vocaciones económicas agroalimentarias y en nuestro país no sería la excepción. Es la parcela atendida se han utilizado los vuelos asistidos por drones, sobre todo en la fumigación de precisión, lo cual representa una alternativa al vuelo en avionetas de baja altura, pero no lo sustituye en cuestión de costos y de producto distribuido en los cultivos, es decir en su relación costo-eficiencia. Otra de las ventajas del IoT es la geolocalización y la topografía digital para el aprovechamiento hídrico del suelo, considerando suelos de tipo limoso-arenoso en las pendientes y las técnicas de irrigación para abatir el estrés hídrico de las plantas.

3 Descripción de la Propuesta Metodología Aplicada

3.1 Generalidades

El carácter metodológico del estudio se ha realizado bajo un enfoque cuantitativo de, descriptivo, experimental y estrategia longitudinal en el tiempo. Para lo cual se ha intervenido un cultivo de plátano macho de 1.6 hectáreas sembradas en media densidad con aproximadamente 1,800 plantas, sembradas en zigzag a la vera de un canal de aguas federales, considerando un suelo franco arenoso, ubicado a 20km de la laguna de Alcuahue, en la población de Cofradía de Morelos, en el Municipio de Tecomán, Colima, México. Los estudios realizados son: análisis satelital de cultivos (ASC-2021) y análisis de fertilidad de suelos (AFS-2022) ambos en el mes de febrero (antes de la floración) y realizados por Cluster TI Colima A.C. e INIFAP, respectivamente.

3.2 Proporciones de la muestra estudio de suelos INIFAP

Tabla 1. Propiedades generales del suelo: IFAP (2022)

Info. Gral.	Propiedades físicas del suelo	Otras determinaciones
Profundidad de la muestra 30 cm.	Textura franco arenoso Arena 55.32% Arcilla 14.68% Limo 30.00% Humedad aprovechable 11.88%	pH(1:2 agua) 8.6 Alcalino 0.00% libre de carbonatos

3.3 Análisis de fertilidad

Tabla 2. Análisis relativos a los principales micro y macro nutrientes: INIFAP (2022).

Determinación	Unidades en ppm	Índice relativo
MO	0.3%	Muy bajo
N-NO ₃	13.89	Med-Mod alto
Ca	2655.20	Alto
Mg	312.64	Mod alto
Mn	12.29	Mod alto

3.4 Porcentajes de las bases de cambio

Tabla3. Análisis sobre porcentajes sugeridos para las bases del suelo: INIFAP (2022).

Determinación	Meq/100gr	% Actual	% Sugerido
Ca ⁺⁺	0.3%	81.19	65-70
Mg ⁺⁺	13.89	15.76	15-20
K ⁺⁺	2655.20	1.96	4.5-7.0
Na ⁺⁺	312.64	1.08	0-5.0
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)		16.32 Meq/100gr	

El análisis de contraste entre los dos estudios, el clásico en campo con sustratos del suelo y por otro lado el de IoT por análisis de colorimetría y espectrometría de las plantas de banano macho, refieren relaciones muy simétricas en los componentes de los micro y macro nutrientes de la parcela analizada. En el análisis del contraste de variables colaboraron ingenieros en sistemas computacionales del Cluster TI, ingenieros agrónomos y analistas del INIFAP, así como investigadores del CA-111 de la Universidad de Colima.

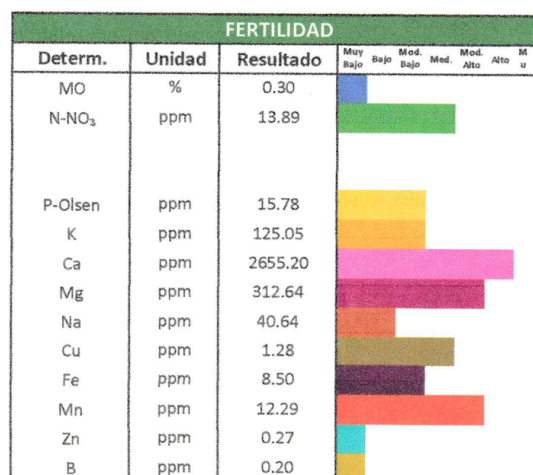


Figura 1. Vista global sobre el análisis de fertilidad de suelos: INIFAP (2022).

4 Resultados

1. Los análisis de nitrógeno (Fig.2 vs Fig.3) contrastados revelan que hay una relación de valores en la fertilidad del suelo, este nutriente se consume durante el ciclo de vida del cultivo, lo cual implica un programa de fertilización [11] cíclica de mismo [9].
2. En relación con el estrés hídrico, la evaluación presenta en ambos casos similares niveles de afectación [10], lo cual implica que los datos cuantitativos de muestreo del suelo son semejantes a los datos obtenidos de forma espectrometría (Figs. 1 y 3). Se aconseja como estrategia incrementar los intervalos y las cantidades de riego como también, establecer un programa de desarrollo hormonal hacia las raíces y la producción de hojas.

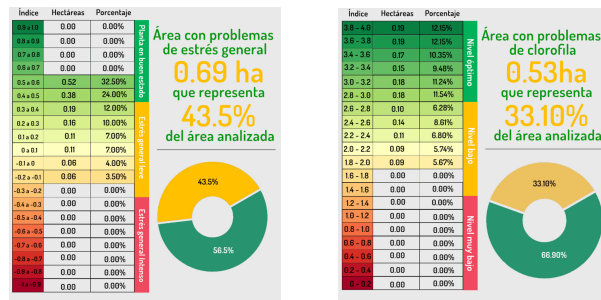


Fig. 2. Estrés hídrico del cultivo y concentración de clorofila: Cluster TI (2021).

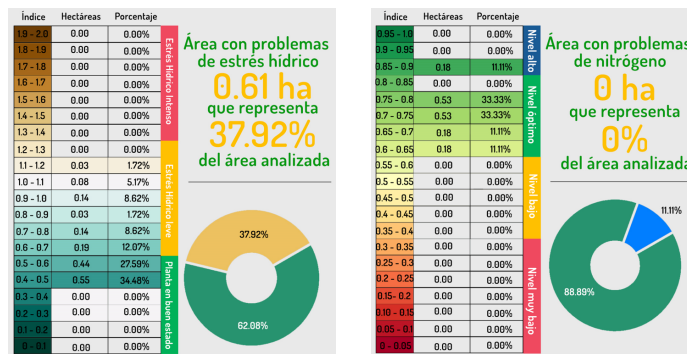


Fig. 3. Estudio sobre la saturación de clorofila en las plantas de banano, 8 meses de edad.

3. Se manifiesta una correlación positiva entre la concentración de nitrógeno y la producción de clorofila en la plantación [12]. En consecuencia se debe mantener un programa de nitrogenación del cultivo por su necesidad cíclica.
4. En estudio de fertilidad del suelo (Fig.1) así como el de intercambio catiónico demuestran una leve deficiencia de fósforo y potasio, por lo tanto se aconseja su monitoreo y control de los niveles de concentración en el suelo.
5. De acuerdo a ambos estudios se demuestra una adecuada cantidad de nutrientes y permanencia hídrica en los suelos que ayuda a limitar el daño por patógenos y plagas debido a la turgencia [13] (fuerza de la planta).

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

La relevancia de la seguridad alimentaria se convierte en un imperante para la gestión de proyectos de base tecnológica, en los cuales se unan voluntades de tipo administrativo, técnico y humano y tengan como resultado información con sustento científico y tecnológico basado en métricas. En este sentido, el seguimiento que se le ha dado a un cultivo de plátano macho, realizando dos tipos de estudio: Uno de tipo clásico conocido como estudio de fertilidad de suelos, realizado por el INIFAP y otro más realizado con anterioridad por el Cluster de las TI Colima A.C., denominado análisis satelital de cultivos, dan la oportunidad de contrastar información valiosa para el productor, permitiéndole actuar o planear los ciclos de cultivo de manera proactiva y no reactiva, para de esta manera mejorar la eficiencia en sus labores productivas del campo. Se realizó el seguimiento por un año al cultivo, teniendo la oportunidad de realizar actividades de agricultura de precisión demostrando los beneficios que esta conlleva. En trabajos futuros se propone incorporar una red de sensores para monitorear y dar luz a otros datos relevantes del cultivo.

Agradecimientos Especiales

Expresamos de verdad nuestro agradecimiento al Cluster TI Colima A.C. y al INIFAP por su colaboración en el proyecto con el Cuerpo Académico UCOL-CA-111 de la ciudad de Tecomán, Colima, México y a los pequeños propietarios de la agricultura de banano en la localidad de Cofradía de Morelos, esperamos ser parte de un nuevo emprendimiento de base tecnológica, productiva y social.

Referencias

- [1] Montenegro, Carlos, Larco, Andrés, Fonseca C, Efraín R., *Enfoque Ágil de Armonización de Modelos para la Mejora de Procesos de TI*. ReCIBE, 2017.
- [2] Díaz-Rosado, Martina, Castro-Villagrán, Andrés, González-Ehuan, Eduardo José, Cosgaya-Barrera, Bernardo Roberto, *Automatización de las Evaluaciones Diagnósticas a Gran Escala por Medio de la Metodología SCRUM*. Conciencia Tecnológica, 2018.
- [3] Quezada-Sarmiento, Ramiro, Aguilar-Alvarado, Jonathan, García-Galarza, Karina, Morocho-Roman, Rodrigo, Rivas-Asanza, Wilmer, *Servicio y Gestión de las Tecnologías de la Información en las empresas*. Ciencia Unemi, 2018.
- [4] Flores Sánchez, Carlos Alberto, Mungaray Lagarda, Alejandro, Ramírez Angulo, Natanael, Aguilar Barceló, José Gabriel, *la construcción del Cluster de tic en el desarrollo regional de Baja California*. Interciencia, 2017.
- [5] Rojas-Berrio, Sandra Patricia, Rincón-Novoa, Jeisson Leonardo, Montoya-Restrepo, Luz Alexandra, *Visiones de los actores de la triple hélice para el turismo inteligente*, NOVUM, 2020.
- [6] Torres Valderrama, Pamela Irene, *El modelo de la triple hélice como propuesta para incorporar innovación en la acuicultura nacional*, Gestión de las Personas y Tecnología [en línea], 2019.
- [7] Sánchez-Vázquez, Yanet, Sian-Árias, Juan Isidro, Expósito-Rodríguez, Katia, *La gestión de proyecto sociocultural desde el vínculo Universidad – Sociedad*, Ciencias Holguín, 2020.
- [8] Piñero Pérez, Pedro Y., Pérez Pupo, Iliana, Rivero Hechavarría, Claudia C., Rojas Lusardo, Claribel, González Sosa, Rosel, Torres López, Surayne *Repositorio de datos para investigaciones en gestión de proyectos*, Ciencias Informáticas, 2019.
- [9] López, R., J., & López, M., J. (1990). *El diagnóstico de suelos y plantas, métodos de campo y laboratorio*. (4a. Edición (reimpresión) ed.). Madrid, Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- [10] Ángeles, M., V. (2012). *Diseño agronómico de sistemas de riego presurizado*. Texcoco, Edo. Méx., México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- [11] Eash, N. S., Green, C. J., Razvi, A., & Bennet, W. f. (2008). *Soil Science Simplified* (5th. ed.). Ames, Iowa, United States of America: Blackwell Publishing Profesional.
- [12] Fuentes, Y., J. L. (1995). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- [13] Jankiewicz., L. S. (2015). *Desarrollo Vegetal* (2a. Reimpresión ed.). Texcoco, Edo. Méx., México: Universidad Autónoma de Chapingo.