

## Desarrollo de una actividad experimental de análisis de textura en alimentos mediante un laboratorio remoto en la asignatura Manejo Postcosecha

Julio Castro Serrano<sup>1</sup> & Carolina Guadamuz Mayorga<sup>2</sup>

1. Encargado de Cátedra Innovación y Desarrollo Agroindustrial, Ingeniería Agroindustrial, Universidad Estatal a Distancia, Sabanilla, San José; [jucastros@uned.ac.cr](mailto:jucastros@uned.ac.cr)
2. Profesora Tutora, Ingeniería Agroindustrial, Universidad Estatal a Distancia, Sabanilla, San José; [cguadamuz@uned.ac.cr](mailto:cguadamuz@uned.ac.cr)

**ABSTRACT:** This work presents in a systematic and descriptive way a practice of texture analysis of fruits and vegetables using a texture analyzer, through a remote laboratory, whose environment allowed students to carry out several activities typical of the experimental test: configuration of the equipment and material analysis, experimental analysis process, obtaining experimental data. The methodology included the design and application of a questionnaire supported by Likert scale statements to measure the perception of learning theoretical-practical knowledge of texture analysis, which was applied to a sample of seven students from the Postharvest Management course of the chair of Agroindustry, State Distance University, the usability of the remote laboratory was determined in terms of access and ease or difficulty of use. The results show a positive response towards the learning and use of the remote laboratory by the students. And as an opportunity to improve the experimental trial, the provision of additional complementary material that supports the resources of the remote laboratory environment is proposed.

**Key words:** remote laboratory, postharvest handling, ripening of fruits and vegetables, texture analysis.

**RESUMEN:** Este trabajo presenta de forma sistemática y descriptiva una práctica de análisis de textura de frutas y vegetales mediante un analizador de textura, a través de un laboratorio remoto, cuyo entorno permitió a los estudiantes realizar varias actividades propias del ensayo experimental: configuración del equipo y material de análisis, proceso de análisis experimental, obtención de datos experimentales. La metodología incluyó el diseño y aplicación de un cuestionario apoyado en enunciados de la escala de Likert para medir la percepción del aprendizaje de conocimientos teórico-práctico del análisis de textura, la cual fue aplicada a una muestra de siete estudiantes del curso de Manejo Postcosecha de la cátedra de Agroindustria, Universidad Estatal a Distancia, se determinó la usabilidad del laboratorio remoto en términos de acceso y facilidad o dificultad de uso. Los resultados muestran una respuesta positiva hacia el aprendizaje y uso del laboratorio remoto por parte de los estudiantes. Y como oportunidad de mejora del ensayo experimental, se plantea el aporte de material complementario adicional que apoye los recursos del entorno del laboratorio remoto.

**Palabras clave:** laboratorio remoto, manejo postcosecha, maduración de frutas y vegetales, análisis de textura.

## INTRODUCCIÓN

La presente experiencia tuvo como objetivo describir el funcionamiento de un laboratorio remoto en modalidad diferida a través de una interfaz de usuario que permitió al estudiante ejecutar un ensayo experimental sistematizado descriptivo del perfil de textura de frutas y vegetales en sus diferentes grados de maduración, utilizando un analizador de textura, con el propósito de fortalecer en los estudiantes de la asignatura de Manejo Postcosecha, los conceptos teórico-prácticos de la maduración de las frutas y vegetales, su efecto en la textura y calidad de estas. Los estudiantes, pueden observar y correlacionar variables como son: fuerza, distancia, tiempo y su interpretación a través de las curvas de perfil de textura de las frutas y vegetales analizadas, y tienen la oportunidad de conocer y entender cómo opera un equipo especializado de análisis de textura, su importancia y utilidad en el análisis de alimentos.

En el contexto de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial como Manejo Postcosecha, estas tienen un importante componente práctico que se concreta a través de ensayos de laboratorio, a través de los cuales los estudiantes utilizan diferentes equipos de análisis físico-químicos para materias primas y alimentos, sin embargo, ante limitaciones concretas para disponer de equipos de análisis especializados propios de la industria alimentaria, con los cuales los estudiantes puedan realizar ensayos específicos como el análisis de textura, es lo que motivó y justificó el diseño e implementación de un laboratorio remoto bajo la modalidad de laboratorio diferido, como un recurso educativo que le permitiera al estudiante “aprender haciendo”, operando y manipulando un analizador de textura y sus dispositivos. El laboratorio remoto en su interfaz de usuario les permite a los estudiantes tener una experiencia cercana a la que tendrían en un laboratorio en tiempo real, generando datos experimentales y gráficas de perfil de textura de las frutas y vegetales de acuerdo con la configuración elegida que les permite analizar los resultados básicos del comportamiento de la textura de una fruta o vegetal de acuerdo con su grado de madurez.

## ANTECEDENTES

Dado que los laboratorios de experimentación son fundamentales para la enseñanza- aprendizaje de los estudiantes de las ciencias aplicadas como la Ingeniería Agroindustrial, son los laboratorios remotos una actividad complementaria alternativa dentro de las actividades de aprendizaje. Estos laboratorios en concreto son un experimento mediante el cual, el estudiante observa un fenómeno físico, cambia las variables de entrada del proceso y mide el comportamiento de las variables de salida, mediado por internet (García-Zubía, 2021, p.3). Estos laboratorios hacen uso de webcams, hardware específico para la adquisición de datos y software para dar una sensación de proximidad con el equipamiento (Calvo et al., s.f.). Son laboratorios que se caracterizan por la realidad mediada, los experimentadores obtienen datos mediante el control de equipos geográficamente separados, la realidad en los laboratorios remotos está mediada por la distancia. (García-Zubía, 2021, p.4).

De acuerdo con García-Zubía (2021) dentro de las ventajas de los laboratorios remotos está que la experimentación remota ofrece a los estudiantes una experiencia científica a la que de otro modo no tendrían acceso, debido a problemas relacionados con el costo, la distancia, asistencia, entre otros. El experimento remoto siempre es accesible, las 24 horas del día, los siete días de la semana, el estudiante puede conectarse en clase, en casa, por la noche, fin de semana, etc. Cada estudiante puede organizarse a su manera y a su propio tiempo, lo que fomenta el aprendizaje autónomo y significativo.

En lo concerniente a experiencias previas con laboratorios remotos, se debe de mencionar la implementación a nivel exploratorio en el contexto de la pandemia Covid 19, de un laboratorio remoto de valoración ácido-base en un curso de química universitaria, que permitió a los estudiantes acceder al laboratorio en cualquier momento y cuantas veces lo requiriera, solventando obstáculos de disponibilidad de espacios y recursos (Idoyaga et al., 2020). También se cuenta con estudios de carácter descriptivo y exploratorio sobre algunos aspectos de laboratorios remotos para la enseñanza de la Física (Idoyaga & Arguedas, 2021).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ANALIZADOR DE TEXTURA TA.XT plus

**Figura 1**

*Analizador de textura*

Vista frontal



Entrar en pantalla completa

Vista Perspectiva



Entrar en pantalla completa

00:00:18 / 00:00:41

*Nota.* La figura muestra el analizador de textura en su vista frontal y lateral, con la sonda de penetración sobre el vegetal al que se le medirá su textura de acuerdo a su grado de madurez.

## ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El ensayo experimental del análisis de textura se realiza a través de una interfaz de usuario donde el estudiante interactúa con la aplicación que le permite acceder al laboratorio remoto, el cual dispone de una pantalla o ventana principal donde ingresa mediante un acceso o control a un video introductorio que lo orienta en lo que consiste la práctica de análisis de textura de frutas y vegetales, el equipo y los dispositivos con los cuales puede realizar el análisis de textura, otro control de acceso le permite entrar a la configuración del experimento, seleccionando el tipo de sonda a utilizar (sonda de penetración o la sonda de compresión), luego selecciona el tipo de fruta o vegetal: por ejemplo,

212

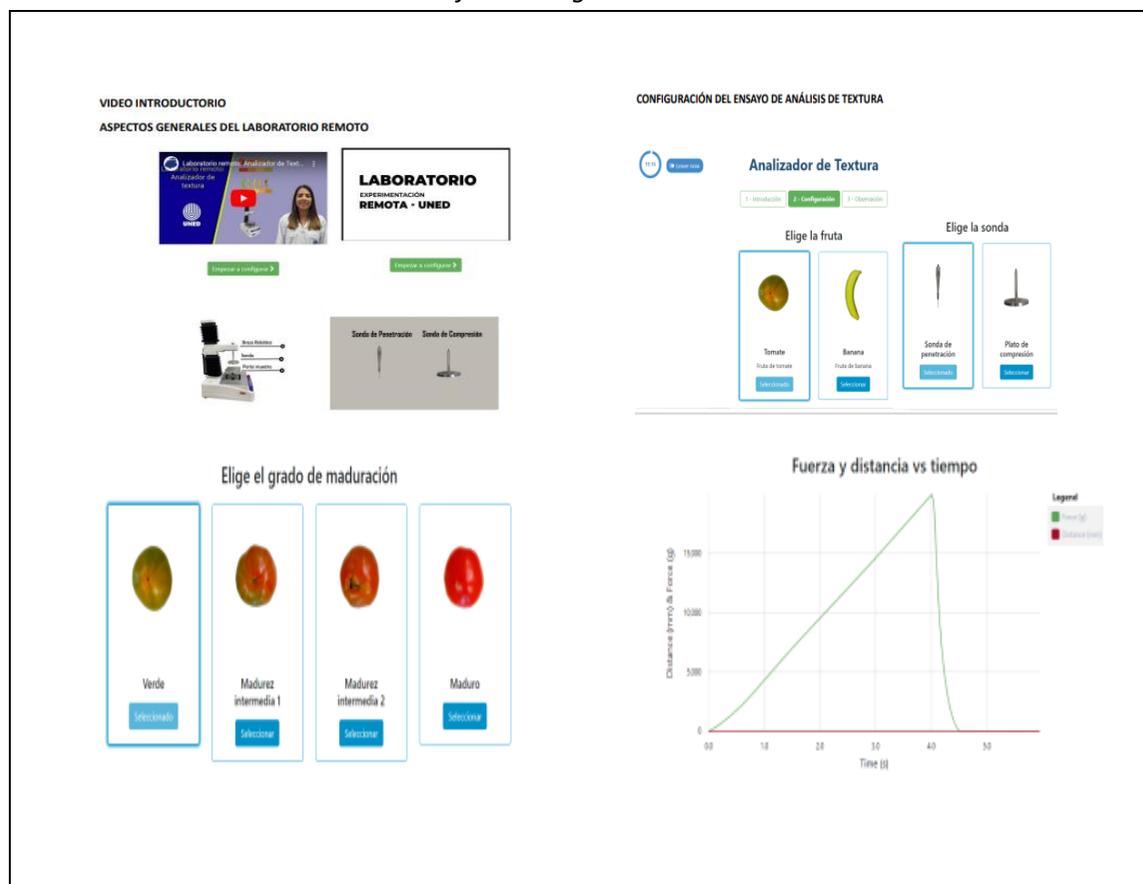
tomate con cuatro grados de madurez de verde a rojo y el banano con cinco grados de madurez de amarillo marrón a verde. Seleccionada la sonda y la fruta o vegetal y su grado de madurez se procede a activar el control de observación que permite iniciar el ensayo de textura donde la sonda toma contacto con la fruta o el vegetal durante un tiempo preestablecido y con ello se genera los datos de fuerza con respecto a la distancia y el tiempo y el trazado de la curva de perfil de textura de la fruta o vegetal de acuerdo con su grado de madurez.

### Descripción y aplicación del laboratorio remoto

A continuación, se detalla la secuencia sistematizada que el estudiante debe de efectuar para acceder al laboratorio remoto en la plataforma Moodle, a través de las orientaciones básicas del laboratorio, la configuración y medición experimental de la textura de la fruta y/o vegetal seleccionado por grado de madurez, hasta la obtención de los resultados experimentales en formato de tabla de Microsoft Excell y gráficas del perfil de textura (TPA):

### Figura 2

*Detalle del video introductorio de aspectos generales del laboratorio, configuración del ensayo y resultado del análisis de textura de la fruta o vegetal*



**Nota.** Se detalla el acceso del video introductorio sobre la función de la interfaz de usuario del laboratorio de experimentación remota, sus componentes y forma de operar, la selección de la fruta de acuerdo con su grado de madurez, la selección de la sonda y la gráfica resultante del análisis de la fuerza-distancia vs tiempo generada en la medición de la textura de la fruta o vegetal.

### Percepción de los estudiantes como usuarios del laboratorio remoto

La sistematización de una experiencia con un laboratorio remoto LR fue un trabajo de índole cualitativo-descriptivo, donde se procedió a recolectar información con el propósito de establecer la ganancia o beneficio en el aprendizaje, y la usabilidad o facilidad de uso de los recursos provistos por el laboratorio remoto LR por parte de los estudiantes. Participaron siete estudiantes de la asignatura Manejo Postcosecha del nivel de bachillerato de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que respondieron un cuestionario con 7 preguntas con cuatro categorías de respuestas: 1. Totalmente en desacuerdo, 2. Parcialmente en desacuerdo, 3. Parcialmente de acuerdo, 4. Totalmente de acuerdo, se excluye la respuesta neutral.

**Tabla 1**

*Enunciado principal de las preguntas del cuestionario aplicado a los estudiantes que realizaron la práctica de laboratorio remoto (LR) de la asignatura Manejo Postcosecha.*

Preguntas	Enunciado	1	2	3	4
		Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	El LR ayudó a comprender los conceptos teórico-prácticos del análisis de textura				
2	El LR ayudó a comprender como opera el analizador de textura				
3	El LR resultó útil para comprender los datos experimentales obtenidos				
4	El LR ayudó a entender las gráficas (fuerza-distancia vs tiempo)				
5	El LR resultó fácil de realizar				
6	Efectividad en el logro de las acciones y mediciones solicitadas por la práctica de laboratorio				
7	La información disponible en el entorno del LR permitió la realización de este sin inconvenientes				

Se trabajó con un Laboratorio Remoto diferido especialmente diseñado entre la Cátedra de Innovación y Desarrollo y el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED.

El uso de laboratorio se realizó por medio de la plataforma Moodle, participaron dieciocho estudiantes, a los cuales se les asignó varias actividades entre ellas: realizar la experiencia experimental, completar

el informe de laboratorio con base a una rúbrica preestablecida, y por último se les solicitó completar un instrumento para determinar la satisfacción en el uso del recurso educativo, de los cuales se obtuvo respuesta de siete estudiantes.

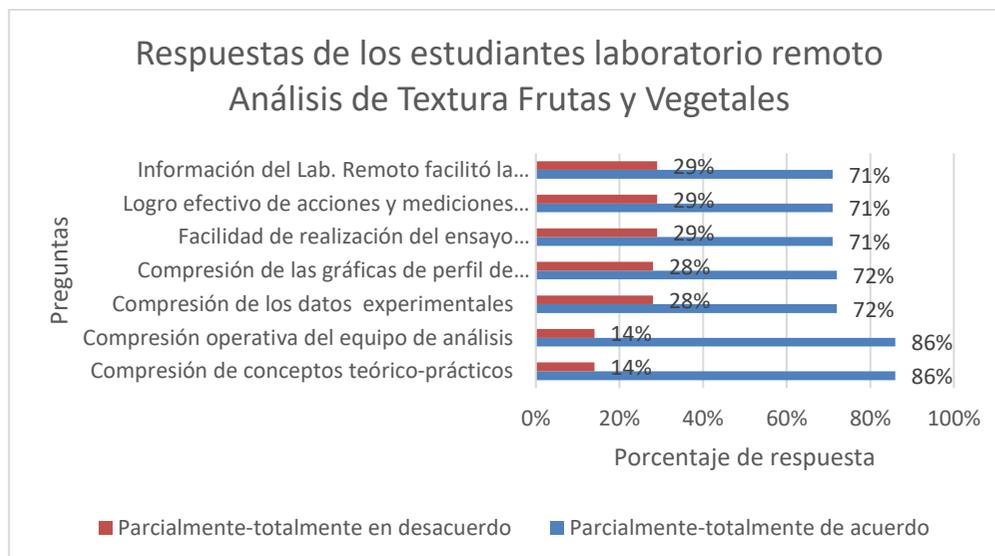
**Ética, conflicto de intereses y declaración de financiamiento:** el autor (autora o autores) declara(n) haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en el manuscrito; que no existan conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, están de acuerdo con la versión editada final del documento. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

## RESULTADOS

La percepción de aprendizaje y usabilidad del laboratorio remoto LR utilizado por los estudiantes durante la medición de la textura de frutas y vegetales de diferentes grados de maduración, mediante un analizador de textura, se evaluaron con la aplicación de la técnica psicométrica denominada cuestionario con escala tipo Likert con cuatro categorías de respuestas que se muestra en la tabla 1, y en la figura 6 se presentan los resultados obtenidos con las respuestas de los estudiantes a las preguntas planteadas, y cuyos principales enunciados tienen que ver con la comprensión de conceptos teórico-prácticos, la comprensión operativa del equipo utilizado para el análisis de textura, la comprensión de datos experimentales y gráficos de los perfiles de textura, así como la facilidad de realización del ensayo experimental y la efectividad en el logro de las acciones y mediciones solicitadas por la práctica de laboratorio, y por último la disponibilidad y accesibilidad de la información de forma oportuna y adecuada para la realización del ensayo experimental.

**Figura 3**

Respuestas de los estudiantes a las preguntas del cuestionario de 4 categorías de la escala de Likert



Con respecto a la información que se muestra en la tabla 2, esta corresponde al acceso, y frecuencia de uso por parte de los estudiantes y docentes del área de las ciencias aplicadas y la ingeniería agroindustrial al laboratorio remoto LR de análisis de textura.

**Tabla 2**

Información del uso y frecuencia de acceso al laboratorio remoto “análisis de textura”

Propiedad	Estudiantes	Docentes	Total
Usuarios activos	18	4	22
Números de sesiones de laboratorio	161	18	179

## DISCUSIÓN

En la figura 3 se muestra los resultados de la percepción del aprendizaje de siete estudiantes que matricularon el curso de Manejo Postcosecha en el tercer cuatrimestre 2022, y efectuaron el ensayo experimental a través del laboratorio remoto “Análisis de Textura de frutas y vegetales” (tomate-banano) mediante el uso de un analizador de textura TA.XTplus, las preguntas acerca de si el laboratorio remoto les ayudó a comprender los aspectos teóricos y prácticos de la característica sensorial textura y su comportamiento con el grado de madurez de las frutas y vegetales y la forma de operar del analizador de textura, el 86 % de los estudiantes respondieron de forma positiva al indicar que estaban parcial o totalmente de acuerdo en que el ensayo experimental a través del laboratorio remoto les ayudó en su proceso de aprendizaje.

En lo concerniente a las preguntas sobre si les resultó útil el laboratorio remoto para comprender los datos experimentales obtenidos y las gráficas del perfil de textura emitidas por el analizador de textura, la respuesta de los estudiantes fue en un 72% de estar parcial o totalmente de acuerdo de la utilidad del laboratorio.

Las preguntas sobre la facilidad de realización del ensayo experimental de medición de la textura de frutas y vegetales a través del laboratorio remoto y su efectividad en lograr las acciones solicitadas por la práctica de laboratorio y la obtención de las mediciones solicitadas, la respuesta de los estudiantes fue de 71% estar parcial o totalmente de acuerdo de haber logrado realizar la práctica con facilidad y efectividad.

Por otra parte, la pregunta sobre si la información disponible en el entorno o plataforma del laboratorio remoto permitió sin contratiempos u obstáculos realizar la práctica de laboratorio, la respuesta de los estudiantes fue de un 71% estar parcial o totalmente de acuerdo en que la información disponible permitió sin contratiempos realizar el laboratorio. De los resultados anteriores, se puede establecer un nivel de aceptación y respuesta positiva hacia el laboratorio remoto por parte de los estudiantes en un ámbito que oscila entre un 71% a un 86%.

La información de la tabla 2 muestra el acceso y frecuencia de uso del laboratorio remoto por parte de estudiantes y docentes de otras latitudes, el cual ha sido utilizado por 161 estudiantes y 18 docentes desde que el laboratorio ha estado disponible, lo novedoso del recurso educativo motivó el interés de los estudiantes y docentes para utilizar el laboratorio remoto como una alternativa de realizar un análisis de alimentos con equipo especializado, como lo es una analizador de textura, equipo de acceso limitado para estudiantes de las áreas de ciencias y tecnologías por su costo y disponibilidad.

Por otra parte, el uso de un analizador de textura a través de un laboratorio diferido, es una excelente oportunidad para que los estudiantes comprendan la importancia del análisis del perfil de textura de los alimentos, comprendan como opera un instrumento de medición textura, el cual simula la masticación de la mandíbula; y ayuda a medir y a cuantificar parámetros tales como: dureza, gomosidad, masticabilidad, elasticidad, cohesividad entre otros, que se relacionan a su vez con variables como la tasa de deformación aplicada y la composición del alimento, de ahí la importancia de implementar estas herramientas en el proceso de enseñanza y aprendizaje y el estudio de las mismas.

## CONCLUSIONES

La respuesta altamente positiva y receptiva hacia el laboratorio remoto por parte de los estudiantes y docentes, motiva a hacer extensivo el uso de este recurso educativo incorporando otros equipos de análisis de alimentos de uso especializado, y cuya disponibilidad es limitada para los estudiantes, lo que apoyaría de forma significativa el proceso de enseñanza- aprendizaje de los docentes y estudiantes.

Existe una importante oportunidad de mejora del laboratorio remoto, a través de mejoras de la interfaz de usuario que permitan mejorar el atractivo visual de las misma, su flexibilidad, e incorporación de actividades y herramientas colaborativas que incentiven a los estudiantes a acercarse a este novedoso

recurso educativo, con confianza e interés y así poder fortalecer su aprendizaje en el área de análisis especializados de alimentos.

## AGRADECIMIENTOS

En esta parte del artículo el autor hace un reconocimiento a las personas o instituciones que le ayudaron en sus investigaciones. Se citan becas e instituciones que financian la investigación. Se agradece el tiempo, apoyo y dirección en la realización del laboratorio remoto al Dr. Carlos Arguedas, Coordinador del Laboratorio Remoto-UNED y al Lic. Erick Montero, así como al Sr. Ronald Sánchez del LICE por su colaboración el aporte de las muestras de productos y calibración del equipo de análisis.

## REFERENCIAS

- Arguedas, C., Concari, S. (2015). *Hacia un estado de los laboratorios remotos en la enseñanza de la Física*. 27(No. Extra), 133-139. [https:// www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistas](https://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistas) EF.
- García-Zubía, J. (2021). *Remote Laboratories. Empowering Stem Education with Technology*. World Scientific.
- Idoyaga, I., Vargas-Badilla, L., Montero-Miranda, E. y Garro-Mora, A.L. (2020). *El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental*, Campo universitario, 1(2) Setiembre-diciembre 2020, 004-26
- Idoyaga, I., Vargas-Badilla, L., Moya, C., Montero.Miranda, E., Maeyoshimoto, F., Capuya, F., Arguedas, C. (2021). *Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la Química con laboratorios remotos*, 32(4), 157-167. <https://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.70189>.
- Idoyaga, I., Arguedas, C. (2021). *Análisis representacional de cuatro laboratorios remotos para la enseñanza de la Física*, 33(2),285-292, ISSN: 2250-6101
- Stable Micro Systems . (s.f.). *Fruit and Fruit Product Application Overview*. Recuperado de: <https://www.stablemicrosystems.com.translate.google/TAXTplus.html? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es-419& x tr pto=sc>
- Stable Micro Systems. (2018). *Texture Analysis*. <https://www.stablemicrosystems.com>