

JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ MOLINA

# Epistemática crítica del SABER ACADÉMICO



**UNELLEZ**

Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales «Ezequiel Zamora»

*La Universidad que Siembra*



Serie: **Estudios Académicos**

Publicaciones del Área de Estudios de Postgrado



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
“EZEQUIEL ZAMORA”**

**EPISTEMÁTICA CRÍTICA  
DEL SABER ACADÉMICO N° 4**

San Carlos, Cojedes, Venezuela 2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
“EZEQUIEL ZAMORA”**

VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES  
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**TÍTULO:** EPISTEMÁTICA CRÍTICA DEL SABER ACADÉMICO N° 4

**EDICIÓN:** Programa Sub-Gerencia de Publicaciones Cojedes. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela.

**EDITOR:** Dr. Juan Fernández Molina

**CONCEPTO Y DISEÑO DE LA EDICIÓN:** Dr. Juan Fernández Molina

**DISEÑO DE CARÁTULA:** Anyelit María Salazar Lara

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:** Alfredo Franco

**EDITORIAL:** Fundación Editorial de La UNELLEZ (FEDUEZ). Avenida 23 de enero, Redoma de Punto Fresco, Barinas, estado Barinas, Venezuela

<http://unellez.edu.ve/portalweb/public/departamentos/507/contenido/576>

**DEPOSITO LEGAL:** BA2020000005

**ISBN:** 978-980-248-240-5

**TIRAJE:** Digital

**DIRECCIÓN:** Programa Sub-Gerencia de Publicaciones Cojedes. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. UNELLEZ. Urbanización Cantaclaro. Final Avenida Principal. San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. Telex: 58258-4333883. Email: [subgerentefeduezcojedes@gmail.com](mailto:subgerentefeduezcojedes@gmail.com)

ISBN: 978-980-248-240-5



9 789802 482405



## **COMPILADOR/EDITOR**

Ph.D. Juan Fernández Molina

## **CONSEJO DE ARBITRAJE**

Dra. Olga Ochoa (UNELLEZ)

Dra. Yeskively Méndez (UNELLEZ)

Dr. Franklin Paredes Trejo (UNELLEZ)

Ph.D. Juan Fernández Molina (UNELLEZ)

## **VERSIÓN ELECTRÓNICA**

Ph.D. Juan Fernández Molina



## **AUTORIDADES DE LA UNELLEZ**

*Dr. Alberto José Quintero*  
**Rector**

*MSc. Coromoto Sánchez*  
**Secretaria**

*Prof. Humberto Rivero (E)*  
**Vice-Rector de Servicios**

*Dra. Yajaira Pujol (E)*  
**Vice-Rectora de Planificación y Desarrollo Social**  
Barinas, estado Barinas

*Prof. Héctor Montes*  
**Vice-Rector de Producción Agrícola**  
Guanare, estado Portuguesa

*Dr. Gustavo Alonso Jaime Gámez (E)*  
**Vice-Rector de Infraestructura y Procesos Industriales**  
San Carlos, estado Cojedes

*Profa. Marys Orasma*  
**Vice-Rectora de Planificación y Desarrollo Regional**  
San Fernando de Apure, estado Apure

*Dra. María Andueza*  
**Directora de Creación Intelectual**  
Barinas, estado Barinas

*MSc. Ana Iris Peña*  
**Directora de Estudios Avanzados**  
Barinas, estado Barinas

*Dra. Zoleida Lovera*  
**Directora-Gerente FEDUEZ**  
Barinas, estado Barinas

*Dra. Denys Luz Molina*  
Directora de Innovación Curricular, Barinas, estado Barinas

*Dra. Iskra Marín*  
**Directora de Vinculación Socio-Comunitaria**  
Barinas, estado Barinas



## **AUTORIDADES DE LA UNELLEZ SANCARLOS**

*Dr. Gustavo Alonzo Jaime Gámez*  
**Vicerrector de Área (E)**

*MSc. Carolina Valero*  
**Jefa de Programa Estudios Avanzados**

*MSc. Nakhary Mendoza*  
**Jefa de Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas**

*Ing. María Eugenia Paredes*  
**Jefa de Programa Ciencias Del Agro y Del Mar**

*MSc. Lorines González*  
**Jefa de Programa Ciencias Sociales y Económicas**

*Abog. Ángela Rendo*  
**Jefa de Programa Ciencias Jurídicas y Políticas**

*MSc. Juan Lovera*  
**Jefe de Programa Ciencias de la Educación**

*Ph.D. Juan José Fernández Molina*  
**Jefe de Programa Sub-Gerencia de Publicaciones Cojedes**

*MSc. Tania Sandoval*  
**Jefa de Innovación Curricular**

*Dr. Antonio Díaz Flores*  
**Jefa de Programa Creación Intelectual**

*MSc. Yuleimi Peña*  
**Jefa de Programa Vinculación Socio Comunitaria**

*Licda. Loredana Giust*  
**Secretaria del Consejo Académico**

*Licdo. Efrain García*  
**Coordinador de Cultura**



## Tabla de Contenidos

Presentación	15
<b>Epistemática I: Agroindustria</b>	19
Modelización estructural interpretativa jerárquica en patios productivos del municipio ezequiel zamora san carlos estado cojedes / <i>Hierarchical interpretative structural modeling in the productive patios, of the municipality ezequiel zamora san carlos state cojedes-venezuela.</i>	21
<b>Demostene Rosario</b>	
<b>Epistemática II: Ciencia y tecnología de los alimentos</b>	43
Aplicación de métodos combinados para el control microbiológico de frutas y hortalizas / <i>Application of combined methods for the microbiological control of fruits and vegetables</i>	45
<b>William Zambrano Herrera</b>	
Efecto de la irradiación uv-c sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en mango mínimamente procesado / <i>Effect of uv-s irradiation on the physicochemical and microbiological characteristics of minimally processed mango</i>	73
<b>Evelyn Y, Pérez B.</b>	
Uso de enzimas en la industria galletera / <i>Use of enzymes in the biscuit industry</i>	89
<b>Nilza Esperanza Quintero Piña</b>	
Bioteología del pan / <i>Bread biotechnology</i>	99
<b>Wilmer Peña</b>	
<b>Epistemática III: Educación ambiental</b>	117
Plan de acción participativo para la recuperación del sendero de interpretación ambiental a través de la educación ambiental unellez / <i>Participative action plan for the environmental interpretation path recovery through unellez environmental education</i>	119
<b>Yalexi Laya, Carmelina Lanza y Arturo Arreaza</b>	
<b>Epistemática IV: Ambiente y desarrollo</b>	161
Caracterización de la cuenca del río tinapún, estado cojedes / <i>Characterization of the tinapún river basin, Cojedes state</i>	163
<b>Yalexi Laya, Carmelina Lanza y Arturo Arreaza</b>	
<b>Epistemática V: Educación</b>	195
Aproximación teórica al estado del arte como elemento fundamental para el desarrollo de la tesis doctoral / <i>The theoretical approach to the state of the art as a fundamental element for the development of the doctoral thesis</i>	197
<b>Miriam Rodríguez</b>	



---

---

## PRESENTACIÓN

La Jefatura de Estudios Avanzados del Área de Postgrado del Vice-rectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), en su afán por mantener la difusión de las investigaciones de cuarto y quinto nivel, cumple con dar continuidad a la publicación de la serie número 4 de los textos *Epistemática Crítica del Saber Académico*.

En la serie Estudios Académicos de la Jefatura de Estudios Avanzados del Área de Postgrado de la UNELLEZ-San Carlos, en concordancia con el contenido de la Resolución CT N° 2009/230, de fecha 21/07/2009, acta 40, punto N° 31, se publicarán los productos de investigaciones de cuarto y quinto nivel del Área de Postgrado del VIPI, que tengan la distinción “publicación”; además, podrán ser incluidas las producciones textuales de los docentes como producto de sus actividades académicas.

Esta nueva edición del texto *Epistemática Crítica del Saber Académico*, Serie Estudios Académicos, N° 4, se ha estructurado en cinco epistemáticas del saber académico: Agroindustria (I), Ciencia y Tecnología de los Alimentos (II), Educación Ambiental (III), Ambiente y Desarrollo y Educación (IV). En estas epistemáticas se presentan producciones intelectuales de egresados de Estudios Avanzados, tutores académicos de los diferentes programas de estudio del Área de Estudios Avanzados de Postgrado del VIPI.

La primera epistemática de Agroindustria (I), el investigador plantea un modelo estructural interpretativo jerárquico, para la planificación estratégica de la producción intensiva y sustentable de hortalizas, en los Patios Productivos familiares de los sectores urbanos, del municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes, que contribuyan a mejorar la producción de hortalizas y la calidad de vida de los habitantes, mediante la aplicación de la metodología del Análisis del Modelado Estructural Interpretativo Jerárquico, de la cual se obtuvo como resultado, los indicadores de alta influencia sobre el sistema y de alta dependencia del sistema, así como también su nivel de jerarquización y el orden de

---

La primera epistemática de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (II), consiste en un estudio sobre los métodos combinados para el control de microorganismos deteriorativos de frutas y hortalizas, productos que están presentes en la vida cotidiana de los consumidores, pero también son unos de los más perecederos. Particular importancia recobra el hecho de que algunas frutas son estacionales, por lo que su pulpa debe ser almacenada para contar con materia prima hasta la siguiente cosecha anual. De los microorganismos se sabe que existe una flora típica que acompaña los tejidos vegetales, y una flora oportunista que aprovecha determinadas condiciones para invadirlos y proliferar en forma exponencial, acortando su vida útil. Así mismo, se menciona la existencia de tratamientos térmicos muy efectivos, pero también invasivos, que reducen las propiedades organolépticas del producto y su carácter fresco. Es por ello, que en los últimos años se han venido estudiando las tecnologías de obstáculos o métodos combinados aplicados a frutas y hortalizas frescas o mínimamente procesadas. Tales métodos hacen uso del conocimiento de los factores intrínsecos o extrínsecos que gobiernan el crecimiento microbiano, para implementarlos de tal forma que afecte el metabolismo del microorganismo, obligándolo a inhibirse o destruirse. El control hace énfasis en el potencial de hidrógeno (pH), acidez, actividad de agua, potencial óxido-reducción, temperaturas de refrigeración, entre otras para asegurar la conservación de los tejidos vegetales el mayor tiempo posible.

La segunda epistemática de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (II), corresponde a una investigación cuyo propósito consistió en una revisión de los principios, factores y mecanismos de acción que afectan la actividad antimicrobiana y la aplicación de la luz ultravioleta como alternativa en la conservación de Mango mínimamente procesado. Se utilizan dosis que abarcan un intervalo desde 0,2 hasta 20 kJ/m<sup>2</sup> y la distancia entre el producto y la lámpara varía desde 10 hasta 40 cm por un lapso de 30s para luego ser almacenadas a 5°C con una humedad relativa de 85 – 90% durante 20 días. La inactivación microbiana por luz ultravioleta se produce mediante la absorción directa de la energía ultravioleta por el microorganismo y una reacción fotoquímica intracelular resultante que cambia la estructura bioquímica de las moléculas (probablemente en las nucleoproteínas) que son esenciales para la supervivencia del microorganismo. Este tratamiento resulta útil como alternativa para prolongar la vida útil de los productos, debido a que requiere cortos tiempo

---

---

como alternativa para prolongar la vida útil de los productos, debido a que requiere cortos tiempos.

La tercera epistemática de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (II), es una revisión bibliográfica sobre el uso de enzimas en la industria galletera, se destaca la acción de las proteasas por su utilidad en la producción de harinas para galletas tipo crackers, donde no se desea elasticidad del gluten. Estas dividen las cadenas de proteínas de las moléculas de gluten produciendo en primer lugar un ablandamiento y luego un colapso completo de la estructura. También las amilasas fúngicas son muy utilizadas para estos fines, ya que rompen el almidón presente en la harina en azúcares simples y generan una fermentación alcohólica. El uso de enzimas como amilasas y proteasas en la fabricación de galletas tipo cracker generan ventajas en todas las etapas del proceso, relajan la masa haciéndola más dócil y de esta forma favorecen la retención gaseosa, proporcionan un aumento del volumen de las galletas, tienen una tendencia menor a curvarse durante el horneado y presentan un dorado uniforme.

La cuarta epistemática Ciencia y Tecnología de los Alimentos (II), el investigador realizó una revisión sobre el uso de microorganismos en la elaboración de panes, particularmente de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en el proceso de fermentación, proceso clave biotecnológico en la fabricación de productos de panificación de materias primas principales que participan en la fermentación panaria como son las harinas, levadura, azúcar, sal, grasas y agua, además se destacan los factores inherentes a la masa (acidez, pH, y temperatura), y los externos que inciden en el proceso de fermentación como lo son: la temperatura ambiente y la humedad relativa. Particular interés reviste en esta investigación el uso de la harina de yuca en la elaboración del pan y las limitaciones tecnológicas que plantea derivadas de la ausencia de proteínas formadoras de gluten, responsable de proporcionar la viscoelasticidad en el pan y de atrapar el dióxido de carbono que causa que el pan leude durante todo el proceso de fermentación.

La epistemática Educación Ambiental (III), se basó en el enfoque del paradigma socio-crítico, busca propiciar el cambio social, transformar la realidad y cambiar la conciencia de las personas que hacen vida en los espacios denominados como Sendero de Interpretación Ambiental, SIA, ubicado en la UNELLEZ VIPI, la cual tiene como propósito un plan de

---

---

---

---

diversidad. Siendo éste un espacio para el desarrollo de investigaciones, educación ambiental, avistamiento de aves, entre otros, con un elevado potencial natural de diversidad biológica, además, dispuesto con caminerías, áreas recreativas, deportivas y de esparcimiento, que se encuentra en las adyacencias de las aulas de clase, para impartir conocimientos, valores y actitudes en los estudiantes de pregrado y postgrado, tendientes a valorar y conservar el ambiente. Finalmente, se logró la juramentación de una brigada ecológica y se propuso el sendero como una alternativa para la generación de ingresos propios, en donde se maneje la autogestión, con la implementación de colmenas para la producción de miel, dada la importancia de proteger a las abejas, así como la recolección de semillas y la generación de abono orgánico para la venta al público.

La epistemática Ambiente y Desarrollo (IV), los autores realizaron un análisis de la cuenca del río Tinapún, ubicada en el estado Cojedes, a través de una revisión teórica, diagnósticos previos y del contacto directo con sus pobladores, para conocer la realidad cotidiana de las comunidades adyacentes a la cuenca, sus relaciones con el ambiente, costumbres, principios y valores para identificar e interpretar los principales problemas físicos que afectan su cauce y posibles soluciones hacia la sustentabilidad; de allí, su utilidad social y como preámbulo a la proposición del necesario plan de acción e integración socio-comunitaria.

La epistemática Educación (V), la autora diserta sobre la aproximación teórica al estado del arte como elemento fundamental para el desarrollo de la tesis doctoral, considerando que los procesos de investigación están sujetos a un plan que contiene varias fases o momentos. Entre los momentos iniciales está la selección del tema y el planteamiento del problema, y luego para ir construyendo el proyecto y profundizar en el conocimiento sobre el objeto de estudio se encuentra el estado del arte, que implica una revisión exhaustiva y profunda de textos, documentos, tesis y otras investigaciones previas. El estado del arte es considerado como una investigación documental, donde se revisa el conocimiento acumulado, con el propósito de que el investigador conozca hasta donde llegaron los teóricos del tema y otros investigadores y qué es lo que él va agregar a ese conocimiento ya existente, por lo que el estado del arte pasa a cumplir un papel esencial, protagónico en los primeros momentos de la indagación. En ese contexto, este artículo es producto de la aproximación teórica y práctica presentada como propuesta de discusión en el Curso del

---

---

primeros momentos de la indagación. En ese contexto, este artículo es producto de la aproximación teórica y práctica presentada como propuesta de discusión en el Curso del Seminario de Tesis Doctoral e Investigación Académica I, desarrollado con los participantes del Doctorado en Educación, de la Universidad Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora, en el Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales VIPI. Como objetivo se propuso elaborar una aproximación teórica del estado del arte como elemento fundamental para el desarrollo de la tesis doctoral, promoviendo en el doctorando el conocimiento para el abordaje pertinente de la literatura en torno a su temática de investigación.

Las autoridades Universitarias junto con los editores, agradecen los aportes intelectuales de los profesores y profesoras, autores y autoras de los productos de investigación científica compilados en este texto. Asimismo, a las y los árbitros que, de manera desinteresada, profesional, y expedita, prestaron su colaboración en la revisión, evaluación y posterior aprobación de las 5 epistemáticas del saber académico del Área de Estudios Avanzados de Postgrado, que germinaron en la publicación de la serie número 4 de los textos *Epistemática Crítica del Saber Académico*, por lo tanto, dejamos esta compilación académica a su disposición para la crítica constructiva.

En la Villa de San Carlos de Austria, a los 02 días del mes de junio de 2020.



---

## **EPISTEMÁTICA I: AGROINDUSTRIA**



# **MODELIZACIÓN ESTRUCTURAL INTERPRETATIVA JERARQUICA EN PATIOS PRODUCTIVOS DEL MUNICIPIO EZEQUIEL ZAMORA SAN CARLOS ESTADO COJEDES**

Hierarchical Interpretative Structural Modeling in the Productive  
Patos, of the Municipality Ezequiel Zamora San Carlos state  
Cojedes-Venezuela

**Demostene Rosario**

## **RESUMEN**

Esta investigación tiene como objetivo generar un modelo estructural interpretativo jerárquico , para la planificación estratégica de la producción intensiva y sustentable de hortalizas, en los Patios Productivos familiares de los sectores urbanos, del municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes, que contribuyan a mejorar la producción de hortalizas y la calidad de vida de los habitantes, mediante la aplicación de la metodología del Análisis del Modelado Estructural Interpretativo Jerárquico, de la cual se obtuvo como resultado, los indicadores de alta influencia sobre el sistema y de alta dependencia del sistema, así como también su nivel de jerarquización y el orden de intervención de estos indicadores dentro del sistema evaluado, obteniéndose el Modelo Estructural Interpretativo Jerárquico o Dígrafo Jerárquico.

**Palabras clave:** *modelización estructural, desarrollo sustentable, patios productivos.*

**Dr. Demostene Rosario**

Dr. Ambiente y Desarrollo, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes Venezuela. E-mail: [demosrosario@hotmail.com](mailto:demosrosario@hotmail.com)

---

## SUMMARY

This objective of the research is to generate a Hierarchical Interpretative Structural Model of the strategic planning of intensive and sustainable production of vegetables, in the Family Productive Patios of the urban sectors, of the Ezequiel Zamora municipality of Cojedes state, that contribute to improving the production of Vegetables and the quality of life of the inhabitants, through the application of the Hierarchical Interpretative Structural Modeling analysis methodology from which the indicators of high influence on the system and high dependence on the system, their level of hierarchy within the system and the order of intervention of the indicators within the evaluated system, obtaining the Hierarchical Interpretative Structural Model or Hierarchical Digraph.

**Keywords:** *structural modeling, sustainable development, productive yards.*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una crisis ambiental que se expresa en calentamiento global, cambio climático, pérdida de la biodiversidad, la contaminación acústica, del aire, del agua y del suelo, desertización, aumento de la generación de desechos tóxico, uso de energías contaminantes, sobreexplotación de recursos no renovables, entre otros.

Según estimaciones de la División de Población de las Naciones Unidas, el porcentaje de población urbana mundial irá aumentando, llegando al 61,7% en 2035 y cerca del 70% en 2050 (Popin, 2013). No sólo están creciendo las mega ciudades, más del 35% de la población urbana mundial vive en ciudades menores de medio millón de habitantes (Un-hábitat, 2008).

Por lo antes expuesto, además de la crisis financiera y política que vivimos, las personas buscan una alternativa a estos problemas, con ello resurgen los patios productivos hortícolas (PPH) como método de conservación de espacios agrícolas dentro de las ciudades, y como una oportunidad para la cohesión social de la comunidad, el intercambio de culturas e ideas, el contacto con la naturaleza, el fomento de una buena alimentación y de autoconsumo como respuesta al deterioro del ambiente, evidenciando lo planteado con

la OMS, en cuanto a una alimentación sana y balanceada que garantice una mejor calidad de vida.

La agricultura urbana proporciona aproximadamente el 15 % de todos los alimentos consumidos en las zonas urbanas y es probable que este porcentaje se doble en las próximas dos décadas. Las ciudades con unos sectores agrícolas urbanos más avanzados, sobre todo en Asia, han pasado a autoabastecerse de alimentos frescos altamente valorados y nutritivos (Brockhoff, 2005); en América del Norte la proporción es del 25 %. En Nueva York, la Fundación *Herat Pledge*, ha propuesto teñir de verde los tejados de la ciudad, bajo la propuesta ‘Tejados Verdes’ (Gutman, 1987); en Barcelona(España), la Concejalía de Medio Ambiente y la Fundación Terra impulsaron en el 2003, una campaña para animar a los ciudadanos a plantar verduras y hortalizas en sus terrazas (Chavarrías, 2005); en América Latina, la mayoría del alimento consumido en las ciudades debe ser comprado; las familias gastan entre 60 y 80 % de sus ingresos en alimentos y todavía experimentan inseguridad alimentaria (Nugent, 1999).

Aunque las iniciativas de agricultura urbana se iniciaron en Venezuela en 2003 en el marco de un convenio con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), no fue sino hasta 2009, luego de la crisis mundial de alimentos del 2008, que el gobierno bolivariano retoma esta política a través de la Fundación de Capacitación e Innovación para Apoyar la Revolución Agraria (CIARA), con el apoyo de la hermana República de Cuba. Es en este contexto que se crea el Programa “Agro Ciudad,” el cual constituye un nuevo esquema de producción de alimentos en espacios urbanos y peri-urbanos. Así mismo, gracias a esta política alimentaria y de producción agrícola, el consumo de alimentos creció en 25% durante los últimos 12 años, al pasar de 396,39 Kilos de alimento por persona consumidos durante un año en 1999 a 499,76 kilos por persona en el 2010 (CIARA, 2012).

En el Estado Cojedes en el 2003, bajo el convenio Cuba-Venezuela, la Fundación de Capacitación e Innovación para Apoyar la Revolución Agraria (CIARA), implementa el programa de agricultura orgánica en pequeña escala, creando las unidades de producción agrícolas socialistas (UPAS), constituyendo un modelo de agricultura urbana y periurbana, que forma parte del impulso al desarrollo endógeno comunal, planteado en el nuevo modelo

productivo propuesto en el Proyecto Simón Bolívar 2007-2013; el objetivo general del proyecto es fomentar y consolidar la agricultura urbana, como un sistema de organización e integración familiar y comunal, que garantice la sustentabilidad en cuanto al mejoramiento de la disponibilidad de los alimentos y fuentes nutricionales de mejor calidad, promueva el intercambio, distribución y consumo de los mismos con carácter autogestionario y socialista, a través del acompañamiento socio-productivo integral, para así fortalecer la seguridad y la soberanía alimentaria.(CIARA, 2016).

Este modelo de producción se caracteriza por los siguientes aspectos:

- 1.-Caracteriza y visualiza los espacios dentro de los ejes de acción para ejecutar el programa de agricultura urbana.
- 2.-Establece un sistema de formación y comunicación bajo un enfoque agroecológico para la consolidación de la agricultura urbana.
- 3.-Promueve la producción, transformación, distribución e intercambio de alimentos sanos y no contaminados por agrotóxicos, donde prevalezca la producción local y municipal de alimentos.
- 4.-Fortalece y consolida la organización popular mediante el intercambio de experiencias de las unidades de producción comunal de alimentos, insumos biológicos, abonos orgánicos, entre otros.
- 5.- Potencia la producción de hortalizas, garantiza la seguridad alimentaria y mejora la calidad de vida de las comunidades.

## **I.-BASES TEÓRICAS**

### **Patios Productivos Hortícolas**

Son espacios que se construyen en el seno del propio hogar (aprovechando lugares que se encuentran desocupados para cultivar), en comunidades, patios, en balcones y terrazas dentro de la ciudad, en lo que respecta especialmente a los cultivos de hortalizas, que se puedan producir según las condiciones climáticas y de suelo que lo permitan (Demostene, 2009).

En este sentido, la presente investigación, está centrada en la modalidad de los Patios Productivos hortícolas, ya que contempla la práctica del cultivo de hortalizas.

Romero y Escobar (1999), es "...la ciencia y la práctica de cultivo de frutas, hortalizas, flores y plantas ornamentales. En un sentido restringido, se refiere al cultivo de hortalizas..." (p.15).

### **Desarrollo Sustentable**

El Desarrollo sustentable se fundamenta en la relación equilibrada entre la dimensión económica, social y ambiental, donde la estrategia para el desarrollo se basa en un reconocimiento de los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y la tipificación viene a ser la agrupación de unidades de producción con características comunes e igual capacidad de desarrollo, evolución y adaptación (Barrios, 1987; Cobos y Góngora, 1977; Gómez, 1991; Saravia, 1983). Así mismo el "Desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". (CMMAD, 1987:24).

### **La Agroecología**

La agroecología es un enfoque de agricultura más ligado al ambiente y más sensible socialmente, centrada no solo en la producción sino también en la sustentabilidad ecológica del sistema (Cáceres, 2003; Funes, 2007) y tiene un grupo de elementos que la diferencian de la agricultura convencional.

### **Agricultura Urbana**

Esta forma de agricultura que se lleva a cabo dentro de los límites las ciudades, se conoce como Agricultura Urbana (AU) que en cualquier lugar del mundo, provee de grandes cantidades de alimentos y productos, los cuales entran a los canales formales de comercialización y la otra parte es vendida, intercambiada o consumida por los mismos

productores y constituye hoy una práctica internacional, tanto del mundo desarrollado como de los países en vía de desarrollo. (Campanioni *et al.* 1997).

### **La Seguridad Alimentaria**

La definición de la FAO (1994) "... seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias...". Esto implica el cumplimiento de la siguiente condición: Una oferta y disponibilidad de alimentos adecuados, sin fluctuaciones ni escasez en función de la estación del año y el acceso a los alimentos o la capacidad para adquirirlos.

### **La Economía Solidaria**

Para referirse a este fenómeno, muchos investigadores han acuñado diferentes expresiones: economía informal, pequeña producción popular urbana, economía sumergida, economía invisible de subsistencia, economía popular, economía socialista, (Razeto, 2001, Martínez-Alier, 2007).

### **Análisis de modelado estructural interpretativo Jerárquico**

El análisis de modelado estructural interpretativo jerárquico (AMEIJ), es una de las herramientas útiles para identificar y jerarquizar barreras y facilitadores internas y externas y otros factores que afectan el éxito de un proceso organizacional. Este enfoque de análisis comienza con una identificación de variables (Ítems, Indicadores, procesos, objetivos, eventos, escenarios, estrategias.....), es decir aspectos, que son relevantes para el problema o cuestión (variables detectada con análisis reflexivo de expertos o bibliográfica del estado del arte del sistema estudiado). El Modelo estructural interpretativo, se presenta como de aplicación efectiva en el tratamiento de problemas concretos. (Perera, J. G., C. Hoffmann y J. H. Perera. 1.995)

En este orden de ideas, el AMEIJ es un proceso de aprendizaje interactivo en el que un conjunto de elementos diferentes (barreras, facilitadores y resultados deseados), directamente relacionados y clasificados de acuerdo a su jerarquía en el sistema (poder sobre el sistema o dependencia (influencia del sistema sobre ellas), se estructuran en un modelo o mapa perceptual sistémico integral jerarquizado. Además comienza por una cualificación experta en la detección de las variables importantes, así como sus relaciones directas e indirectas (relaciones reflexivas, simétricas y/o transitivas), construyéndose con esta información una matriz binaria de relaciones directas (cero: no hay relación, 1: hay relación) de la misma manera explora la influencia dinámica de diferentes elementos (variables o factores) de un sistema de elementos indirectamente relacionados, incluyendo la transitividad entre ellos. AMEIJ tiene tres dimensiones por cada letra:

- Dimensión el modelado “M” que capta las relaciones específicas de las variables y estructura general del sistema considerado, que se representa en una expresión gráfica (matricial, mapa perceptual y/o grafico binario).
- Dimensión es estructural “E”, ya que, sobre la base de la relación, se extrae una estructura global del complejo conjunto de variables.
- La dimensión interpretativa “I” se basa en el juicio de un grupo de expertos en ese ámbito respectivo. Se recopila un grupo de decisiones de expertos y decide si las variables están interrelacionadas.
- La dimensión jerarquización “J”, refiere a la graduación estratificada de subordinación por partición de la matriz binaria.

Aspectos salientes del análisis son:

- Listado y arreglo u ordenamiento de palabras clave (indicadores)
- Identificación de interrelaciones entre los indicadores (relación binarias y contextuales).
- El sistema evaluado, es objeto de descripción-interpretación, por medio de herramientas matemáticas, para su modelización.
- El sistema de representación es definido por un conjunto de relaciones binarias (dígrafo).

- Existe un acoplamiento o correspondencia entre la percepción de características relevantes del sistema objeto de modelización y el sistema de representación.

Lo que resulta en un Modelo Estructural Interpretativo (ámbito de aplicación iterativa y sistemática de la Teoría de Grafos (Harary, E, R. Z. Norman and D. Cartwright, 1965; Harary, E, 1969), para representar mediante grafos dirigidos, patrones complejos de relaciones contextuales particulares dentro de un conjunto de elementos).

La construcción del Modelo Estructural Interpretativo (MEI), asimismo, toma en cuenta:

- El conjunto de elementos del sistema analizado.
- El conjunto de relaciones contextuales.
- La relación binaria.
- El grafo dirigido de las relaciones entre elementos.

Cada paso de la metodología de modelización, es una transformación de una forma en otra, interpretable como un isomorfismo (modificación de forma, sin pérdida de información), asociado al cambio-morfogénesis del modelo (Model Exchange Isomorphism).

### **Pasos para desarrollar el AMEIJ**

- 1: Listar y describir las variables (barreras, facilitadores y resultados deseados del sistema) que afectan al sistema bajo consideración.
- 2: Para cada par de variables identificadas en el Paso 1, establecer una relación contextual (análisis reflexivo de expertos).
- 3: Desarrollar una Matriz Estructural de Auto-Interacción (ME-AI), la cual indica relaciones de pareja entre variables del sistema bajo consideración.
- 4: Desarrollar una matriz de accesibilidad (Adjacency) a partir del ME-AI.
- 5: Desarrollar la matriz de alcance (Reachability), que tome en cuenta la transitividad de la matriz. Utilizando potencia booleana de la matriz de adjacency.
6. Desarrollar las matrices de partición o niveles de jerarquía.

7: Desarrollar el dígrafo, el cual será el Modelo Estructural Interpretativo reemplazando los nodos de variable por sentencias.

## II.- METODOLOGÍA

**Diseño y tipo de investigación:** Esta investigación se corresponde con el paradigma positivista, con un enfoque cuantitativo, nivel explicativo, tipo de campo y con un diseño no experimental.

**Área de Estudio:** El área de estudio se enmarca en varias comunidades, ubicadas en los espacios urbanos, de la parroquia San Carlos de Austria del municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes como lo son: La Yaguara, San Ramón, Villas del Paraíso, Las Tejitas, Limoncito, La Medinera, Los Samanes II, la Herrereña.

**Población y Muestra:** Para identificar y determinar la población objeto de estudio, se utilizó la data suministrada por el CIARA (2014), sobre el Programa de Agricultura urbana en pequeña escala en el estado Cojedes. Siendo la población del municipio Ezequiel Zamora, de 50 patios productivos activos y en producción para noviembre del 2014.

## III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación utilizó como apoyo, los atributos de sustentabilidad y los criterios de diagnóstico propuestos en la metodología MESMIS. Astier C. *et.al.* (2008), con el propósito de construir los indicadores de sustentabilidad para este estudio, además de la realización de entrevistas a productores de diferentes localidades del municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes, la consulta de las fuentes bibliográficas relacionada con este modelo y la opinión de técnicos locales expertos en el área, mediante lo cual, se identificó una lista de 12 criterios de diagnóstico y 24 indicadores estratégicos, considerados lo de mayor importancia para este estudio (Tabla 1).

**Tabla 1.-** Indicadores estratégicos de sustentabilidad, para los patios productivos existentes, en los sectores urbanos del municipio Ezequiel Zamora del estado Cojedes.

Dimensión	Atributos	Criterios de diagnostico	Indicadores estratégicos
Social	Equidad	Organización	Nivel de Organización para el trabajo
			Mano de obra familiar
		Educación	Nivel educativo familiar
			Nivel educacional del productor
	Participación comunitaria	Participación organizacional	
		Apoyo gubernamental	
	Seguridad alimentaria	Autoabastecimiento	
		Disponibilidad de productos alimenticios	
Económico	Productividad	Financiamiento	Inversión productiva pública o privada
		Ingreso	Inversión productiva autofinanciada
	Confiabilidad	Relación B/C	Ingreso productor
			Ingreso grupo familiar
	Autogestión	Rentabilidad	Beneficios totales
			Costos totales
			Rendimiento/cultivo
		Producción total/cultivo	

		Conciencia ambiental	Practicas agroecológicas
	Estabilidad		Insumos orgánicos
Ambiental	Resiliencia		Capacitación Ambiental publica
	Adaptabilidad	Capacitación ambiental	Motivación ambiental
		Innovación tecnológica	Técnicas innovadoras
			Rotación de cultivos
		Manejo de Residuos	Residuos solidos
			Uso de agroquímicos

---

**Fuente:** Elaboración propia (2016)

### **Análisis de Modelado Estructural Interpretativo (AMEIJ)**

Mediante este análisis se determinó la influencia dinámica, de las diferentes indicadores o factores del sistema directamente relacionados, incluyendo la transitividad entre ellos, a partir del cual, se elaboró un listado con la descripción de los indicadores que conforman el sistema, en base a la variable constructo o variable real a medir que es la Sustentabilidad de los patios productivos existentes (Tabla 2)

Tabla 2. Listado de indicadores y definición

	<b>Indicadores</b>	<b>Definición</b>
<b>Dimensión</b>		
<b>Social</b>	<b>I1= Organización para el trabajo</b>	Se refiere a la administración del trabajo, ayudar a las personas a trabajar juntas y con eficiencia.
	<b>I2= Nivel Educativo</b>	Se refiere al grado más elevado de estudios realizados o en curso (primaria, secundaria, universitaria)
	<b>I3= Participación ciudadana</b>	Se refiere a que los ciudadanos debidamente organizados y utilizando mecanismos de participación popular, elevan propuestas a los entes gubernamentales y piden que se tomen en cuenta para buscar soluciones a sus problemas.
	<b>I4=Autoabastecimiento</b>	Se refiere al estado que el abastecimiento de bienes económicos depende únicamente de uno mismo
<b>Económica</b>	<b>I5= Financiamiento</b>	Se refiere al acto de dotar de dinero y de crédito a una empresa, organización o individuo.
	<b>I6= Ingreso</b>	Se refiere a la cantidad de dinero que recibe una empresa o persona, por la venta de sus productos o servicios.
	<b>I7= Rel. B/C</b>	Se refiere a la Comparación entre los beneficios y los Costos: B/C>1 Ingresos>costos B/C<1 Costos>Ingresos B/C=1 Ingresos=Costos
	<b>I8= Productividad</b>	Se refiere a la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficie de tierra cultivada.
<b>Ambiental</b>	<b>I9= Conciencia ambiental</b>	Se refiere a una filosofía general y movimiento social en relación con la preocupación por la conservación y mejoramiento del ambiente.
	<b>I10= Capacitación ambiental</b>	Se refiere a la formación educativa sobre el ambiente para su conservación y mejoramiento.
	<b>I11= Innovación tecnológica</b>	Se refiere a la utilización de nuevas tecnologías como medio para introducir un cambio o un nuevo producto o proceso.
	<b>I12= Manejo de residuos</b>	Se refiere al control humano de recolección, tratamiento y eliminación de los diferentes tipos de desechos, para reducir el nivel de impacto negativo sobre el ambiente.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Para cada par de indicadores identificados anteriormente, se estableció una relación contextual directa binaria y con los resultados obtenidos, de estas relaciones entre los indicadores, se desarrolló la Matriz estructural de auto-interacción (ME-AI), (Tabla 3), matriz construida con opinión reflexiva de expertos, la cual indica relaciones de pareja entre indicadores del sistema bajo consideración.

En la Matriz de la (tabla 3), se definieron los siguientes símbolos y criterios, utilizados para indicar la dirección de la relación entre cada par de indicadores (barreras/facilitadoras y resultados):

El símbolo “V” denota que el indicador (i) ayuda a alcanzar la variable (j)

El símbolo “A” denota que el indicador (j) ayuda a alcanzar el indicador (i)

El símbolo “X” denota que los indicadores (i y j) se ayudan mutuamente

El símbolo “O” denota que los indicadores (i y j) no están relacionadas.

**Tabla 3.** Matriz estructural de auto-interacción (ME-AI).

		Indicador (j)												
	Nº	Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indicador (i)	1	Organización	V	A	A	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	2	Nivel Educativo	V	V	V	O	O	V	O	O	V	V	X	V
	3	Participación Ciudadana	X	A	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V
	4	Autoabastecimiento	O	O	O	V	A	A	A	A	O	O	O	O
	5	Financiamiento	A	A	A	V	V	V	V	V	O	V	V	V
	6	Ingreso	O	V	O	V	A	V	V	V	O	V	V	V
	7	Rel. B/C	A	A	A	V	A	A	V	V	O	A	A	V
	8	Productividad	A	A	A	V	A	V	V	V	O	X	X	A
	9	Conciencia ambiental	O	A	A	O	O	O	O	O	V	A	O	V
	10	Capacitación ambiental	X	O	V	O	O	O	O	O	V	V	X	V
	11	Innovación tecnológica	O	A	A	O	A	X	V	V	O	A	V	V
	12	Manejo de residuos	A	A	A	O	A	A	A	A	A	A	A	V

A partir de la ME-AI, usando las siguientes reglas, se construyó la MAI (Tabla 4)

Si la entrada (i, j) en el ME-AI es V, la entrada (i, j) en la matriz de accesibilidad se establece en 1 y la entrada (j, i) se pone a 0.

Si la entrada (i, j) en el ME-AI es A, la entrada (i, j) en la matriz de accesibilidad se establece en 0 y la entrada (j, i) se establece en 1.

Si la entrada (i, j) en el ME-AI es X, la entrada (i, j) en la matriz de accesibilidad se establece en 1 y la entrada (j, i) se establece en 1.

Si la entrada (i, j) en el ME-AI es O, la entrada (i, j) en la matriz de accesibilidad se establece en 0 y la entrada (j, i) se pone a 0.

**Tabla 4.** Matriz de accesibilidad Inicial (MAI).

		Indicador (j)												
	Nº	Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indicador (i)	1	Organización	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	2	Nivel Educativo	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	3	Participación Ciudadana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	4	Autoabastecimiento	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	5	Financiamiento	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	6	Ingreso	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	7	Rel. B/C	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	8	Productividad	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	9	Conciencia ambiental	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
	10	Capacitación ambiental	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	11	Innovación tecnológica	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
	12	Manejo de residuos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

De esta matriz de accesibilidad inicial, tomando en cuenta, tanto la asimetría, como la regla de transitividad, se desarrolló la matriz de alcanzabilidad con Transitividad indicada (Tabla 5).

En la matriz de alcanzabilidad con transitividad indicada, los ceros por transitividad se escriben en *números negritos y cursivos subrayados*, según opinión de expertos.

**Tabla 5.** Matriz de alcanzabilidad con transitividad indicada (**0**).

		Indicador (j)												
	Nº	Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indicador (i)	1	Organización	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>0</b>	1
	2	Nivel Educativo	1	1	1	0	0	1	0	<b>0</b>	1	1	1	1
	3	Participación Ciudadana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	4	Autoabastecimiento	<b>0</b>	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	5	Financiamiento	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	6	Ingreso	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	7	Rel. B/C	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	8	Productividad	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	9	Conciencia ambiental	0	1	0	0	0	0	0	0	1	<b>0</b>	1	1
	10	Capacitación ambiental	1	<b>0</b>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	11	Innovación tecnológica	<b>0</b>	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
	12	Manejo de residuos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

En matriz de alcanzabilidad con transitividad indicada (Tabla 5) al sustituir los  $\theta$  anteriores por  $\underline{1}$ , se obtuvo la matriz de alcanzabilidad final con transitividad incorporada (Tabla 6).

**Tabla 6.** Matriz de alcanzabilidad final, con transitividad incorporada ( $\underline{1}$ ).

		Indicadores (j)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Indicadores (i)	1	Organización		1	1	1	1	1	1	1	1	<u>1</u>	1	11
	2	Nivel Educativo	1		1	0	0	1	0	<u>1</u>	1	1	1	8
	3	Participación. Ciudadana	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	11
	4	Autoabastecimiento	<u>1</u>	0	0		1	1	1	1	0	1	1	8
	5	Financiamiento	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1	10
	6	Ingreso	0	1	0	1	1		1	1	0	1	1	8
	7	Rel. B/C	1	1	1	1	1	1		1	0	1	1	10
	8	Productividad	1	1	1	1	1	1	1		0	1	1	10
	9	Conciencia ambiental	0	1	1	0	0	0	0	0		1	<u>1</u>	5
	10	Capacitación ambiental	1	<u>1</u>	1	0	0	0	0	0	1		1	6
	11	Innovación tecnológica	<u>1</u>	1	1	0	1	1	1	1	0	1		9
	12	Manejo de residuos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11
		9	10	9	7	8	9	8	9	5	11	11	11	
		<b>Dependencia</b>												

En la Tabla anterior se detecta, que los indicadores I1 (organización); I3(participación ciudadana); I5 (financiamiento); I7 (relación B/C); I8 (Productividad); I12 (Manejo de residuos), presentan alta motricidad en el sistema, es decir tienen alta influencia sobre el sistema y los indicadores I2(nivel educativo); I4 (Autoabastecimiento); I6 (Ingreso); I9 (Conciencia ambiental); I10 (capacitación ambiental); I11 (innovación tecnológica); I12 (Manejo de residuos), presentan alta dependencia del sistema, lo que significa que al modificar o intervenir los indicadores de alta motricidad, se cambian o modifican potencialmente los indicadores de alta dependencia.

Posteriormente a partir de la Matriz de alcanzabilidad final (Tabla 6) se divide en diferentes niveles o particiones para jerarquizar los indicadores por nivel y orden de intervención. (Tabla 7,8 y 9).

La alcanzabilidad es la mayor o menor cantidad de aristas y nodos que es necesario atravesar para llegar al nodo de referencia desde alguno de los restantes.

La alcanzabilidad establecida (Fila) para un indicador individual consiste en el mismo y de los otros indicadores que pueden ayudar a lograr a ser alcanzado.

La alcanzabilidad antecedente (Columna) consiste en los mismos indicadores y los otros indicadores que pueden ayudar a lograr alcanzarse ellos mismos.

La intersección de ambos conjuntos de Fila-Columnas, determina los grupos de accesibilidad o particiones.

**Tabla 7.** Nivel de partición de los indicadores - Partición 1.

<b>Indicador</b>	<b>alcanzabilidad Establecida Fila. i</b>	<b>alcanzabilidad Antecedente: Columna. j</b>	<b>Intersección. fila/columna</b>	<b>Nivel</b>
<b>1</b>	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12	
<b>2</b>	1,2,3,6,8,9,10,11,12	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,6,8,9,10,11,12	<b>I</b>
<b>3</b>	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,5,7,8,10,11,12	1,2,3,5,7,8,10,11,12	
<b>4</b>	1,4,5,6,7,8,10,11,12	1,3,4,5,6,7,8,12	1,4,5,6,7,8,12	
<b>5</b>	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12	1,3,4,5,6,7,8,11,12	1,3,4,5,6,7,8,11,12	
<b>6</b>	2,4,5,6,7,8,10,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12	2,4,5,6,7,8,11,12	
<b>7</b>	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12	1,3,4,5,6,7,8,11,12	1,3,4,5,6,7,8,11,12	
<b>8</b>	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12	
<b>9</b>	2,3,9,10,11,12	1,2,3,9,10,12	2,3,9,10,12	
<b>10</b>	1,2,3,9,10,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,9,10,11,12	<b>I</b>
<b>11</b>	1,2,3,5,6,7,8,10,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,5,6,7,8,10,11,12	<b>I</b>
<b>12</b>	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	<b>I</b>

El Nivel educativo (indicador 2), la Capacitación ambiental (indicador 10), la Innovación tecnológica (indicador 11) y el Manejo de residuos (indicador 12) se encuentran en el nivel I, por lo tanto, estas variables serán colocadas en la parte superior de la jerarquía del Modelo Estructural Interpretativo.

Descubierto este nivel y sus indicadores, se eliminan estos de toda la tabla y se comienza, con la partición 2, hasta que se descubren los indicadores de los niveles

siguientes. Con los niveles identificados se construye el dígrafo o Modelo Estructural Interpretativo final jerarquizado.

**Tabla 8.** Nivel de partición de los indicadores - Partición 2.

Variables	alcanzabilidad Establecida Fila. i	alcanzabilidad Antecedente: Columna. j	Intersección. fila/columna	Nivel
1	1,3,4,5,6,7,8,9	1,3,4,5,7,8,	1,3,4,5,7,8	II
3	1,3,4,5,6,7,8,9	1,3,5,7,8	1,3,5,7,8	
4	1,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	1,4,5,6,7,8	II
5	1,3,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	II
6	4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	4,5,6,7,8	II
7	1,3,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	II
8	1,3,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	1,3,4,5,6,7,8	II
9	3,9	1,3,9,	3,9	

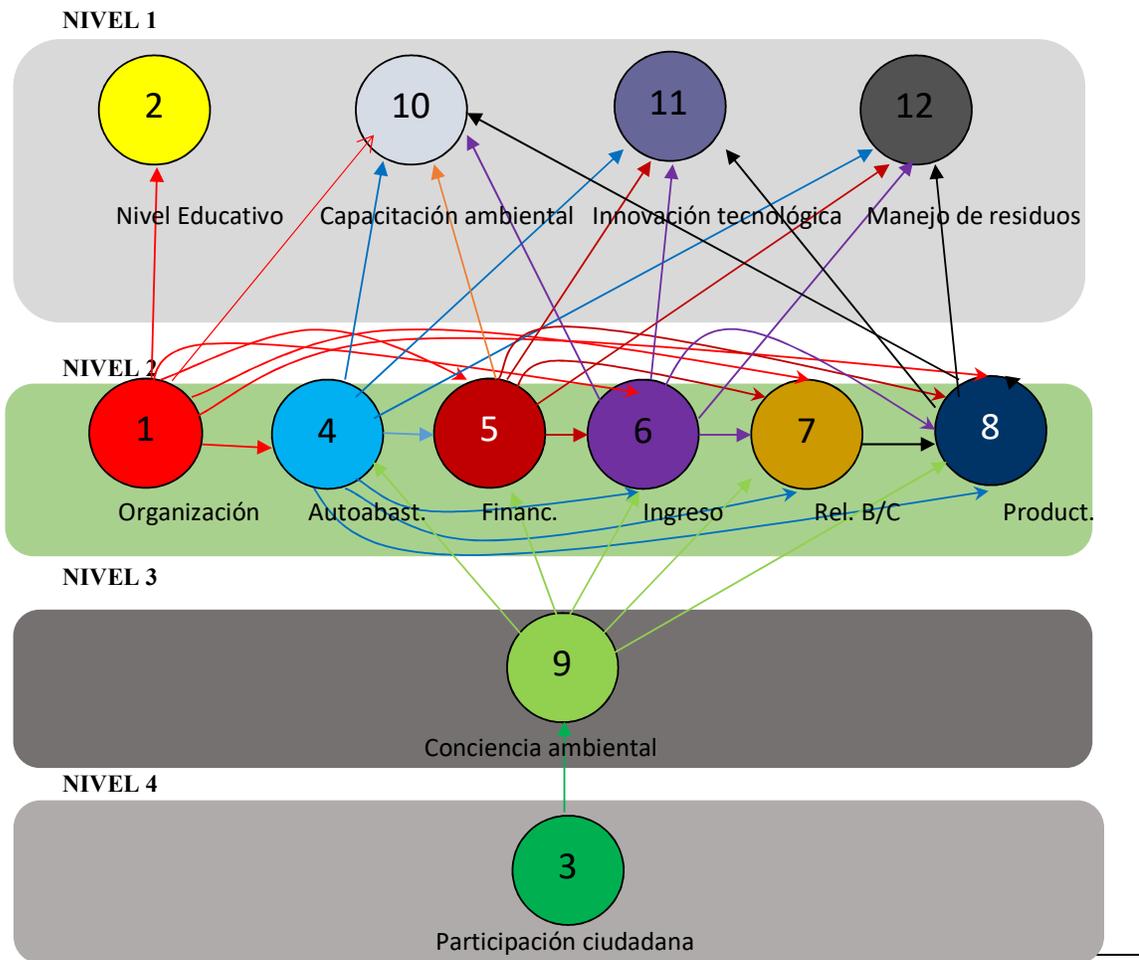
Aquí en esta segunda partición, se detecta que los indicadores I1, I4, I5, I6, I7 y I8 (Organización para el trabajo, Autoabastecimiento, Financiamiento, Ingreso familiar, Relación B/C y Productividad), estarán en el nivel 2.

En la siguiente partición 3, se eliminan de la lista los indicadores I1, I4, I5, I6, I7 y I8.

**Tabla 9.** Nivel de partición de los indicadores - Partición 3.

Indicador	alcanzabilidad Establecida Fila. i	alcanzabilidad Antecedente: Columna. j	Intersección. fila/columna	Nivel
3	1,3,4,5,6,7,8,9	1,3,5,7,8	1,3,5,7,8	IV
9	3,9	1,3,9,	3,9	III

De la partición 3 anterior, los indicadores que siguen en orden descendente en la figura del modelo o mapa perceptual es la I9 (Conciencia ambiental) y la I3 (Participación ciudadana), quedando el indicador I3, en el fondo del modelo estructural interpretativo jerarquizado, de esta manera se obtiene el dígrafo o Modelo Estructural Interpretativo jerárquico, que indica el orden jerarquizado de intervención de los indicadores (Figura 4)



**Figura 4.-** Dígrafo o Modelo Estructural Interpretativo jerárquico (Demostene, 2017)

A partir del dígrafo o modelado estructural interpretativo jerárquico (AMEIJ), se determina el nivel jerárquico de los indicadores, así como el orden jerarquizado de intervención de los mismos. En la Figura 4 correspondiente al modelo estructural interpretativo jerárquico del sistema de los patios productivos hortícolas analizado, se visualizan los cuatro (4) niveles jerárquicos de mayor a menor nivel, de los indicadores estudiados, resultantes del proceso de jerarquización o partición.

El nivel uno (1) o máximo nivel está conformado por los indicadores: I2 Nivel educativo; I10 Capacitación ambiental; I11 Innovación tecnológica y I12 Manejo de residuos, estos indicadores no necesitan ser intervenidos ya que ocupan nivel tope que pueden alcanzar. El nivel dos (2) está conformado por los indicadores: I1 Organización; I4 Autoabastecimiento; I5 Financiamiento; I6 Ingreso; I7 Rel. B/C; I8 Productividad.

El nivel tres (3) representado por el indicador I9 Conciencia ambiental y el nivel cuatro (4) mínimo nivel integrado por el indicador I3 Participación ciudadana.

Sin embargo, el orden de intervención de cada indicador, comienza en forma ascendente de menor a mayor nivel jerárquico, en este caso, el primer indicador a intervenir será el I3 Participación ciudadana que está en el nivel 4, para que pueda alcanzar el siguiente nivel superior nivel 3 y así sucesivamente hasta alcanzar el nivel uno (1) o máximo nivel, de la misma manera se procede con los otros indicadores que ocupan los siguientes niveles, hasta que todos los indicadores alcancen el nivel óptimo (Nivel máximo, donde los indicadores no requieren de ninguna intervención).

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Partiendo de los resultados obtenidos en la presente investigación sobre el Modelado estructural interpretativo del sistema de los patios productivos hortícolas existentes, se concluye:

1.- Mediante el análisis modelado estructural interpretativo jerárquico (AMEIJ), se identificaron y cualificaron los indicadores que presentan mayor motricidad (mayor influencia sobre los patios productivos existentes) como: V1(Organización para el trabajo)-V3 (Participación ciudadana) -V5 (Financiamiento) -V7 (Relación B/C)-V12(Manejo de residuos) y las que presentan mayor dependencia del sistema V2(Nivel educativo), V10(Capacitación ambiental), V11(Innovación tecnológica), V12(Manejo de residuos), así como sus relaciones directas e indirectas (relaciones reflexivas, simétricas y/o transitivas).

2.- Así mismo el análisis determino, el orden jerarquizado de intervención de los indicadores analizados: Nivel 1(máximo nivel) I2 Nivel educativo; I10 Capacitación ambiental; I11 Innovación tecnológica y I12 Manejo de residuos, estos indicadores no necesitan ser intervenidos ya que ocupan nivel tope que pueden alcanzar. El nivel dos (2) está conformado por los indicadores: I1 Organización; I4 Autoabastecimiento; I5 Financiamiento; I6 Ingreso; I7 Rel. B/C; I8 Productividad. El nivel tres (3) ocupado por el indicador I9 Conciencia ambiental y el nivel cuatro (4) mínimo nivel integrado por el indicador I3 Participación ciudadana; constituyen los indicadores que requieren una intervención prioritaria para alcanzar el nivel óptimo superior, que es el nivel donde todos los indicadores, ayudan a alcanzar la sustentabilidad del sistema evaluado).

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Barrios, C. 2000. Nuevas y viejas fronteras. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Universidad de Barcelona. No. 69(50). Agosto. Recuperado de: <http://www.Ub.es/geocrit/sn-69-50.htm>. 30/05/02. [consulta octubre 2017].
- Brockerhoff, M. 2005. Lograr la seguridad alimentaria y nutricional urbana en el mundo en desarrollo. Recuperado de: [http://www.ifpri.org/spanish/2020/03focus/03\\_06sp.htm#top](http://www.ifpri.org/spanish/2020/03focus/03_06sp.htm#top) [consulta junio 2017].
- Cáceres, D, Funes F. 2007. Agricultura Orgánica versus Agricultura Industrial. Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. Agroalimentaria, vol.16.
- Campanioni, N., A. Rodríguez, M. Carrión, R. Alonso, Y. Ojeda y E. 1997. Agricultura urbana en Cuba: Su participación en la seguridad agroalimentaria. Instituto de Investigaciones Fundamentales en agricultura Tropical (INIFAT), MINAGRI. Cuba.
- CIARA, 2012 “El proyecto de desarrollo y consolidación de la agricultura urbana”, Fundación CIARA [Documento en línea] En: [http://www.ciara.gob.ve/agricultura\\_urbana.html](http://www.ciara.gob.ve/agricultura_urbana.html) [Consulta mayo 2017].
- CIARA. 2016. Registro de las UPA o patios productivos hortícolas activos en producción hasta Noviembre 2014 - Cojedes-Venezuela.
- Cobos, A. y Góngora, S. 1997. Una metodología para la identificación y análisis de sistemas de producción agropecuaria en áreas de pequeños productores. Colombia. FONAIAP-CENIAP.

- CMMAD, 1987. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común Recuperado de: <http://daccessdds.un.org/doc/RESOLUTION/GEN/NR0/521/06/IMG/NR052106.pdf?OpenElement>) ONU (11/12/1987). [Consulta agosto 2017].
- Chavarrías, M. Agricultura Urbana y Seguridad Alimentaria. Diario de la Seguridad Alimentaria. Recuperado de: [http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad\\_y\\_consumo/2005/06/09/18530.php](http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2005/06/09/18530.php)2005<[http://www.alopresidente.gob.ve/info/8/1513/gobierno\\_nacional\\_fortalece.html](http://www.alopresidente.gob.ve/info/8/1513/gobierno_nacional_fortalece.html) y [http://www.avn.info.ve/node/42036?guicktabs\\_5=8](http://www.avn.info.ve/node/42036?guicktabs_5=8) [consulta mayo 2017].
- Demostene, R. 2009. Evaluación del Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESEA) como estrategia para el Desarrollo de las comunidades rurales del Estado Cojedes (Periodo 2004-2006). Trabajo especial de grado para optar al grado de Magister Scientarun en Desarrollo Rural. UNELLEZ -Venezuela.
- FAO.1994. Feslm: an International Framework for evaluating sustainable land Management. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Report. 74 pp.
- Gómez, A. 1991. Metodología para la identificación y caracterización de sistemas de producción agropecuarias. Seminario: el enfoque de sistemas en la programación de investigación agropecuaria. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP-CIARZU. Serie C N° 12-21
- Gutman, P. Urban agriculture: the potential and limitations of an urban self-reliance strategy. Food and Nutrition Bulletin, 1987, vol. 9, no. 2
- Harary, F., y Norman, R.Z. 1963. Graph Theory as a Mathematical Model in Social Science. Univ. of Michigan, Institute for Social Research. Ann. Arbor.
- Harary, F., Norman, R.Z. y Cartwright, D. 1963, Structural models. An introduction to the Theory of directed Graphs. Ed. Wiley, New York, 1965; Flament, C., Applications of Graph Theory to Group Structure, Prentice Hall.
- Masera, O., Astier, M. y S. López-Ridaura 2000 Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. Pátzcuaro, Michoacán, Mundi-Prensa México, GIRA, UNAM, Instituto de Ecología.
- Nugent, R. 1999. Is Urban Agriculture Sustainable in Hartford, Connecticut (USA). En: Furuseth, O. and Lapping, M. (Eds.), Contested Countryside: The Rural Urban Fringe in North America. Ashgate, London.
- Perera, J., Hoffmann, Y. 1995. Modelización estructural interpretativa de Ins procesos de envejecimiento del embalse de Termas de río Hondo. Tucumán (Arg.). Grupo Ciencias del Ambiente, Higiene y Seguridad Laboral, Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional. Memoria de un Proyecto de investigación. 55 páginas.

- Popin. 2013. United Nations Population Information Network. Retrieved January 29, 2015, from <http://www.un.org/popin/>
- Razeto, L. 2001. Desarrollo, transformación y perfeccionamiento de la economía en el tiempo. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Bolivariana.
- Romero, L. y Escobar, R. 1999. Diccionario de ciencias hortícolas. Sociedad Española de ciencias hortícolas. Madrid. Ediciones Mundi-prensa.
- Saravia, A. 1983. Un enfoque de sistema para el desarrollo agrícola. Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Warfield, J. 1973. Constructing Operational Value Systems for Proposed Two- Unit Coalitions. Proceedings of the 1973 I.E.E.E. Decision and Control Conference. Dec. 1973 (a): 204-213.
- Warfield, J. 1974. Developing Interconnection Matrices in Structural Modelling. I.E.E.E. Transactions on Systems, Man und Cybernetics,
- Warfield, J. N. 1974. Toward Interpretation of Complex Structural Models. I. E. E. E. Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. SMC-4 (5): 405-417.
- Warfield, J. 1976. Implication Structures for System Interconnection Matrices. I. E. E. E. Transactions on Systems, Man and Cybernetics.
- Warfield, J. N. 1976. Societal Systems: Planning, Policy and Complexity. John Wiley & Sons. New York.

---

## **EPISTEMÁTICA II: CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**



# APLICACIÓN DE MÉTODOS COMBINADOS PARA EL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

## APPLICATION OF COMBINED METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL CONTROL OF FRUITS AND VEGETABLES

**William Zambrano-Herrera**

### RESUMEN

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue documentar la información disponible acerca de los métodos combinados para el control de microorganismos deteriorativos de frutas y hortalizas, productos que están presentes en la vida cotidiana de los consumidores, pero también son unos de los más perecederos. Particular importancia recobra el hecho de que algunas frutas son estacionales, por lo que su pulpa debe ser almacenada para contar con materia prima hasta la siguiente cosecha anual. De los microorganismos se sabe que existe una flora típica que acompaña los tejidos vegetales, y una flora oportunista que aprovecha determinadas condiciones para invadirlos y proliferar en forma exponencial, acortando su vida útil. Existen tratamientos térmicos muy efectivos, pero también invasivos, que reducen las propiedades organolépticas del producto y su carácter fresco. Es por ello, que en los últimos años se han venido estudiando las tecnologías de obstáculos o métodos combinados aplicados a frutas y hortalizas frescas o mínimamente procesadas. Tales métodos hacen uso del conocimiento de los factores intrínsecos o extrínsecos que gobiernan el crecimiento microbiano, para implementarlos de tal forma que afecte el metabolismo del microorganismo, obligándolo a inhibirse o destruirse. El control hace énfasis en el potencial de hidrógeno (pH), acidez, actividad de agua, potencial óxido-reducción, temperaturas de refrigeración, entre otras para asegurar la conservación de los tejidos vegetales el mayor tiempo posible.

**Palabras clave:** *microorganismo, vida útil, tecnologías de obstáculos, metabolismo*

#### **William Zambrano**

MSc. en Ingeniería Agroindustrial. Profesor Asociado a Dedicación Exclusiva, Programa Ciencias del Agro y del Mar-UNELLEZ-san Carlos, estado Cojedes, Venezuela.

Área de Conocimiento: Bioquímica y Tecnología de Procesos. [williamz@unellez.edu.ve](mailto:williamz@unellez.edu.ve)

---

## SUMMARY

The objective of this bibliographic review was to document the available information about the combined methods for the control of deteriorating microorganisms in fruits and vegetables, products that are present in the daily life of consumers, but are also one of the most perishable. Of particular importance is the fact that some fruits are seasonal, so their pulp must be stored to have raw material until the next annual harvest. From microorganisms it is known that there is a typical flora that accompanies plant tissues, and an opportunistic flora that takes advantage of certain conditions to invade and proliferate exponentially, shortening their useful life. There are very effective, but also invasive thermal treatments that reduce the organoleptic properties of the product and its fresh character. That is why, in recent years, obstacle technologies or combined methods applied to fresh or minimally processed fruits and vegetables have been studied. Such methods make use of the knowledge of the intrinsic or extrinsic factors that govern microbial growth, to implement them in such a way that it affects the metabolism of the microorganism, forcing it to be inhibited or destroyed. The control emphasizes the hydrogen potential (pH), acidity, water activity, oxide-reduction potential, refrigeration temperatures, among others, to ensure the conservation of plant tissues as long as possible.

**Keywords:** *microorganism, shelf life, obstacle technologies, metabolism*

## PERECIBILIDAD DE FRUTAS Y HORTALIZAS. NECESIDAD DE CONSERVACIÓN

Según Nickerson y Ronsivalli (1978), las frutas como aquellas partes de plantas que contienen sus semillas, e incluyen no sólo géneros bien conocidos, como manzanas, frutas cítricas, fresas y similares, sino también otras incluidas en las hortalizas, como tomates, pimientos y pepinos. Sin embargo, la definición popular ampliamente extendida relaciona a las frutas con aquellas naturalmente dulces y que son normalmente usadas en postres.

Por otra parte, las hortalizas son alimentos que incluyen varias partes comestibles de las plantas como hojas, raíces, tubérculos, flores y tallos, que pertenecen a un grupo importante de alimentos que proveen a los consumidores requerimientos importantes tales como proteínas, almidones, grasas, minerales, azúcares y vitaminas.

Por su parte, Alzamora *et. al.* (2004), concuerda en que las frutas y las hortalizas son los mejores transportadores de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y otras sustancias bioactivas, además de carbohidratos, proteínas y

calorías. Estos efectos nutricionales y promotores de la salud mejoran el bienestar humano y reducen el riesgo de varias enfermedades.

Sin embargo, Pérez (S/F) explica que todas las frutas y hortalizas en su estado natural son susceptibles de deterioro por acción de microorganismos, a una velocidad que depende de diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos. Por esta causa, procedimientos como el secado, salado, fermentación, congelación, refrigeración, enlatado o irradiación han sido utilizados para la preservación de las mismas. En algunos casos, dos o más de estos procesos pueden ser combinados. Sin embargo, la esterilidad total es raramente conseguida; simplemente, el tratamiento altera la flora o el entorno, o ambos, de tal forma que se incrementa la estabilidad del alimento.

De hecho, Alzamora (*ob. cit.*) sitúa hasta un 23% las pérdidas de las frutas y las hortalizas debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 40-50% en las regiones tropicales y subtropicales (FAO, 1995). Las pérdidas también ocurren durante la vida útil y la preparación en el hogar y en los servicios de comida. Más aún, en muchos países en desarrollo la producción de alimentos hortofrutícolas para el mercado local o la exportación es limitada debido a la falta de maquinarias y de infraestructura. La reducción de las altas pérdidas de frutas y hortalizas requiere la adopción de varias medidas durante la cosecha, el manipuleo, el almacenamiento, el envasado y el procesamiento de frutas y hortalizas frescas para obtener productos adecuados con mejores propiedades de almacenamiento.

Aunado a lo anterior, muchas frutas son estacionales, es decir, se cosechan durante una determinada época del año, lo que lleva consigo la necesidad de preservarlas el mayor tiempo posible para tener disponibilidad de materia prima útil para el resto del año. Por lo tanto, es imprescindible el uso de tecnologías apropiadas que permitan su conservación, siendo las más comunes la refrigeración y la congelación. Sin embargo, en los últimos años, en Venezuela se han estado presentando innumerables deficiencias en el servicio eléctrico, que van desde cortes programados por zonas para disminuir la carga eléctrica conocidos técnicamente como Planes de Administración de Cargas (PAC), o popularmente como racionamientos, hasta apagones masivos de varios días que ponen en jaque las

diversas de cadenas de frío puestas en práctica para la conservación no sólo de frutas y hortalizas, sino de los alimentos altamente perecederos en general.

De esta manera, resulta evidente la implementación de tecnologías de conservación no dependientes de la cadena de frío, pero tampoco de tratamientos térmicos intensos que vayan en detrimentos de sus atributos de calidad físico-química y sensorial.

### **MICROFLORA DE FRUTAS FRESCAS**

Hui *et. al.* (2006) explica que la mayoría de las frutas frescas tienen una cubierta protectora cerosa a prueba de agua que funciona como una barrera contra la entrada la mayoría de microorganismos patógenos de las plantas. Sin embargo, aún así, la piel alberga una microflora normal que incluye bacterias y hongos (Hanklin y Lacy, 1992). Estos microorganismos se unen a la piel gracias a diversos medios de contacto como el aire, el suelo compostado, los insectos como *Drosophila melanogaster* o la mosca de la fruta que inoculan la piel o superficie externa con una variedad de bacterias gramnegativas (*Pseudomonas*, *Erwinia*). De igual forma, la recolección manual de los productos frescos inocula las superficies de las frutas con *Staphylococcus*. El contacto con el suelo, especialmente el compost parcialmente procesado o el estiércol agrega diversos microorganismos patógenos aerobios, especialmente del género fecal-oral, incluyendo *Enterobacter*, *Shugella*, *Salmonella*, *E.coli* 0157:H7, *Bacillus cereus*, así como ciertos virus como la hepatitis A, el rotavirus, el de la enfermedad de Norwalk, todos transmitidos por el consumo de frutas frescas.

La microflora fúngica normal de las frutas incluye mohos como *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicilium*, *Eurotium*, *Wallemia*, mientras que las levaduras como *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Hanseniospora*, *Cándida*, *Debaryomyces* y *Pichia sp.* son la más predominantes. Estos microorganismos están restringidos para permanecer en la superficie externa de las frutas siempre que la piel esté sana o intacta. Cualquier corte o contusión que aparezca durante las operaciones del procesamiento postcosecha permite su entrada al tejido blando interno menos protegido.

## MICROFLORA DE PRODUCTOS DE FRUTAS PROCESADOS

Los métodos de procesamiento poscosecha incluyen una gama diversa de tratamientos físicos y químicos para mejorar la vida útil de los productos frescos. Las frutas recién cortadas mínimamente procesadas permanecen en un estado fresco crudo sin congelación o procesamiento térmico, o adición de conservantes o aditivos alimentarios, y se pueden comer crudas o convenientemente cocinadas. Estas frutas mínimamente procesadas se lavan, se cortan en cubitos, se pelan, recortan y embalan, lo que conduce a la eliminación de cutícula natural de la fruta, permitiendo un fácil acceso de la microflora normal verdadera u oportunista externa hacia la parte interna (Hui *et. al.*, *ob. cit.*).

El enjuague de productos frescos con agua contaminada o la reutilización de agua procesada agrega *E. coli 0157: H7*, *Enterobacter*, *Shigella*, *Salmonella sp.*, *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, *Cyclospora caytanensis*, *Toxiplasma gondii* y otros agentes causantes de enfermedades transmitidas por alimentos en humanos, aumentando así la carga microbiana de los productos frescos, y por ende, serán transmitidos al producto resultante del procesamiento de tales frutas.

Del mismo modo, Hui *et. al.*, (*ob.cit*) explica que los productos derivados de frutas como concentrados, jaleas, mermeladas, conservas y jarabes reducen su actividad del agua (*aw*) por la adición de azúcar y calentamiento a 60–82 °C, que mata la mayor parte de los hongos xerotolerantes, además de frenar el crecimiento de bacterias. Sin embargo, la microflora de estos productos puede incluir levaduras altamente osmofílicas y ciertos formadores de endosporas como el *Clostridium*, *Bacillus sp.* que resisten los procedimientos de enlatado. Asimismo, en zumos de frutas y néctares pasteurizados se da el caso donde se suprimen la mayoría de las bacterias, levaduras y mohos vegetativos pero pueden permanecer aquellos termorresistentes como *ascosporas* o *esclerocios* que producen *Paecilomyces sp.*, *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.* (Splittstoesser, 1991). Walls y Chuyate (2000) informaron la aparición de *Alicyclobacillus acidoterrestris*, una bacteria formadora de endosporas en naranja pasteurizada y zumos de manzana.

## FACTORES MÁS IMPORTANTES QUE INTEREVIENEN EN EL CRECIMIENTO MICROBIANO EN FRUTAS Y HORTALIZAS

Las frutas están compuestas de polisacáridos, azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales que funcionan como eminentes reservorios o sustratos nutritivos que dictan el tipo de microorganismos que crecerán y se perpetuarán en presencia de la microflora específica y condiciones ambientales circundantes. Por lo tanto, se puede predecir el desarrollo de la microflora sobre la base de las características del sustrato. Las frutas frescas exhiben la presencia de poblaciones mixtas, y la tasa de crecimiento de cada microorganismo depende de una serie de factores que determinan su sobrevivencia (Huy, 2006, p. 5).

Por su parte, Torrealba (2020), describe que los factores que influyen en el crecimiento de los microorganismos en los alimentos son generalmente designados como factores intrínsecos y factores extrínsecos; donde los primeros corresponden a las características físico-químicas del propio alimento y los segundos corresponden a las condiciones de almacenamiento y a las condiciones ambientales. Además, existen otros factores, los cuales tienen que ver con las características de los propios microorganismos y que son designados como factores implícitos.

### Factores Intrínsecos

#### 1. Concentración de iones hidrógeno (pH), ó acidez iónica

Las células microbianas carecen de la capacidad de ajustar su potencial de Hidrógeno (pH) interno, por lo tanto, se ven afectadas por cambios en el pH, por lo que podrían crecer mejor a valores de pH cercanos a la neutralidad. Las bacterias exhiben un rango de pH estrecho, sin embargo, las levaduras y mohos son más tolerantes a los ácidos que las bacterias. Las frutas poseen pH más ácido (<4,4) favoreciendo así el crecimiento de levaduras y mohos (Huy, *ob. cit.*). El pH adverso afecta el funcionamiento de la respiración, las enzimas microbianas y el transporte de nutrientes hacia la célula. El pH intracelular del citoplasma microbiano permanece razonablemente constante debido a la relativa impermeabilidad de la membrana celular al hidrógeno ( $H^+$ ) y los iones hidroxilo ( $OH^-$ ) y también a que los compuestos celulares clave como el Adenosin Trifosfato (ATP) y

el Ácido desoxirribunucleico (ADN) requieren esa neutralidad (Brown, 1964). Los cambios de pH también afectan la morfología de algunos microorganismos como *Penicillium chrysogenum* que muestran una longitud disminuida de hifas a un pH superior a 6,0. Barth *et. al.* (2009), reportaron que hortalizas frescas, melones y algunas frutas, como la papaya, tienen un pH superior a 4,5 y los microorganismos de descomposición predominantes son las bacterias mesofílicas, específicamente las *pseudomonas* y *Erwinia*.

Los microorganismos intentan mantener el pH interno dentro de un rango estable limitado y en un valor mayor que el del medio. De esta manera, los mecanismos de control interno tratan de impedir que los protones de  $H^+$  crucen la membrana celular y entren al citoplasma y a su vez, expulsan aquellos protones que hayan penetrado dentro de la célula. Esto demanda energía y por tanto, la velocidad de crecimiento microbiano disminuye, porque mientras más bajo es el pH, aumentan los requerimientos energéticos de la célula y ya no queda suficiente energía disponible para otras funciones celulares, rompiendo así la homeostasis interna. Cuando esto sucede, el pH citoplasmático disminuye y la célula microbiana muere.

## 2. Actividad de agua ( $a_w$ , por sus siglas en inglés)

Hui, (*ob. cit.*) explica que el agua es un componente universal requerido por todas las células vivas, y los microbios no son la excepción. La cantidad de agua requerida para el crecimiento de microorganismos varía. El requerimiento de agua de microbios se define como la actividad del agua ( $a_w$ ) o relación entre la presión de vapor de agua del alimento respecto a la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura, como se presenta en la siguiente ecuación:

$$a_w = \frac{p}{p_0} \quad [1]$$

donde  $p$  es la presión de vapor de la solución y  $p_0$  es la presión de vapor del solvente. Este parámetro también puede ser determinado de acuerdo a Christian (1963), quien relacionó la actividad del agua la humedad relativa (HR) de la siguiente manera:

$$HR = 100 \times a_w \quad [2]$$

De esta manera, la humedad relativa de un alimento correspondiente a una  $a_w$  más baja tiende a desecarse y viceversa. En general, la mayoría de los productos frescos tienen un valor  $a_w$  superior 0,99 que es suficiente para el crecimiento de bacterias y mohos; sin embargo, las bacterias, particularmente las gramnegativas, son más estrictas con respecto a los cambios  $a_w$ , mientras que los mohos pueden crecer a un nivel tan bajo como 0,80. Los rango más bajo de valores de  $a_w$  permeables para bacterias halófilas, hongos xerofílicos y levaduras osmofílicas se ubica entre 0,75-0,61. Por lo tanto, cada microbio tiene su propio rango característico de  $a_w$  óptimo para crecimiento y multiplicación en la que también se ven afectados por la temperatura, el pH, la disponibilidad de oxígeno y las propiedades nutritivas del sustrato como la presencia de ácidos orgánicos u otros metabolitos secundarios que realizan una acción inhibitoria, reduciendo así el rango  $a_w$  que desencadena una disminución rendimiento de las células y aumento de la fase de retraso para el crecimiento, dando como resultado una disminución de la tasa de crecimiento y el tamaño del final población (Wodzinsky y Frazier, 1961).

La reducción de la actividad del agua genera estrés y ejerce efectos adversos que influyen en todas las actividades metabólicas vitales de la célula microbiana, ya que el equilibrio interno del microorganismo se perturba por la alta presión osmótica externa, impidiendo así su reproducción. Si la reducción de la  $a_w$  por agregado de solutos o deshidratación se vuelve más extrema, la célula microbiana es incapaz de reparar la homeostasis y no puede proliferar, llevándola a la muerte.

### 3. Potencial óxido-reducción (P.O.R.) / Capacidad de equilibrio REDOX

El tipo de crecimiento microbiano depende del poder de oxidación y reducción del sustrato. El potencial de oxidación-reducción de un sustrato puede definirse como la facilidad con que el sustrato pierde o gana electrones y, a su vez, se oxida o reduce, respectivamente. Los microorganismos aeróbicos requieren sustratos oxidados (P.O.R. positivo) para el crecimiento mientras que los anaeróbicos los requieren reducidos (P.O.R. negativo) (Walden y Hentges, 1975). Las frutas contienen azúcares y ácido ascórbico para mantener las condiciones reductoras, aunque la mayoría de los vegetales tienden a tener valores positivos (300–400 mV). Por lo tanto, las bacterias y los mohos aeróbicos comúnmente deterioran las frutas y sus productos derivados. El P.O.R de los alimentos

puede determinarse por: (1) características del pH del alimento, (2) Capacidad de equilibrio, (3) Presión de oxígeno de la atmósfera, (4) acceso atmosférico a los alimentos.

La capacidad de equilibrio podría definirse como el grado de que un alimento resiste cambios externos en pH que depende de la concentración de compuestos oxidantes o reductores en el sustrato. Esto altera la habilidad de los tejidos vivos para metabolizar oxígeno a valores de P.O.R. bajos que existen en los alimentos envasados al vacío. Los microbios aerobios incluyen bacilos, micrococos, pseudomonas y actinobacters, y requieren valores positivos de P.O.R., mientras que los anaerobios tales como clostridios y bacteriodos requieren valores negativos de P.O.R. Sin embargo, la mayoría de las levaduras y mohos son aeróbicos y rara vez tienden a ser anaerobios facultativos. En la presencia de cantidades limitadas de oxígeno, los microorganismos aeróbicos o facultativos pueden producir ácidos orgánicos oxidados de forma incompleta. Los métodos de procesamiento como calentamiento o la pasteurización, particularmente de los jugos de frutas, hace que los microorganismos carezcan de sustancias reductoras, pero sean favorables para el crecimiento de levaduras (Hui, *ob. cit.*).

#### 4. Disponibilidad de nutrientes

Torrealba (2020) indica que existen microorganismos con necesidades de nutrientes simples y otros con necesidades complejas. Los microorganismos de necesidades simples son aquellos que con componentes de glucosa, agua y minerales son capaces de desarrollarse y hacer su ciclo de crecimiento; entre ellas se tienen enterobacterias, principalmente *Escherichia coli*. Mientras que los de necesidades complejas requieren de mayores componentes como vitaminas y aminoácidos, por lo que un medio ambiente puede proporcionar macro y micronutrientes. Entre ellos se puede citar el género *Streptococcus*.

Las frutas como sustrato actúan como un reservorio de azúcares (fuente de energía), agua, minerales, vitaminas y otros factores que promueven el crecimiento, mientras que el contenido de proteínas o la fuente de nitrógeno tiene menos proporción en las frutas. Los carbohidratos incluyen azúcares u otras fuentes de carbono que actúan como fuentes de energía porque la ruptura de sus enlaces o la oxidación de estos compuestos contribuyen a la formación de energía en la célula en forma de ATP. Los microorganismos tienen

requisitos de nutrientes variados, que están influenciados por otras condiciones como valores de temperatura, pH y P.O.R. Los microorganismos se vuelven más exigentes cuando son sometidos a bajas temperaturas, pero bajo condiciones óptimas de temperatura, los nutrientes controlan el crecimiento microbiano solo cuando están presentes en cantidades limitadas. De esta forma, los microorganismos más adecuados que crecen mejor crecen mejor en frutas y verduras bajo estas condiciones son las bacterias pectinolíticas como *Erwinia cartovora*, *Pseudomonas sp.* o los mohos pectinolíticos.

Por otra parte, los requerimientos de nitrógeno generalmente los obtienen mediante la proteólisis de la proteína presente en el sustrato y el uso de aminoácidos y nucleótidos. Por su parte, las vitaminas son suministradas por el sustrato ya que los microorganismos son incapaces de sintetizar ciertas vitaminas esenciales. En general, las bacterias grampositivas son las que menos las sintetizan y requieren del suministro de ciertas vitaminas antes del crecimiento, mientras que las bacterias gramnegativas y los mohos son relativamente independientes y pueden sintetizar un mayor número de vitaminas. Por lo tanto, estos dos grupos de microorganismos crecen abundantemente en alimentos relativamente pobres en vitaminas del complejo B tales como frutos de pH bajo y valores positivos de P.O.R.

##### 5. Factores antimicrobianos

Ciertas sustancias naturales presentes en los alimentos trabajan contra los microorganismos, contribuyendo así a su estabilidad; sin embargo, estos están dirigidos hacia un grupo específico de microorganismos y tienen actividad débil. Song *et al.* (1996) informaron que la presencia de precursor aromático Hexal se convierte fácilmente en aroma volátil *in vivo* para rebanadas de manzana fresca cortadas. Hexal actúa como agente antipardeamiento y también inhibe el crecimiento de mohos, levaduras, bacterias mesofílicas y psicrotrópicas (Lanciotti *et al.*, 1999). Hexanal y (E)-Hexenal en envases de atmósfera modificada (MAP) con rodajas de manzanas reducen las poblaciones de microorganismos deteriorativos (Corbo *et al.*, 2000).

Por otra parte, las especias contienen aceites esenciales como el eugenol (clavos dulces), alicina (ajo), aldehído cinámico y eugenol (canela), isotiocianato de alilo (mostaza), eugenol y timol (salvia), timol e isotimol (orégano) con comprobada actividad antimicrobiana (Shelef, 1983). Buta y Molin (1998) observaron la reducción en el

crecimiento de moho en pimientos recién cortados por la aplicación exógena de metil jasmonato. Los compuestos antimicrobianos pueden estar originalmente presentes en los alimentos, agregados deliberadamente o desarrollados por crecimiento microbiano asociado, o por métodos de procesamiento. Ciertos compuestos antifúngicos aplicados a las frutas incluyen benomilo, bifenilo y otros compuestos fenólicos que existen en pequeñas cantidades como subproducto de vías de síntesis de fenol. Beuchat (1976) observó que los aceites esenciales de orégano, tomillo y sasafrás tienen actividad bactericida, a 100 ppm, contra *V. parahaemolyticus* en caldo, mientras que los aceites de canela y clavo a 200–300 ppm inhibe el crecimiento y la producción de aflatoxinas por *Aspergillus parasiticus* (Bullerman *et al.*, 1977).

Los derivados del ácido hidroxicinámico como ácidos p-cumárico, ferúlico, cafeico y clorogénico y el ácido benzoico en los arándanos tienen antibacterianos y actividades antifúngicas y están presentes en la mayoría de los frutos de las plantas incluyendo las frutas.

#### Factores Extrínsecos

Son aquellos que dependen del entorno de donde se rodea el alimento, siendo los de mayor interés en frutas los siguientes: (1) Temperatura ambiental, (2) humedad relativa del ambiente, (3) almacenamiento en atmósferas modificadas.

##### 1. Temperatura ambiental

Para Torrealba (ob.cit.) el efecto de la temperatura en los alimentos y en el desarrollo de agentes patógenos varía en función de los grados que se aplican, donde se manejan rangos de acción, con un óptimo, que puede favorecer su rápida ascendencia poblacional. La temperatura a la que crece con mayor rapidez un microorganismo es solo unos pocos grados mayores que la óptima, mientras que la mínima, es la más baja a la que tiene lugar el crecimiento del mismo y generalmente está bastante por debajo de la que en mejor cuantía se desarrolla mejor. En resumen, a **más de 65 °C, se destruyen algunas de ellas**

(termosensibles); entre 5-10 °C y 65 °C, se evita la multiplicación; y de 8 °C a -18 °C, los patógenos se mantienen en estado latente, pero no se eliminan.

Los microorganismos podrían agruparse de la siguiente manera (Hui, 2009):

- **sicrótrofos:** Estos microorganismos crecen bien a temperaturas menor o igual a 7° C con rango óptimo de 20° C a 30° C. Por ejemplo, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Psychrobacter*, *Rhodotorula*, *Candida* y *Saccharomyces* (levaduras), *Mucor*, *Penicillum*, *Rhizopus* (mohos) y *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus* (psicrotrofos patógenos). El grupo de microbios que crecen de -10 ° C a 20 ° C con la óptima de 10-20 ° C se incluyen como psicrófilos e incluyen ciertos géneros superpuestos mencionados anteriormente.
- **Mesófilos:** Estos incluyen microbios que crecen mejor entre 20 °C y 45 °C con un rango óptimo de 30–40 °C. Por ejemplo, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* y *Leuconostoc*.
- **Termófilos.** Microorganismos que crecen muy por encima 45 °C con los valores óptimos que oscilan entre 55 ° C y 65 ° C y con un máximo de alrededor de 60-85 °C, son conocidos como termófilos termotolerantes. Por ejemplo, *Thermus sp.* (termófilo extremo), *Bacillus sternothersophilus*, *Bacillus coagulans*, *Clostridium thermosaccharolyticum* forman endosporas termotolerantes y crecen entre 40 °C y 60 °C y suelen crear problemas importantes en la industria conservera.
- **Termótrofos.** Este grupo incluye microorganismos similares a los mesófilos pero crecen a temperaturas óptimas ligeramente más altas e incluye bacterias patógenas en los alimentos. Por ejemplo, *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli enterovirulenta*, *Campylobacter*, *Bacillus cereus toxigénico*, *Staphylococcus aureus* y *Clostridium perfringens*.

2. Humedad relativa (HR) del ambiente

El éxito de una temperatura de almacenamiento depende de la humedad relativa del ambiente que rodea al alimento. Por lo tanto, la humedad relativa afecta la  $a_w$  de un alimento procesado y al crecimiento microbiano en su superficie. Un alimento de baja  $a_w$  mantenido a un alto valor de HR tiende a absorber humedad hasta el equilibrio, y los alimentos con una alta  $a_w$ , pierde humedad en un ambiente de baja humedad. Las frutas y hortalizas están sometidas a un crecimiento variable de levaduras y mohos en su superficie, así como de bacterias, por lo tanto pueden deteriorarse durante el almacenamiento en condiciones bajas de HR. Sin embargo, esta práctica puede causar ciertos atributos indeseables como pérdida de la firmeza y de textura de las frutas climatéricas (percederas) requiriendo alterar la composición de gases circundantes para retardar el deterioro de la superficie sin disminuir los valores de humedad relativa.

#### Almacenamiento de atmósfera modificada

La alteración de la composición gaseosa del ambiente que retarda el deterioro de la superficie sin reducir la humedad incluye la práctica general de aumentar el  $CO_2$  (al 10%) y se conoce como “Atmósfera modificada o controlada” (AM). La AM retrasa la senescencia, disminuye las tasas de respiración y disminuye la tasa de ablandamiento de los tejidos o pérdida de textura (Rattanapanona y Watada, 2000; Wright y Kader 1997a; Qi y col. 1999). El almacenamiento en AM se ha empleado para frutas (manzanas y peras) con  $CO_2$  aplicado mecánicamente o como hielo seco, y esto retarda la podredumbre fúngica de las frutas probablemente actuando como inhibidor competitivo de la acción del etileno (Gil *et al.*, 1998; Wright y Kader, 1997).

El efecto inhibitorio aumenta con la disminución de temperatura debido al aumento de la solubilidad del  $CO_2$  a temperaturas más bajas (Bett *et al.*, 2001). Los niveles más altos de  $CO_2$  son generalmente más microbiostáticos que microbicidas probablemente debido a los fenómenos de represión de catabolitos. Sin embargo, una alternativa a la aplicación de  $CO_2$  incluye el uso de gas ozono como oxidante fuerte a baja concentración que también actúa como antagonista del etileno que retarda el crecimiento microbiano.

En este orden de ideas, Sarig *et al.* (1996) y Palou *et al.* (2002) informaron control de la descomposición postcosecha de uvas de mesa causada por *Rhizopus stolonifera*. Un informe similar observó Liew y Prange (1994) sobre el efecto del ozono y la temperatura de

almacenamiento en las enfermedades postcosecha de zanahorias. Los beneficios de dicho almacenamiento son una reducción sustancial de producción de esporas en la superficie del producto infectado y la exclusión de propagación secundaria de infección a productos adyacentes (Kim *et al.*, 1999; Khadre y Yousef, 2001).

Se ha informado que el tratamiento con ozono induce la producción de compuestos de respuesta de defensa naturales de las plantas que influye en la resistencia a la descomposición postcosecha. La destrucción del etileno por ozono en los sistemas de filtración de aire ha sido vinculada a la prolongada vida de almacenamiento de diversos productos sensibles al etileno.

### **MECANISMO DE PROLIFERACIÓN MICROBIANA Y DETERIORO EN LOS TEJIDOS DE LAS FRUTAS**

Barth *et al.* (2009), establece que la mayoría de las frutas y verduras presentan condiciones casi ideales para la supervivencia y crecimiento de muchos tipos de microorganismos. Los tejidos internos son ricos en nutrientes y muchos, especialmente las hortalizas, tienen un pH cercano a la neutralidad. Su estructura está compuesta principalmente de los polisacáridos celulosa, hemicelulosa y pectina. Los microbios son capaces de colonizar y crear lesiones en plantas sanas sin daños histológicos aparentes (Tournas, 2005).

Los microorganismos saprófitos también pueden ingresar a los tejidos vegetales durante el desarrollo del fruto, ya sea a través del cáliz (extremo de la flor) o a lo largo del tallo, o a través de diversas estructuras especializadas de intercambio de agua y aire de materia frondosa. El microorganismo saprófito generalmente coloniza primero la superficie más externa de la fruta, por lo cual el microorganismo requiere de un conjunto de herramientas bioquímicas que permiten al microorganismo: (1) identificar y reconocer la superficie de la planta; (2) emplear uno o más estrategias para lograr un apego irreversible a la superficie de la planta; e (3) iniciar los pasos que conducen a la internalización del tejido (Mandrell, Gorski y Brandl, 2006).

En ese orden de ideas, es conveniente recordar que las frutas cosechadas continúan respirando aún separadas de la planta madre, y utilizan los azúcares almacenados sumado a

sus ácidos orgánicos, que culminan en un aumento significativo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la producción de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) inducido por estrés, lo cual conlleva a una senescencia rápida (Brecht, 1995). Además, los tratamientos post-cosecha como el lavado, enjuagado, pelado y otros tratamientos da como resultado un importante daño e interrupción del tejido epidérmico protector que conduce a la activación de las enzimas que liberan el contenido de la vacuola y del citoplasma celular.

Para ello, Pérez, (ob.cit), indica que los microorganismos deteriorativos hacen uso de enzimas líticas extracelulares que degradan los polímeros constituyentes de la pared celular vegetal, liberando agua. Estas enzimas juegan un papel importante en la alteración postcosecha de los productos vegetales. Cinco (05) son las principales clases de enzimas microbianas responsables de la degradación de los materiales vegetales: *pectinasas*, *celulasas*, *proteasas*, *fosfotidasas* y *deshidrogenadas*. Puesto que la pectina y la celulosa son los principales componentes estructurales de las células vegetales, las pectinasas y celulasas son las enzimas degradativas más importantes que intervienen en su alteración. Los hongos en particular producen una abundancia de pectinasas y hemicelulasas extracelulares que son factores importantes para el deterioro fúngico (Miedes y Lorences, 2004).

Por su parte, Hui (ob. cit.) coincide con Pérez (ob. cit.) en que el hecho de cortar las frutas en cubitos aumenta la actividad de agua (*aw*) con la consecuente liberación de agua, y además acelera el contacto con el oxígeno y la síntesis de etileno inducido por estrés. Aunado a esto, la disponibilidad de los azúcares hace de las frutas el caldo de cultivo ideal para la inmediata invasión microbiana con rápida reproducción (Wiley, 1994; Watada y Qi, 1999).

La síntesis fisiológica de etileno, conocida como hormona de maduración, también influye en el daño de las frutas, ya que, con el aumento en la madurez y senescencia, sus tácticas defensivas tienden a disminuir facilitando el deterioro. Esto se manifiesta en que una vez cosechados, el producto pierde agua por transpiración, por lo tanto, se deshidrata, y escala hacia una maduración climatérica, decoloración enzimática de las superficies cortadas, aumentando así las posibilidades de daño por microflora.

La colonización y el desarrollo de la lesión ocurre más típicamente y más rápidamente dentro del tejido vegetal dañado o comprometido. Los daños externos como hematomas, grietas y pinchazos crean sitios para el establecimiento y crecimiento de los microbios deteriorativos. El desarrollo de la lesión puede ser relativamente rápido y ocurrir dentro de días o semanas. Esto lleva consigo el riesgo de que éstos se reproduzcan rápidamente y lleguen a través del tejido incubado a las instalaciones de empaque y, de esta manera, sean causantes de una potencial de contaminación cruzada dentro de la instalación durante el manejo, selección, lavado, clasificación y embalaje antes del almacenamiento. Este tipo de contaminación es hasta cierto punto inevitable, y si no se maneja cuidadosamente con un programa sólido de saneamiento de las instalaciones, podría conducir al establecimiento de una población de microorganismos deteriorativos endémicos que puede ser difícil de erradicar. Una complicación adicional y potencialmente más grave es la introducción de microorganismos deteriorativos en la instalación de almacenamiento en frío inoculados en el producto, bien sea que las frutas estén en contenedores o en cajas y peletizadas. Una vez dentro, estos microorganismos inoculados pueden tener un impacto devastador en el producto almacenado, según sean las condiciones y tiempo de almacenamiento (mayor a 12 meses para ciertos cultivos), es el caso típico de las manzanas, las cuales se almacenan en grandes espacios de atmosferas modificadas (Watkins, Kupferman y Rosenberger, 2004).

### **CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS POR MÉTODOS COMBINADOS**

Torrealba (2020), explica que los métodos de control del crecimiento microbiano comprenden:

1. Los métodos de inhibición, que buscan reprimir o impedir la manifestación del deterioro por microorganismos, minimizando los gastos energéticos para que los seres vivos puedan soportar condiciones adversas. En ese sentido, hay métodos de inhibición que logran destruir algunas especies, pero hay otras que logran superar esa barrera y sobreviven luego. Dentro de estos métodos se cuentan: métodos por frío (Refrigeración y Congelación), empleo de sustancias químicas, Presión osmótica/actividad de agua, deshidratación, fermentación, envasado con oxígeno reducido, y los métodos de barreras o tecnología de obstáculos.

2. Los métodos de destrucción, cuyo objetivo es la muerte de toda la población microbiana o parte de ella, que representa un inconveniente para la vida útil del producto y para la seguridad de quienes lo adquieren para su uso como materia prima o para su consumo directo. Incluye la desaparición de aquellos microorganismos capaces de formar endoesporas. Dentro de estos métodos están: la esterilización (térmica y no térmica) y la pasteurización (térmica y no térmica).

Es preciso acotar que cada uno de los métodos tienen sus particularidades, siendo algunos de ellos muy invasivos que afectan la calidad física, química y organoléptica de los alimentos en los que son aplicados, por lo que las frutas y hortalizas, que generalmente se requieren lo más frescas posibles para su uso directo o como materia prima, son de especial cuidado a la hora de seleccionar un u otro método.

Tomando como referencia lo anterior, en las últimas décadas se han puesto de manifiesto las llamadas tecnologías emergentes en la conservación de productos frescos o mínimamente procesados, resaltando los métodos combinados (también conocidos como «tecnologías de barreras u obstáculos») para la conservación de frutas y hortalizas, las cuáles no requieren el uso de equipo, materiales y procedimientos sofisticados y son relativamente simples comparadas con las tecnologías tradicionales, tales como la refrigeración, con alto costo y no últimamente con muchas interferencias en el contexto de la Venezuela de hoy. Las tecnologías combinadas pueden ser vistas como técnicas de conservación intermediarias que permiten la reutilización posterior de frutas u hortalizas semiprocesadas por métodos de procesamiento convencionales para producir jugos, mermeladas, dulces, néctares y otros productos (Alzamora *et al.*, 2004, p.2).

Al respecto, Torrealba (ob. cit), indica que estos métodos tratan de hacer una combinación inteligente y programada de diversos factores de crecimiento microbiano para inhibir o destruir su población, bien sea de manera parcial o definitiva. En esta combinación inteligente los factores de conservación interaccionan aditiva o sinérgicamente, lo que permite tener una estabilidad durante el almacenamiento y al aplicarlos en cantidades bajas se logra tener un efecto antimicrobiano mayor, que provoca una menor pérdida de calidad sensorial (Leistner, 2000).

Estas técnicas de conservación presentan las siguientes características:

- Son energéticamente eficientes (independientes de la cadena de frío).
- No requieren equipo sofisticado.
- Son adecuadas para efectuar el procesamiento en los lugares de cosecha.
- Conservan los atributos de frescura de la materia prima (en el caso de los productos frutícolas de alta humedad-FAH) u obtienen materiales procesados con atributos (por ejemplo color, sabor, aroma, textura y nutrientes) de alta calidad (en el caso de los productos frutícolas de humedad intermedia-FHI).
- Ayudan a superar los picos estacionales de producción.
- Ayudan a reducir las pérdidas postcosecha.

## **FUNDAMENTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE OBSTÁCULOS O MÉTODOS COMBINADOS**

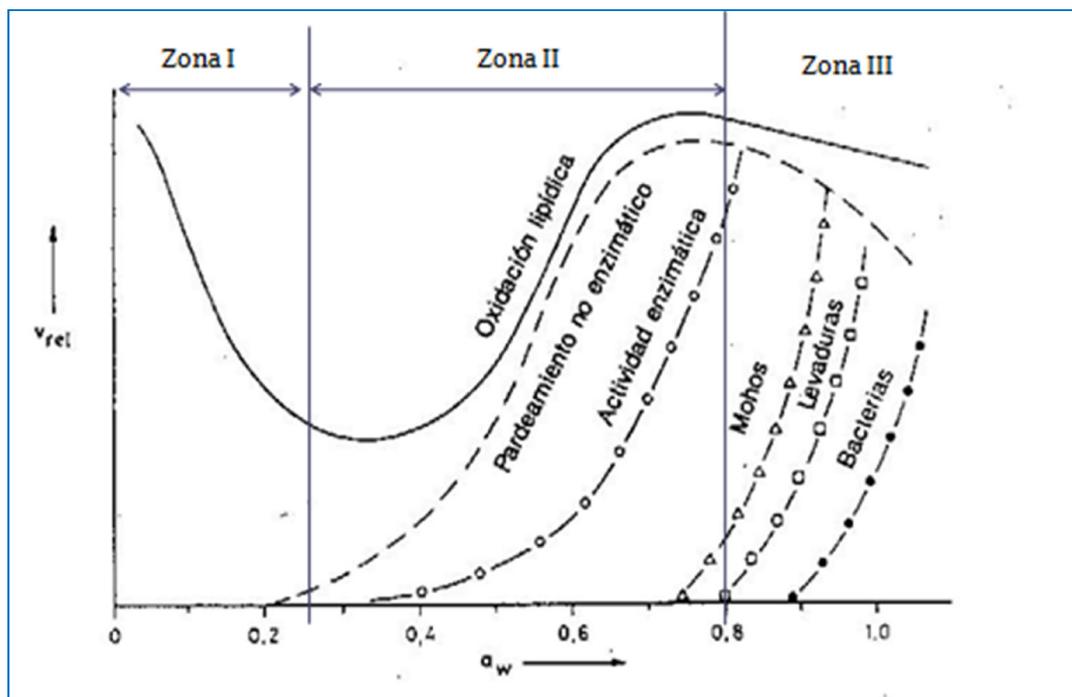
Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (por ejemplo, a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Ejemplos de tales factores son la acidez (por ejemplo, bajo pH), la limitación del agua disponible para el crecimiento (por ejemplo, reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes. Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismos para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. Estos mecanismos, denominados «mecanismos homeostáticos», actúan para mantener relativamente sin cambio los parámetros y las actividades fisiológicas claves de los microorganismos, aun cuando el medio que rodea a la célula se haya modificado y sea diferente (Leistner y Gould, 2002). Para ser efectivos, los factores de conservación deben superar la resistencia microbiana homeostática.

En el caso de microorganismos vegetativos, los mecanismos homeostáticos son energético-dependientes, pues la célula debe consumir energía para resistir a los factores de estrés, por ejemplo, para reparar los componentes dañados, sintetizar nuevos componentes celulares, etc. En el caso de las esporas, los mecanismos homeostáticos no consumen

energía, ya que los mismos están incluidos en la estructura de la célula aún antes de que ésta sea expuesta a los estreses ambientales. Los factores más importantes que controlan la velocidad de los cambios deteriorativos y la proliferación de los microorganismos en los alimentos son la disponibilidad de agua ( $a_w$ ), el pH y la temperatura (Alzamora *et al.*, 2004, p. 4).

### Aspectos bioquímicos del control de la Actividad de agua ( $a_w$ )

La estabilidad microbiológica de alimentos con contenido de agua reducido no es una función de su contenido de agua total sino de la proporción de agua que está disponible para las actividades metabólicas de los organismos, fracción que es conocida como agua libre, la cual se mide con el parámetro *activity water* ( $a_w$ ) (Badui, 2006). La  $a_w$  para el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos está en el rango 0,70-0,99, siendo el óptimo superior a 0,90, según se desprende de la Figura 1. Mientras aumenta la presión osmótica por agregado de solutos, la  $a_w$  disminuye, afectando el comportamiento del microorganismo presente en el entorno.



**Figura 1.** Estabilidad de los alimentos de acuerdo a la actividad de agua ( $a_w$ ) Fuente: Badui (2006).

De esta forma, cuando un microorganismo se coloca en una solución acuosa concentrada de un soluto de  $a_w$  reducida, el agua es extraída del citoplasma de la célula microbiana y se pierde la presión de turgencia. La homeostasis (o equilibrio interno) se perturba y el microorganismo no se multiplica, pero permanece en fase de latencia hasta que se restablezca el equilibrio. Este proceso consume energía y por lo tanto la energía disponible para el crecimiento disminuye. Si la reducción en la  $a_w$  es muy extrema, la célula microbiana es incapaz de reparar la homeostasis y no puede ya proliferar e incluso puede morir. La capacidad osmoregulatoria, y en consecuencia los límites de  $a_w$  que permiten el crecimiento, difieren entre los microorganismos. En general, las bacterias de deterioro comunes se inhiben a  $a_w$  aproximadamente 0,97; los clostridios patógenos a  $a_w$  0,94, y la mayor parte de la especie *Bacillus* a  $a_w$  de 0,93. *Staphylococcus aureus* es el patógeno que posee mayor tolerancia a la  $a_w$  y puede crecer en condiciones aeróbicas a una  $a_w$  de 0,86. Muchos hongos y levaduras son capaces de proliferar a  $a_w$  debajo de 0,86; algunas levaduras osmofílicas y hongos xerófilos pueden crecer lentamente a  $a_w$  ligeramente mayores a 0,60. En consecuencia, para conservar un alimento utilizando como factor de estrés sólo la reducción de  $a_w$ , esta tendría que disminuirse a 0,60. Los alimentos totalmente deshidratados, por ejemplo, tienen valores de  $a_w$  aproximadamente a 0,30 para controlar no sólo el crecimiento microbiano sino también otras reacciones de deterioro (Alzamora *et al*, ob cit, p. 4).

#### **Aspectos bioquímicos del control microbiano por acidez**

Si la acidez del medio se incrementa (por reducción sistémica del pH), los microorganismos tratan de mantener al pH interno dentro de un rango estable limitado y en un valor mayor que el del medio. Los mecanismos homeostáticos tratan de impedir que los protones crucen la membrana celular y entren al citoplasma, y además expulsan a los protones que hayan penetrado adentro de la célula. La reparación de la homeostasis perturbada del pH demanda energía y la velocidad de crecimiento disminuye. A medida que el pH se va reduciendo aún más, los requerimientos energéticos aumentan y ya no queda más energía disponible para otras funciones celulares. Si la capacidad de homeostasis es superada, el pH citoplasmático disminuye y la célula muere. La habilidad de los microorganismos para crecer a bajo pH depende de su habilidad para prevenir que los protones pasen al citoplasma. El pH óptimo para el crecimiento de la mayoría de las

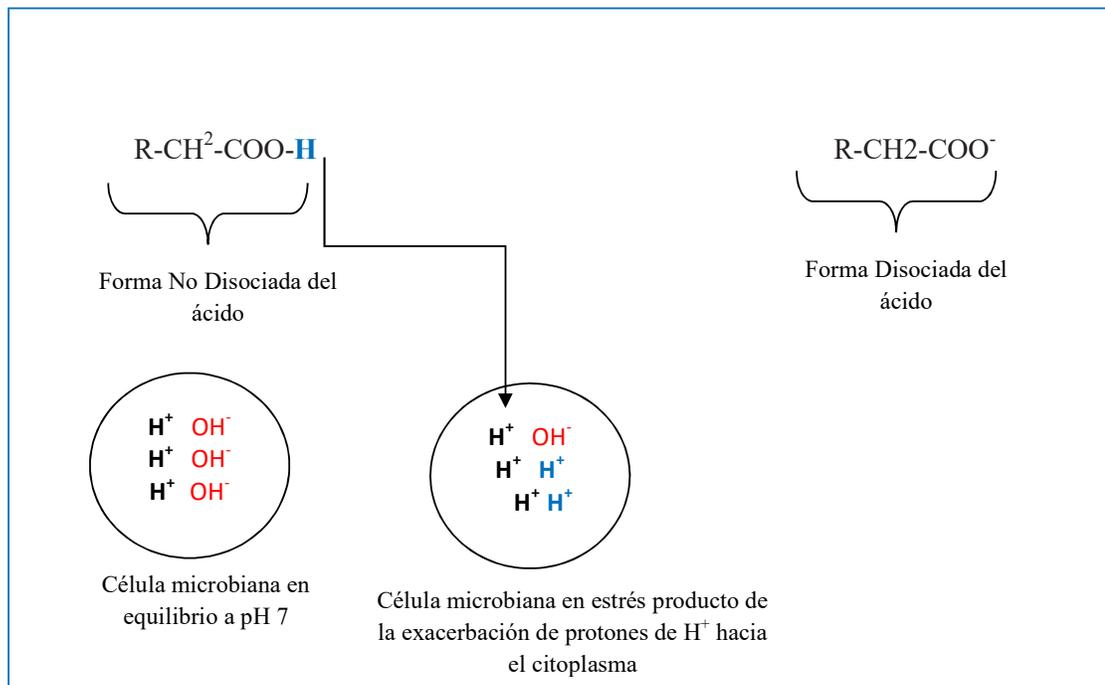
bacterias asociadas a alimentos está en el rango 6,5-7,5. Pero algunas bacterias patógenas pueden crecer a pH 4,2 y algunas bacterias deteriorativas pueden multiplicarse en condiciones muy ácidas (pH = 2,0). En general, los hongos y las levaduras tienen mayor habilidad que las bacterias para crecer a pH ácidos, pudiendo proliferar a un valor de pH tan bajo como 1,5. Disminuir el pH debajo de 4,2 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas. Sin embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos por pH, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo ( $< 1,8$ ) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales.

Si se utilizan ácidos orgánicos débiles (por ejemplo, ácidos sórbicos, propiónico y/o benzoico) como conservadores, la acidez debe ser lo suficientemente alta para asegurar que una gran proporción del ácido esté en forma no disociada. Tal es el caso del ácido benzoico no disociado que tiene actividad antimicrobiana, presentando su máxima actividad en el margen de pH 2,5-4,0, por lo que resulta muy adecuado su uso en alimentos ácidos como los zumos de fruta, bebidas carbónicas, encurtidos y col ácida (Fennema, 2010).

La forma no disociada del ácido actúa como transportadora de protones a través de la membrana celular, aumentando la velocidad de entrada de los mismos a la célula. El microorganismo necesita energía extra para mantener el pH constante y expulsar los protones. De la misma forma, los mecanismos de reparación del ADN dañado por irradiación retornan el ADN dañado a su estado previo de integridad. Cuando se exponen a bajas temperaturas, los microorganismos también reaccionan homeostáticamente alterando la composición de los lípidos de membrana para mantener su fluidez y por tanto su “funcionalidad”.

Una de las maneras de evaluar el lugar y el potencial de acción del ácido es a través de su pK (capacidad que tienen las moléculas a disociarse a un determinado pH). Cuanto más bajo es el pH (ácidos), más eficaz será la acción del pH orgánico, porque está más intacto (o menos disociado). Cuando el valor pK de un ácido orgánico es alto, será disociado a un pH más elevado. Como los ácidos tienen características lipofílicas, ellos tienen la capacidad de atravesar la membrana celular por difusión y una vez dentro de la célula microbiana, debido al pH citoplasmático cercano a la neutralidad ( $\approx 7$ ), el ácido comienza a disociarse y

liberar protones  $H^+$  provocando la reducción del pH intracelular. Como la célula microbiana requiere mantener su pH interno cercano a la neutralidad, comienza a bombear esos protones hacia el medio externo, lo que genera un desgaste energético que el microorganismo no puede suplir en lo inmediato y conlleva a la muerte celular. Una ilustración de este proceso se presenta en la Figura 2:



**Figura 2.** Ilustración de cómo afecta un ácido no disociado al pH intracelular de una célula microbiana.

Fuente: Autor (2020)

## BARRERAS UTILIZADAS EN LA TECNOLOGÍA DE CONSERVACIÓN POR MÉTODOS COMBINADOS

### 1. Escaldado

Se denomina *blanching* o escaldado a un tipo de pre-tratamiento térmico especialmente aplicado a los vegetales, en los que estos son sometidos a calentamiento en vapor (no

presurizado) o en agua (aproximadamente a 99 °C) por unos pocos minutos hasta que la temperatura del alimento haya alcanzado los 85 °C en todas sus partes, y luego son enfriadas en agua (Nickerson y Ronsivalli, 1978, p. 113). Para Vidales *et al.*, (1998), el escaldado puede realizarse en agua caliente, en agua en ebullición o en vapor de agua saturado. Este último método es preferible, ya que permite la retención de propiedades nutricionales (principalmente vitaminas solubles en agua) y sensoriales (principalmente textura).

En métodos tradicionales de conservación, la función principal de este tratamiento es destruir las enzimas que podrían deteriorar las hortalizas y las frutas. Pero en estas técnicas de procesamiento mínimo, el escaldado tiene también el importante rol de reducir la carga microbiana inicial mediante la inactivación de microorganismos sensibles al calor. Las temperaturas utilizadas son letales para las levaduras, la mayoría de los hongos y los microorganismos aeróbicos. Así se ha encontrado que el escaldado reduce la carga microbiana entre un 60 y un 99 % (Alzamora *et al.*, 1995). Además, este tratamiento tiene un efecto sensibilizante sobre los microorganismos sobrevivientes, los que se vuelven menos resistentes a los estreses impuestos por la reducción de pH y de *aw* y por la presencia de sorbatos, sulfitos u otros antimicrobianos.

## 2. Uso de conservantes o antimicrobianos

Badui, (2006) los define como un grupo muy importante de aditivos cuya finalidad es prevenir el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. La acción de estos conservadores depende fuertemente del pH, siendo más activos contra los microorganismos en los alimentos ácidos. El ácido sórbico, el ácido benzoico y los compuestos sulfitados son los antimicrobianos más comunes utilizados en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Los sulfitos (dióxido de azufre, metabisulfito de sodio, sulfito de sodio y de potasio, bisulfito de potasio o de sodio y metabisulfito de potasio) se utilizan para inhibir el pardeamiento no enzimático y para prevenir el crecimiento de hongos y levaduras, ya que el crecimiento bacteriano está inhibido por la interacción *aw*-pH y las enzimas son inactivadas por el escaldado (Alzamora et al, 2004).

## 3. Uso de humectantes

Son compuestos destinados a prevenir la pérdida de humedad en los alimentos al retener el agua, destacando los polioles y distintos polímeros, como gomas, dextrinas y gelatinas (Badui, 2006, p.540). En frutas y hortalizas se han utilizado tradicionalmente como humectantes soluciones de sal y de sacarosa. Más recientemente se utilizan otros solutos, como glicerol, fructosa, glucosa, jarabes de maíz, sorbitol, dextrosa, lactosa, entre otros. En el caso de frutas, la posibilidad de elección se reduce principalmente a azúcares, tales como glucosa, fructosa y sacarosa, y a algunos polioles como glicerol. También puede utilizarse un jugo de fruta concentrado como solución osmótica, obteniéndose un producto de origen totalmente frutícola (Welti-Chanes *et al.*, 2000). Los azúcares de bajo peso molecular (glucosa, fructosa, sorbitol, entre otros.) favorecen la ganancia de azúcar debido a la fácil penetración de las moléculas; así el principal efecto del proceso va a ser un enriquecimiento en sólidos en lugar de una deshidratación. Por el contrario, solutos de alto peso molecular favorecen la pérdida de agua frente a la ganancia de sólidos, resultando en un producto con bajo contenido de soluto.

#### 4. Empleo de acidulantes

Según Badui (ob. cit), los acidulantes además de reducir el pH, cumplen un gran número de funciones: amortiguador de pH; conservador; saborizante; promotor de reacciones de curado en los cárnicos; secuestrador; modificador de la viscosidad; coagulante de la leche; inhibidor de las reacciones de oscurecimiento; hidrolizante de la sacarosa y del almidón; promotor de la gelificación de las pectinas; inhibidor de la cristalización de la sacarosa. En general el pH de la fruta conservada debe ser tan bajo como su palatabilidad lo permita. Afortunadamente, las frutas pueden tolerar reducciones significativas de pH sin alteración de su gusto y aroma. Los ácidos más utilizados para ajustar la acidez de las frutas conservadas por métodos combinados son el cítrico y el fosfórico, debido a su bajo precio y a su compatibilidad sensorial. El ácido cítrico también previene el pardeamiento enzimático, ya que inhibe la polifenoloxidasas reduciendo el pH y secuestrando el cobre en el sitio activo de la enzima (Alzamora et al, 2004, p. 15).

### **CONSIDERACIONES FINALES**

Las frutas y hortalizas frescas son excelentes sustratos para el crecimiento de microorganismos. Han estado involucrados en brotes debido al consumo de productos

contaminados por patógenos. También son sensibles a diversos microorganismos de descomposición, como las bacterias pectinolíticas, bacterias gramnegativas saprófitas, bacterias del ácido láctico y levaduras. Estos tienen la capacidad de penetrar al fruto, infectándolo y desencadenando la descomposición en un período comprendido desde las pocas horas hasta unas pocas semanas; en este último caso, pueden incluso ingresar a la planta de procesamiento favoreciendo problemas de contaminación cruzada. Si bien es cierto que hay métodos de control eficaces contra esa gran variedad de microorganismos putrefactivos; no menos cierto es el hecho que aquellos más intensos (tratamientos térmicos) van en detrimento de la calidad organoléptica de las frutas, como la coloración, textura, y contenido de vitaminas. Otro método de conservación que se hace inviable en muchos países en desarrollo es el empleo de la refrigeración, por lo costosa que pueda llegar a ser, y por la disponibilidad segura y eficiente. Por ello, numerosas investigaciones respaldan el hecho de las tecnologías de obstáculos como método de conservación emergente, factible de aplicar a diversas frutas y hortalizas mínimamente procesadas con las que se mantengan la frescura y demás atributos organolépticos por el que son conocidos este tipo de alimentos.

### **REFERENCIAS CONSULTADAS**

- Alzamora, S., Guerrero, S., Nieto, A. y Vidales, S. (2004). Conservación de Frutas y Hortalizas mediante Tecnologías combinadas-Manual de Capacitación. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Badui, S. (2006). Química de los Alimentos. Cuarta Edición. México: Pearson Educacion.
- Barth, M.M., Zhou, C., Mercier, J. and Payne, F.A. (1995). Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *Journal of Food Science* 60, [1286–1288].
- Barth, M., Hankinson, T., Zhuang, H. y Breidt, F. (2009). In: *Compedium of the Mmicrobiological Spoilage of Foods and Bevarages*, Sperber, W. y Doyle, M. (eds.). Spronger Science Editors, [135-183].
- Bett, K.L., Ingram, D.A., Grimm, C.C., Lloyd, S.W., Spanier, A.M., Miller, J.M., Gross, K.C., Baldwin, E.A. and Vinyard, B.T. (2001). Flavor of fresh-cut ‘Gala’ apples in modified atmosphere packaging as affected by storage time. *Journal of Food Quality*:24, [141–156].

- Beuchat, L.R. (1976). Sensitivity of *Vibrio parahaemolyticus* to spices and organic acids. *Journal of Food Science*: 41, [899–902].
- Brown, A.D. (1964). Aspects of bacterial response to the ionic environment. *Bacteriological Reviews*.
- Bullerman, L.B., Lieu, F.Y. and Seier, S.A. (1977). Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oils, cinnamic aldehyde and eugenol. *Journal of Food Science*: 42, [1107–1109].
- Buta, J.G. and Molin, H.E. (1998). Methyl jasmonate extends shelf life and reduces microbial contamination of fresh cut celery and peppers. *Journal of Agriculture Food Chemistry*: 46, [1253–1256].
- Christian, J.H.B. (1963). Water activity and growth of microorganisms. In: *Recent Advances in Food Science*, Leitch JM, Rhodes DN (eds.): 3, Butterworths, London, [248–255]
- Corbo, M.R., Lanciotti, R., Gardini, R., Sinigaglia, R. y Guerzoni, M.E. (2000). Effects of hexanal, trans-2-hexenal, and storage temperature on shelf-life of fresh sliced apples. *Journal of Agriculture Food Chemistry*: 48, [2401–2408].
- Damodaran, S., Parkin, K. y Fennema, O. (2010). *Fennema Química de los Alimentos*. 3ª Edición. México: Acribia
- FAO. (1995). *Fruit and vegetable processing*. Roma: Agricultural Services Bulletin 119.
- Gil, M.I., Gorny, J.R. and Kader, K.A. (1998). Responses of ‘Fuji’ apple slices to ascorbic acid treatments and low oxygen atmospheres. *Horticulture Science*: 33, [305–309]
- Hanklin, L. y Lacy, G.H. (1992). Pectinolytic microorganisms. In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, Vanderzant C, Splittstoesser DF (eds.). Washington DC: American Public Health Assoc.
- Hui, Y.H., Barta, Y., Cano, M., Gusek, T., Sidu, J. y Sinha, N. (2006). *Handbook of Fruit and Fruit Processing*. Primera Edición. Iowa: Blackwell Publishing
- Khadre, M. y Yousef, A. (2001). Sporicidal action of ozone and hydrogen peroxide: A comparative study. *International Journal of Food Microbiology*: 71, [131–138].
- Kim, J., Yousef, A. y Dave, S. (1999). Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A Review. *Journal Food Protection*: 62, [1071–1087].

- Lanciotti, R., Corbo, M.R., Gardini, F., Sinigerglia, M. y Guerzoni, M.E. (1999). Effect of hexanal on the shelf life of fresh apple slices. *Journal of Agriculture Food Chemistry*: 47, [4769–4776]
- Leitsner, L. (2000). Hurdle technology in the design of minimally processed foods. In *Minimally processed fruits and vegetables fundamental aspects and applications* [13-27]. Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia M.S. & López Malo. A. Aspen Publishers, Inc.
- Leitsner, L. y Gould, G.W. (2002). *Hurdle technologies. Combination treatments for food stability, safety and quality*. New York, USA, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Liew, C.L. and Prange, R.K. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota L.*). *Journal of American Society of Horticultural Sciences*: 119, [563–567].
- Mandrell, R. E., Gorski, L., & Brandl, M. T. (2006). Attachment of microorganisms to fresh produce. In G. M. Sapers, J. R. Gorney, & A. E. Yousef (Eds.), *Microbiology of fresh fruits and vegetables* [33–73]. New York: Taylor and Francis Group
- Miedes, E., & Lorences, E. P. (2004). Apple (*malus domestica*) and tomato (*lycopersicum*) fruits cell-wall hemicelluloses and xyloglucan degradation during *penicillium expansum* infection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*: 52, [7957–7963].
- Nickerson, J. y Ronsivalli, L. 1978. *Elementary Food Science*. Segunda Edición. Connecticut: Avi publishing Company.
- Palou, L., Crisosto, C., Smilanick, J., Adaskaveg, J. y Zoffoli, J. (2002). Effects of continuous ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biology and Technology*: 24, [39–48].
- Pérez, V. S/F. *Guía Microbiología de Frutas y Hortalizas*. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos, estado Cojedes.
- Rattanapanone, N. and Watada, A.E. (2000). Respiration rate and respiratory quotient of fresh-cut mango (*Magnifera indica L.*) in low oxygen atmosphere. *Proceedings of 6th International Symposium Mango*: 509, [471–478].
- Sarig, P., Zahavi, T., Zutkhi, Y., Yannai, S., Lisker, N. and Ben-Arie, R. (1996). Ozone for control of post-harvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*: 48 [403–415].
- Shelef, L.A. (1983). Antimicrobial effects of spices. *Journal of Food Safety*: 6, [29–44].

- Song, J., Leepipattanawit, R., Deng, W. y Beaudry, R.M. (1996). Hexanal vapor is a natural, metabolizable fungicide: Inhibition of fungal activity and enhancement of aroma biosynthesis in apple slices. *Journal of American Society of Horticulture Science*: 121, [937–942].
- Splittstoesser, D.F. 1991. Fungi of importance in processed fruits, In: *Handbook of Applied Mycology*, Arora DK, Mukerji KG, Marth EH (eds.). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Torrealba, M. (2020). *Fundamentos de Microbiología General*. FEDUEZ, Barinas, Venezuela.
- Tournas, V. H. (2005). Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables and sprouts. *International Journal of Food Microbiology*: 99, [71–77].
- Walden, W.C. y Hentges, D.J. (1975). Differential effects of oxygen and oxidation-reduction potential on multiplication of three species of anaerobic intestinal bacteria. *Applied Microbiology*: 30, [781–785]
- Walls, I. y Chuyate, R. (2000). Spoilage of fruit juices by *Alicyclobacillus acidoterrestris*. *Food Australia*.
- Welti-Chanes, J., Alzamora, S.M., López-Malo, A. y Tapia, M.S. (2000). Minimally processed fruits using hurdle technology. In *Food preservation technologies: innovations in food processing* [123-148]. Lancaster, Pennsylvania, USA Eds. Barbosa-Cánovas, G.V. & Gould, G.W., Technomic Publishing Co., Inc
- Watada, A.E. y Qi, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*:15, [201–205].
- Watkins, C. B., Kupferman, E., y Rosenberger, D. A. (2004). Apple. In *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*, USDA-ARS Agriculture Handbook N° 66.
- Wiley, R. C. (1994). *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. New York: Chapman and Hall
- Wodzinsky, R.J. y Frazier, W.C. (1961). Moisturer requirements of bacteria II influence of temperature, pH and maleate concentrations on requirements of *Aerobacter aerogenes*. *Journal of Bacteriology*: 81, [353–358].
- Wright, K.P. and Kader, A.E. 1997a. Effect of slicing and controlled atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biology and Technology*: 10, [39–48]

# **EFEECTO DE LA IRRADIACIÓN UV-C SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS EN MANGO MÍNIMAMENTE PROCESADO**

## **EFFECT OF UV-S IRRADIATION ON THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MINIMALLY PROCESSED MANGO**

**Evelyn Y, Pérez B.**

### **RESUMEN**

La tecnología de los métodos combinados permite reducir la intensidad del tratamiento térmico y mantener las propiedades organolépticas en el producto final mediante una combinación de obstáculos que aseguran la estabilidad y seguridad microbiana. En esta revisión, se presentan los principios, factores y mecanismos de acción que afectan la actividad antimicrobiana y la aplicación de la luz ultravioleta como alternativa en la conservación de Mango mínimamente procesado. Se utilizan dosis que abarcan un intervalo desde 0,2 hasta 20 kJ/m<sup>2</sup> y la distancia entre el producto y la lámpara varía desde 10 hasta 40 cm por un lapso de 30s para luego ser almacenadas a 5°C con una humedad relativa de 85 – 90% durante 20 días. La inactivación microbiana por luz ultravioleta se produce mediante la absorción directa de la energía ultravioleta por el microorganismo y una reacción fotoquímica intracelular resultante que cambia la estructura bioquímica de las moléculas (probablemente en las nucleoproteínas) que son esenciales para la supervivencia del microorganismo. Este tratamiento es útil como alternativa para prolongar la vida útil de los productos, debido a que requiere cortos tiempo de exposición y no afecta significativamente las características fisicoquímicas y sensoriales de las frutas frescas.

**Palabras Clave:** *Irradiación, luz ultravioleta, mango mínimamente procesado.*

**Evelyn Y. Perez B.**

*MSc. Ing. Agroindustrial. Doctorando en Ingeniería Agroindustrial. Programa de Estudios Avanzados. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora UNELLEZ. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales “Ezequiel Zamora”. Venezuela. San Carlos estado Cojedes. Email: [yuruani1105@gmail.com](mailto:yuruani1105@gmail.com)*

---

## SUMMARY

The technology of the combined methods allows to reduce the intensity of the heat treatment and to maintain the organoleptic properties in the final product by means of a combination of obstacles that ensure microbial stability and safety. In this review, the principles, factors and mechanisms of action that affect antimicrobial activity and the application of ultraviolet light as an alternative in the conservation of minimally processed Mango are presented. Doses ranging from 0.2 to 20 kJ / m<sup>2</sup> are used and the distance between the product and the lamp varies from 10 to 40 cm for a period of 30s and is then stored at 5 ° C with a relative humidity of 85 - 90% for 20 days. Microbial inactivation by ultraviolet light occurs through the direct absorption of ultraviolet energy by the microorganism and a resulting intracellular photochemical reaction that changes the biochemical structure of the molecules (probably nucleoproteins) that are essential for the survival of the microorganism. This treatment is useful as an alternative to prolong the shelf life of the products, since it requires short exposure times and does not significantly affect the physicochemical and sensory characteristics of fresh fruits.

**Key words:** *Irradiation, Ultraviolet light, mango minimally processed.*

## INTRODUCCIÓN

Los vegetales mínimamente procesados son definidos como cualquier fruta u hortaliza que ha sido alterada físicamente (selección, lavado, pelado, deshuesado y/o cortado) a partir de su forma original, pero que mantiene su estado fresco, sin procesamiento riguroso, tratados con agentes desinfectantes, estabilizadores de color, retenedores de firmeza y envasados en bolsas o bandejas creando una atmósfera modificada en su interior. Son conservados, distribuidos y comercializados bajo refrigeración (2 - 5 °C) y están listos para ser consumidos durante 7 a 14 días, según el producto y técnica de conservación empleada (Olivas y Barbosa, 2005; Robles, Gorinstein, Martín, Astiazarán, González y Cruz, (2007). Sin embargo, los alimentos mínimamente procesados, al incluir operaciones que alteran la integridad del tejido del producto, pueden inducir a un estrés deteriorativo. Consecuentemente se da inicio al pardeamiento enzimático, ablandamiento del tejido, la pérdida de peso, el desarrollo indeseable de olores y sabores. Adicionalmente, la remoción de la epidermis protectora natural y el incremento de humedad y azúcares disueltos en la superficie permiten el crecimiento microbiano (Andrade, Moreno, Henríquez, Gómez y Concellón, 2010).

Es importante señalar que los tratamientos térmicos favorecen el control de los microorganismos, pero causan cambios en la calidad visual y sensorial del producto con pérdidas de color, firmeza y aumento de algunos compuestos bioactivos (fenoles, flavonoides, fitolexinas y otros) (Shama, 2007) citado por (González, Rivera, Gardea, Pastranay Martínez, 2007).

Sabine (2017), señala que en el año 2016 y 2017, las condiciones climáticas adversas han causado considerables trastornos en la producción mundial de las principales frutas tropicales. Así mismo Sabine afirma que “la producción de mango se ha visto afectada por la sequía en algunos de los principales países productores de Asia, América del Sur y África” (p.2). En lo que respecta al volumen de producción de las principales frutas tropicales, Sabine, (2017) señala que “el mango se confirma como la variedad predominante debido a su popularidad en la India, donde se estima que se origina el 40 % de la producción mundial. Según los pronósticos, la producción total de mango llegará a representar el 51 % de la producción mundial de las principales frutas tropicales en 2017” (p.3).

Por otra parte, en lo que se refiere a los países productores, Sabine (2017), señala que el mayor productor de las principales frutas tropicales es la India, que representa alrededor del 28 % del total de la producción mundial en 2017, debido a su fuerte participación en la producción de mango y papaya. La India produce aproximadamente el 40 % del total de la producción mundial de mango y papaya, que se destina principalmente a su mercado interno. Entre otros importantes productores de frutas tropicales figuran China y el Brasil, donde también la producción se destina principalmente al consumo interno, y México, que en 2017 debería volver a ser el mayor exportador de estas frutas tropicales. (p.3)

En este sentido, Sabine. (2017), expresa que las preocupaciones por la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente en los países desarrollados están impulsando la demanda de frutas y verduras orgánicas. Las frutas tropicales orgánicas, que continúan siendo un mercado nicho actualmente, siguen registrando tasas de crecimiento muy elevadas y se prevé que serán objeto de un creciente interés por parte de los consumidores, no sólo en los mercados de países desarrollados como los Estados Unidos y la UE, sino también en economías emergentes como China. Los datos sobre las frutas tropicales orgánicas siguen

siendo escasos porque la mayoría de los países exportadores e importadores no facilitan informan de sistemáticamente. Sin embargo, las estimaciones indican que las exportaciones de frutas tropicales orgánicas representan aproximadamente el 8 % del total de los envíos mundiales de piña y el 4 % del total de los envíos mundiales de aguacate y mango.

Por lo que se refiere al consumo, el mango es una fruta de consumo masivo, con una importante fuente de vitaminas y minerales, pero que requiere de un especial cuidado en postcosecha debido a su carácter climatérico, que lo hace más susceptible al deterioro y a la pérdida de sus atributos de calidad durante su maduración. (Pérez, Aristizábal, y Restrepo, 2016). A pesar de sus bondades, los frutos mínimamente procesados enfrentan una problemática en lo relacionado a su conservación, ya que los daños mecánicos infligidos durante su procesamiento promueven la aceleración de cambios metabólicos naturales como la respiración, que hacen que los frutos sean más vulnerables a la proliferación microbiana y a la pérdida de atributos de calidad (Oms, 2008).

Como respuesta a este panorama, se están implementado tecnologías de conservación no térmicas o combinadas (Allende, Tomás-Barberán, y Gil, 2006a), cuyo objetivo es minimizar pérdidas nutricionales, cambios morfológicos, añadir valor, asegurar la inocuidad, minimizar la destrucción de compuestos termolábiles y producir cambios leves en los perfiles sensoriales (Herrera y Romero, 2006). Algunos de estos sistemas de conservación físicos hacen alusión a las altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos de alta intensidad, campos magnéticos oscilantes e irradiaciones con fuentes ionizantes o no ionizantes, como la luz ultravioleta (UV) (Begum, Hocking, y Miskelly, 2009).

La radiación no ionizante tiene un potencial real entre los métodos físicos para el control de enfermedades postcosecha. Así pues, dosis bajas de luz ultravioleta de onda corta (UV-C, 190-280 nm de longitud de onda) pueden controlar muchas de las pudriciones en el almacenamiento de frutas y vegetales (Govender, 2005; Korsten, 2006; Terry y Joyce, 2003), ya que el blanco de la irradiación UV-C en pequeñas dosis es el ADN de microorganismos. Por esta razón, el tratamiento con UV-C ha sido usado como un germicida o agente mutagénico. Además, la irradiación UV-C puede estimular varios procesos biológicos como la respiración, biosíntesis de flavonoides y fitoalexinas, y la suscitación de proteínas relacionadas con la patogénesis, todos ellos implicados en la

resistencia de la planta a enfermedades y factores ambientales (Marti y Guizzardi, 1998; Terry y Joyce, 2003).

Algunos estudios demuestran resultados prometedores acerca del uso de irradiación UV-C, como una técnica de conservación de alimentos no térmica. La exposición postcosecha de diferentes cultivos a bajas dosis de irradiación muestran una mejora en el almacenamiento (Alothman, Bhat, Karim, 2009). La inactivación microbiana en frutas por luz ultravioleta induce mecanismos de defensa en el tejido metabólicamente activo de frutas y hortalizas (Millán, Romero, Brito, y Ramos, 2015). Los efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas generan la inducción de mecanismos de defensa (resistencia a diferentes patógenos) e inactiva las enzimas relacionadas con los procesos de maduración y senescencia. (González *et al.*, 2007). El Efecto del tratamiento postcosecha de mangos ataulfo con UV-C en la sobrevivencia de *Escherichia coli* enteropatógena ha demostrado una disminución de la bacteria de forma más efectiva en la superficie de los frutos a lo largo del tiempo de almacenamiento (Tapia, Magaña, Trejo, Eslava, Calderón, Ramírez, Díaz, Wachter, s.f). Sin embargo, González *et al.* (2007), citado por (Gutiérrez, Ruiz, Sgroppo y Rodríguez, 2016) encontraron una reducción en el contenido de  $\beta$ -caroteno en mangos cortados, posiblemente como resultado del estrés oxidativo inducido por la aplicación de radiación UV-C.

Teniendo en cuenta los aspectos descritos, el presente artículo pretende efectuar una revisión actualizada, enfocada en describir el efecto de la dosis de irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, y microbiológicas en mango mínimamente procesado.

### **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL MANGO MÍNIMAMENTE PROCESADO**

Aunque la composición, las propiedades fisicoquímicas y la naturaleza del fruto entero que se va a procesar determinan en gran medida la predisposición al ataque de un tipo u otro de microorganismos, será el proceso de elaboración y, en especial, las fases de pelado y corte las que determinen la contaminación de los frutos mínimamente procesados con microorganismos alterantes y/o patógenos (Nguyen y Carlin, 1994).

La flora alterante presente en los frutos mínimamente procesados está compuesta por bacterias, hongos y levaduras (Díaz, 2005). La mayoría de las bacterias descritas son gram negativas del grupo *Pseudomonas* y de las *Enterobacterias*. También pueden encontrarse bacterias pectinolíticas, como *Erwinia carotovora*, o ácido lácticas, como *Leuconostoc mesenteroides* y *Lactobacillus spp.* Entre los hongos destacan los del género *Penicillium*, *Aspergillus*, *Sclerotinia*, *Botrytis* y *Rhizopus*, y en las levaduras los géneros *Candida*, *Cryptococcus*, *Torulaspory* *Trichosporum*. (Hernández, Lobo y González, sf.)

Los pretratamientos con UV-C en frutas y hortalizas pueden ser utilizados para reducir la carga de bacterias patógenas, mohos, levaduras y virus, y mantener atributos de calidad prescindiendo del uso de tratamientos térmicos severos y adición de compuestos sintéticos (Guerrero y Barbosa, 2004). A través de diferentes trabajos de investigación se observa que la radiación UV-C reduce en general la carga microbiana inicial del producto en rangos de 0,6 a 1 log UFC (unidades formadoras de colonias) g-1 en comparación con muestras no tratadas.

En mango fresco cortado, las aplicaciones de 1 y 3 min de irradiación UV-C fueron efectivas en disminuir el índice de oscurecimiento y la actividad de polifenoloxidasas, mientras que las dosis altas incrementaron ambos efectos; los tiempos de 3 y 5 min resultaron óptimos para reducir el crecimiento microbiano, y para mantener la calidad del fruto durante 14 días en almacenamiento a 5 °C (González *et al.*, 2006).

Por otra parte, dosis de irradiación UV-C de 7 kJ/m<sup>2</sup> permiten obtener mejores características fisicoquímicas en mango y mamey y dosis 14 kJ/m<sup>2</sup> en piña, mínimamente procesadas durante 15 días de almacenamiento a 5°C. La dosis de irradiación UV-C de 14 kJ/m<sup>2</sup> permite obtener las mayores características antioxidantes y el menor recuento microbiano en las frutas tropicales, mango, piña y mamey, mínimamente procesadas, según lo reportado por Márquez y Pretell, (2013).

## **MICROFLORA ALTERANTE DE LA CALIDAD PRESENTE EN LA PIEL DE MANGO**

En relación con el mango, (Ngarmsak *et al.* 2006) observaron mayor contaminación microbiana en la cicatriz del pedúnculo que en la piel. Así, la carga de microorganismos mesófilos aerobios y de hongos y levaduras en piel es de 3.5 y 2.5 log ufc/g, respectivamente, y en la cicatriz del pedúnculo, de 4.0 y 3.5 log ufc/g, respectivamente. Narciso y Plotto (2005) también destacaron que la carga microbiológica en mangos enteros (cv. “Keitt”) era mayor después de dos días de conservación a 15 °C que tras 10 días. Este hecho fue explicado teniendo en cuenta que las poblaciones microbianas son dinámicas viéndose influidas por los cambios ambientales a los que está sometida la fruta, así como a la diferencia en el grado de madurez de los frutos.

En general, el mango mínimamente procesado, después de una conservación refrigerada de 4 a 5 °C durante siete a 10 días, tienen una población total de entre  $10^5$  a  $10^6$  microorganismos aerobios mesófilos por gramo de producto y de  $10^3$  a  $10^6$  hongos y levaduras por gramo de fruta. (Hernández *et al.*, sf.).

## **INACTIVACIÓN DE MICROORGANISMOS POR UV-C**

La irradiación UV-C se utiliza como alternativa para la esterilización química, porque reduce el crecimiento de microorganismos en superficies inertes y en frutos. (Stevens *et al.*, 1998a y b). Citado por (González *et al.*, 2007). El componente UV de la luz solar es la causa principal de muerte de microorganismos en el ambiente exterior, donde la velocidad de mortalidad varía entre patógenos, dosis aplicadas y tiempos de exposición; el tiempo puede variar de unos segundos a minutos para producir la muerte de 90 a 99 % de virus o bacterias. Algunas bacterias ambientales y esporas suelen ser más resistentes y sobrevivir a exposiciones mayores. El Cuadro 1 muestra las dosis mínimas y máximas de inactivación de algunos microorganismos.

**Tabla 1.** Dosis mínimas y máximas requeridas para inhibir en 100% a diferentes microorganismos.

Microorganismos	Intervalo germicida	
	Dosis Mínima ( $10^3 \text{ kgf s}^{-2}$ )	Dosis máxima ( $10^3 \text{ kgf s}^{-2}$ )
Algas	0,220	4,200
Bacteria (vegetativo)	0,025	0,264
Bacteria (espora)	0,220	0,462
Hongos	0,110	3,300
Virus	0,045	4,400
Levadura	0,066	0,176

Adaptado de Guerrero y Barbosa, (2004). Citado por (González *et al.*, 2007).

El mecanismo directo de acción de la irradiación UV-C en la inactivación microbiana reside en el daño que causa al ADN y generar así mutaciones que bloquean la replicación celular,

(Snowball y Hornsey, 1988). Citado por González *ob. cit.*

La aplicación de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas ha resultado un sistema efectivo para prolongar la vida útil de estos productos por ser letal para la mayoría de microorganismos. Baka *et al.* (1999) citado por González *et al.*, 2007.

#### **APLICACIONES Y EFECTOS BIOQUÍMICOS DE LA IRRADIACIÓN UV-C EN MANGO**

Algunas dosis de luz ultravioleta pueden provocar daños en frutos, como es el caso de dosis de  $1,0 \text{ kJ/m}^2$ , esta indujo daños en fresas frescas en las que se buscaba controlar la

descomposición causada por *Botrytis cinerea*. Según lo reportado por Baka *et al.* (1999), citado por González *et al.*, 2007.

En mango fresco cortado, las aplicaciones de 1 y 3 min de irradiación UV-C fueron efectivas en disminuir el índice de oscurecimiento y la actividad de polifenoloxidasas, mientras que las dosis altas incrementaron ambos efectos; los tiempos de 3 y 5 min resultaron óptimos para reducir el crecimiento microbiano, y para mantener la calidad del fruto durante 14 días en almacenamiento a 5 °C (González *et al.*, 2006).

Así mismo, González *et al.* (2006) observaron una disminución significativa en el deterioro causado por *Penicillium* en mangos frescos cortados y un aumento en los niveles de fenoles totales y flavonoides en el tejido, después del tratamiento con UV-C. En otro estudio con mango entero, (González, Zabaleta y Tiznado, 2007a) reportaron un aumento en la actividad de PAL y en los contenidos de fenoles y flavonoides totales, como resultado de la exposición a la irradiación UV-C a dosis de 0.25 y 0.5 kgf s<sup>-2</sup>, atribuible a la activación de una respuesta de defensa antiestrés.

Por otra parte, Márquez y Pretell (2013), reportaron que dosis de irradiación UV-C de 14 kJ/m<sup>2</sup> permite obtener mayores características antioxidantes y menor recuento microbiano en frutas tropicales como mango, piña y mamey mínimamente procesadas. Además la exposición postcosecha de diferentes cultivos a bajas dosis de irradiación muestran una mejora en el almacenamiento (Althman *et al.* 2009). También se ha reportado que la exposición a dosis bajas de UV-C retrasa la maduración y la senescencia de manzanas, tomates, naranjas, uvas de mesa, mango y duraznos (González *et al.*, 2007).

Es importante destacar que al utilizar UV-C como desinfectante, el equipo debe estar localizado lo más cerca posible al producto en el sistema de proceso, debido a que la distancia es inversamente proporcional a la intensidad (Suárez, 2001).

Del mismo modo, Márquez y Pretell (2013) reportaron la utilización de distancias de 12,5 cm en el tratamiento de mango (*Mangifera indica L.*) variedad “Kent”, piña (*Ananas comosus*) variedad “Golden” y Mamey. Mientras que González *et al.* (2007a)

utilizaron para mangos enteros de variedad “Haden” una distancia de 15 cm. Demostrando así que la distancia, y la intensidad de luz expuesta tiene un efecto directo sobre la superficie la fruta expuesta.

Así pues, es importante tomar en cuenta la dosis y el tiempo de la irradiación UV-C a utilizarse en el Mango mínimamente procesado, ya que de ello depende la calidad de la fruta y la reducción del crecimiento microbiano.

### **VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA DE ONDAS CORTAS UV-C EN MANGO MINIMAMENTE PROCESADO**

La luz ultravioleta es una radiación no ionizante con una longitud de onda de 100 a 400 nm; se clasifica en tres tipos: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) y UV-C (200-280 nm). La irradiación UV-C tiene su máximo pico de emisión a 254 nm y se ha comprobado que es en esta longitud de onda donde presenta su mayor acción germicida, por lo que ha sido ampliamente estudiada en varios tejidos vegetales (Artés y Allende, 2005).

El tratamiento con UV-C ofrece varias ventajas a los procesadores de alimentos, ya que no deja residuos, no tiene restricciones legales, es fácil de usar y es letal para la mayoría de los tipos de microorganismos (Bintsis, Litopoulou y Robinson, 2000). Además, no requiere de medidas de seguridad de alto costo para ser implementado (Yaun, Summer y Marcy, 2004). Sobre la forma en que actúa, (Lado y Yousef, 2002) informaron que la radiación UV-C de 0,5 a 20 kJ m<sup>-2</sup> inhibe el crecimiento microbiano mediante la inducción de la formación de dímeros de pirimidina que alteran la hélice de ADN y bloquean la replicación celular microbiana. Por lo tanto, las células que son incapaces de reparar el ADN dañado por la radiación mueren y las células heridas sub-letalmente son a menudo objeto de mutaciones. La dosis efectiva de UV-C depende del tipo de hortaliza tratada y en el caso de dosis demasiadas altas pueden causar efectos nocivos en la calidad del producto. (Perkins, Collins, y Howard. 2008).

Otra ventaja que subyace en la eficacia de la radiación UV-C parece ser su independencia de la temperatura en el rango 5-37 °C, aunque depende de la irradiación incidente (Bintsis *et al.*, 2000; Gardner y Shama, 2000). En los últimos años se han realizado estudios para determinar el efecto de la radiación UV-C en diferentes frutas y

hortalizas, con el objetivo de reducir la carga microbiana superficial (Escalona *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2011), controlar enfermedades (Pan *et al.*, 2004), frenar los procesos relacionados con la maduración (Barka *et al.*, 2000) y también para estudiar cómo el estrés de esta radiación afecta el desarrollo de daño por frío en algunos productos sensibles (Vicente *et al.*, 2005). Sin embargo, González *et al.*, (2007) Citado por Márquez y Petrell (2013), encontraron una reducción en el contenido de  $\beta$ -caroteno en mangos cortados, posiblemente como resultado del estrés oxidativo inducido por la aplicación de radiación UV-C.

Según Rodríguez y Narciso (2012), han encontrado niveles de fluencia UV-C de aproximadamente 4-5 kJ/m<sup>2</sup> que tienen el efecto más beneficioso sobre la vida útil y la calidad de frutos de mango. Beaulieu (2007) y Lamikanra, Kueneman, Ukuku y Bett, (2005) informaron que las frutas procesadas con luz UV conservan su aroma y sabor al igual que las muestras control que no fueron tratadas.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La efectividad del tratamiento de irradiación con UV-C en la fruta del mango depende de muchos factores, como la dosis administrada, la fuente de luz, la especie, el grado de madurez entre otras.

Las aplicaciones potenciales de esta tecnología en el mango incluyen el retraso de la maduración durante el almacenamiento, reducción de desórdenes fisiológicos, y aumento de fitoalexinas, antioxidantes o vitaminas. El tratamiento de UV-C podría considerarse como una herramienta complementaria a la refrigeración y al envasado para preservar la calidad organoléptica y nutricional, y aumentar la comercialización de alimentos mínimamente procesados.

Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento, sugieren que el enfoque más adecuado para la aplicación industrial del tratamiento con luz UV en mango es la combinación con otros tratamientos, buscando el establecimiento de interacciones sinérgicas entre ellos.

Diferentes autores sugieren que pretratamientos moderados con UV-C en mango podrían ser utilizados como herramienta para promover compuestos fenólicos con capacidad antioxidante, al mismo tiempo de ofrecer al mercado productos microbiológicamente estables.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Alothman, M.; Bhat, R.; Karim, A. 2009. UV Radiation-induced Changes of Antioxidant Capacity of Fresh-Cut Tropical Fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10: 512-516.
- Allende, A., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2006a). Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 513-519.
- Andrade M, Moreno C, Henríquez A, Gómez A, Concellón A. 2010. Influencia de la radiación UV-C como tratamiento postcosecha sobre carambola (*Averrhoa carambola* L.) mínimamente procesada almacenada en refrigeración. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha* 11:18-27.
- Artes, F. Allende, A. (2005). Processing lines and alternative preservation techniques to prolong the shelf-life of minimally fresh processed leafy vegetables. *Eur. J. Hort. Sci.* 70:231-245.
- Barka EA, Kalantari S, Makhlof J, Arul J. 2000. Impact of UV-C irradiation on the cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 667 - 671.
- Beaulieu, J. 2007. Effect of UV irradiation on cut cantaloupe: terpenoids and esters. *J. Food Sci.* 72(4):272-281.
- Begum, M. Hocking, A. Miskelly, D. (2009). Inactivation of food spoilage fungi by ultra violet (UVC) irradiation. *International Journal of Food Microbiology*, 129, 74-77.
- Bintsis T, Litopoulou, E. Robinson, R. 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry-a critical review. *Journal of Science and Food Agriculture*, 80: 637 - 645.
- Díaz, M. Acedo, F. García, G. 2005, "Principales microorganismos patógenos y de deterioro", en González-Aguilar, G., A. A. Gardea, F. Cuamea-Navarro (eds.), *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., CIAD, Sonora, México, cap. 10, pp. 217-239.

- Escalona, V. Aguayo, E. Martínez, G., Artés F. 2010. UV-C doses to reduce pathogen and spoilage bacterial growth in vitro and in baby spinach. *Postharvest Biology and Technology*, 56: 223 - 231.
- Gardner, D. Shama, G. 2000. Modeling UV-induced inactivation of microorganisms on surfaces. *Journal of Food Protection*, 63: 63 - 70.
- González, A. Villegas, M. Cuamea, F. Ayala, J. (2006) Efecto de la irradiación UV-C sobre la calidad de mango fresco cortado. In: I Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados. G A González-Aguilar y F Cuamea- Navarro (eds). pp: 59-64.
- González A. Rivera, D. Pastrana A. Gardea M. Martínez, M. 2007. Efectos Bioquímicos Postcosecha de la Irradiación UV-C en Frutas y Hortalizas. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 30 (4): 361 – 372, 2007.
- González, G. Zavaleta, R. Tiznado, E. 2007a. Improving postharvest quality of mango ‘Haden’ by UV-C treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 45(1):108-116.
- Govender, V. 2005. Evaluation of Biological Control Systems for Control of Mango Post-harvest Diseases. Faculty of Natural and Agricultural Sciences. University of Pretoria, South Africa. pp.1-19.
- Guerrero, B. Barbosa, G. 2004. Review: Advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Sci. Technol. Internatl.* 10:137-147.
- Gutiérrez, D. Ruiz, L. Sgroppo, S. Rodríguez, S. 2016. Uso de la radiación UV-C en el proceso de elaboración de hortalizas de IV gama. *Agrociencia Uruguay - Volumen 20* 2:7-13 - julio/diciembre 2016
- Hernández, Y. Lobo, M. González, M. sf. Cambios Microbiológicos y Sensoriales de Frutos Frescos Cortados de Origen Tropical: Piña Papaya y Mango. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/299544763>
- Herrera, A. Romero, M. (2006). Innovaciones en el procesado de alimentos: tecnologías no térmicas. *Revista Médica Universidad de Navarra*, 50(4), 71-74.
- ISSN: 2343-6468 Digital / ISSN: 1315-0162 Impreso / Depósito Legal pp 198702SU187
- James J, Ngarmak T. 2010. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: a technical guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.
- Korsten L. 2006. Advances in Control of Postharvest Disease in Tropical Fresh Produce. *Int. J. Ofpostharvest Technology and Innovation.* 48-61.

- Lado, B. Yousef, A. 2002. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infection*, 4: 433 - 440.
- Lamikanra, O. Kueneman, D. Ukuku, D. Bett-Garber, K. 2005. Effect of processing under ultraviolet light on the shelf life of fresh-cut cantaloupe melon. *J. Food Sci.* 70(9):C534-C539.
- Márquez L, Pretell C. 2013. Irradiación UV-C en frutas tropicales mínimamente procesadas. *Sci. Agropecu.* 4(3):147-161.
- Marti, M. y Guizzardi, M. 1998. The Postharvest Phase: Emerging Technologies far the Centro! of Fungal Diseases. *Phytoparasitica* 26(1):59-66.
- Martínez, G. Gómez, P. Artés F, Artés H. 2011. Moderate UV-C pretreatment as a quality enhancement tool in freshcut Bimi® broccoli. *Postharvest Biology and Technology*, 62: 327 - 337.
- Millán, D. Romero, L. Brito, M. Ramos A. 2015. Luz Ultravioleta: Inactivación Microbiana en Frutas. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela.* Vol. 27 N° 3: 454-469.
- Narciso, J. Plotto A. 2005. "A comparison of sanitation systems for fresh-cut mango", en *HortTechnology*, 15(4):837-842.
- Ngarmsak, M. Delaquis, P. Toivonen, T. Ngarmsak, B. Ooraikul, G. Mazza, 2006a, "Microbiology of fresh-cut mangoes prepared from fruit sanitised in hot chlorinated water", en *Food Science and Technology International*, 12(2):95-103.
- Nguyen C. Carlin, F. 1994, "The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables" en *Critical Reviews in Food Science*, 34:341-401.
- Olivas G, Barbosa-Cánovas G. 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. *Critical reviews in food science and nutrition* 45:657-670.
- Oms G. 2008. Alternativas de envasado de peras y melón frescos cortados en atmosfera modificada. [Tesis Doctoral]. [Lleida, España]: Universidad de Lleida: 2008. 354p.
- Pan J, Vicente AR, Martínez GA, Chaves AR, Civello PM. 2004. Combined use of UV-C illumination and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1831 - 1838.
- Pérez T. Aristizábal T. Restrepo F. 2016. Conservación De Mango Tommy Atkins mínimamente Procesado Mediante La Aplicación De Un Recubrimiento De Aloe Vera (Aloe Barbandensis Miller). *Vitae, Revista De La Facultad De Ciencias Farmacéuticas Y Alimentarias* ISSN 0121-4004 / ISSNe 2145-2660. Volumen 23 número 1, año 2016 Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. págs. 65-77

- Perkins, P. Collins, J. Howard, L. 2008. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest Biology and Technology*, 47: 280 - 285.
- Robles, M. Gorinstein, S. Martín O. Astiazarán, H. González, G. Cruz, R. 2007. Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interciencia* 32(4): 227-232.
- Rodrigues, S., Narciso, F. 2012. *Advances in Fruit Processing Technologies*. CRC Press Taylor & Francis Group, Florida, USA, pp. 472.
- Sabine Altendorf. fao. 2017. PERSPECTIVAS MUNDIALES DE LAS PRINCIPALES FRUTAS TROPICALES 1. Perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado global pujante. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Tropical\\_Fruits/Documents/Tropical\\_Fruits\\_Spanish2017.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf) [consulta]: 2020, abril 01]
- Suárez R. 2001. Conservación de alimentos por irradiación. *Rev. Invenio*. 4(6):85-124.
- Tapia Y. Magaña, N. Trejo, A. Eslava, C. Calderón, M. Ramírez, R. Díaz, G. Wachter, C. S.F. Efecto del Tratamiento Postcosecha de Mangos Ataulfo en la Sobrevivencia de *Escherichia Coli* Enteropatógena. Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM, 04510 México, D.F. 1:1
- Terry, L. y Joyce, D. 2003. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. *Postharvest Biology and Technology* 32(1): 1-13
- Vicente, R. Pineda, C. Lemoine, L. Civello, P. Martínez, G. Chaves, A. 2005. UV-C treatments reduce decay, keep quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 35: 69 - 78.
- Yaun B, Summer S, Eifert J, Marcy J. 2004. Inhibition of Pathogens on Fresh Produce by Ultraviolet Energy. *International Journal of Food Microbiology*, 90: 1 - 8.



# USO DE ENZIMAS EN LA INDUSTRIA GALLETERA

## Use of Enzymes in the Biscuit Industry

Nilza Esperanza Quintero Piña

### RESUMEN

En esta revisión bibliográfica sobre el uso de enzimas en la industria galletera, se destaca la acción de las proteasas por su utilidad en la producción de harinas para galletas tipo crackers, donde no se desea elasticidad del gluten. Estas dividen las cadenas de proteínas de las moléculas de gluten produciendo en primer lugar un ablandamiento y luego un colapso completo de la estructura. También las amilasas fúngicas son muy utilizadas para estos fines, ya que rompen el almidón presente en la harina en azúcares simples y generan una fermentación alcohólica. El uso de enzimas como amilasas y proteasas en la fabricación de galletas tipo cracker generan ventajas en todas las etapas del proceso, relajan la masa haciéndola más dócil y de esta forma favorecen la retención gaseosa, proporcionan un aumento del volumen de las galletas, tienen una tendencia menor a curvarse durante el horneado y presentan un dorado uniforme.

**Palabras clave:** *Galletas cracker, enzimas, amilasas, proteasas.*

**Nilza Esperanza Quintero**

Ingeniero Agroindustrial, Magister *Scientiarum* en Ingeniería Agroindustrial. Profesor Agregado adscrito al Programa de Ciencias del Agro y del Mar Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social UNELLEZ. Barinas. Venezuela. [nilzaquintero@gmail.com](mailto:nilzaquintero@gmail.com)

---

## SUMMARY

In this bibliographic review on the use of enzymes in the biscuit industry, the action of proteases is highlighted as they are very useful in the production of cracker-type cookie flours, where gluten elasticity is not desired. These divide the protein chains of the gluten molecules, producing first a softening and then a complete collapse of the structure. Also fungal amylases are widely used for these purposes, since they break the starch present in flour into simple sugars and generate an alcoholic fermentation. The use of enzymes such as amylases and proteases in the manufacture of cracker-type cookies generate advantages at all stages of the process, relax the dough making it more docile and thus favor gas retention, provide an increase in the volume of the cookies, provide a minor tendency to curl during baking and has a uniform browning.

**Key words:** *Biscuit crackers, enzymes, amylases, proteases.*

## INTRODUCCIÓN

Las enzimas son proteínas que operan como catalizadores biológicos, bajo ciertas condiciones de pH, temperatura e hidratación y actúan sobre sustratos específicos de las diferentes reacciones bioquímicas que constituyen el metabolismo de los seres vivos.

Para que se produzca una determinada reacción, es necesaria la presencia de un determinado enzima, y la mayor o menor cantidad de éste suele modificar la velocidad de la reacción controlada. Una de las características más sobresalientes de las enzimas es su elevada especificidad. Esto quiere decir que cada tipo de enzima se une a un único tipo de sustancia, el sustrato, sobre el que actúa.

En la producción de galletas, las enzimas actúan sobre los componentes de la harina para mejorar la calidad del producto final, las más utilizadas son las amilasas y las proteasas. La utilización de enzimas por parte de la industria panificadora, es una práctica cada vez más difundida, pues su uso abre un gran abanico de posibilidades en cuanto al proceso de los productos de panadería y bollería.

Los cereales contienen una serie de enzimas naturales como son las amilasas, proteasas, hemicelulasas y lipasas. Tanto los contenidos en la harina como los adicionados

en el molino o en la panadería, actúan en las diferentes partes del proceso de panificación (Tejero,s.f.).

Su presencia en cantidades superiores o inferiores a las necesarias afectará a la calidad del producto final, tanto a su volumen y aspecto, como a su conservación. Por esta razón y para resolver esta insuficiencia enzimática es necesario añadirlas a la harina o a la masa. Actualmente, la mayor parte de las enzimas producidas industrialmente para su utilización en los procesos de panificación se producen mediante fermentaciones de microorganismos seleccionados.

En los últimos años las enzimas han tenido un avance significativo en la industria panadera ya que se han ido limitando en los mejoradores comerciales los principios activos tradicionales como el ácido ascórbico y los emulsionantes por diferentes enzimas que pueden actuar casi de la misma forma que éstos.

Este documento pretende recoger, mediante una revisión bibliográfica los aspectos más relevantes sobre el uso de enzimas en la fabricación de galletas de masas fermentadas.

## **DESARROLLO**

### Galletas fermentadas: tipo Cracker

El cracker es descrito como galletas hechas a partir de masa fermentada salada, con larga vida útil, secas, simples, delgadas, de textura crujiente y hojaldrada, las cuales cuentan con un proceso de fermentación dentro de su elaboración, Bojana y Olivera (2013).

Las galletas fermentadas son las obtenidas mediante masas sometidas a la acción de levadura biológica fresca o seca en su elaboración. Estas masas tienen poca grasa y gran cantidad de agua que entra en contacto con las partículas de harina y reacciona con las proteínas formando el gluten. La preparación es larga y durante la fermentación se forman los alveolos por acción del anhídrido carbónico liberado por la levadura, generando masas extensibles y elásticas.

En la preparación de galletas se utilizan materias primas que le aportan suavidad al producto como son: grasa, agente leudante y enzimas y otros ingredientes que le dan cuerpo, tales como: harina de trigo, sal agua y azúcar.

En el caso de las enzimas, las amilasas fúngicas son empleadas en la industria galletera para romper carbohidratos complejos (almidón presente en la harina), en azúcares simples. La levadura se alimenta de estos azúcares y genera una fermentación alcohólica que le permite a la masa elevarse y le suministrará sabor. Las células de la levadura contienen amilasas, pero necesitan tiempo para fabricar la suficiente cantidad y romper el almidón. Por esto es que se necesitan largos tiempos de fermentación. (Lallemand,2017).

Otra de las enzimas frecuentemente usadas son las proteasas (conocidas también como proteinasas o peptidasas) son muy útiles en la producción de harinas para galletas crackers donde no se desea elasticidad del gluten, estas enzimas dividen las cadenas de proteínas de la molécula de gluten y de este modo se produce en primer lugar un ablandamiento y después un colapso completo de la estructura (Popper, s.f.).

En presencia de las proteasas fúngicas no se forman los puentes de disulfuro haciendo que la masa oponga menos resistencia, lo que reduce el tiempo de amasado. Las proteasas cuando rompen los enlaces de disulfuro de las cadenas peptídicas que son responsable de la dureza, proporcionan estabilidad, relajan la masa haciéndola más dócil y de esta forma favorecen la retención gaseosa, proporcionan un aumento del volumen de las galletas (Popper, s.f.).

Del mismo modo, la levadura es parte integral en la fabricación de galletas ya que es el agente leudante más utilizado. Es un ingrediente sencillo de usar, más fiable que otros agentes leudantes naturales y de acción rápida. Existen muchos tipos de levadura, sin embargo, la utilizada en fermentación de masas para la fabricación de galletas es la *Saccharomyces cerevisiae*. Este microorganismo bajo condiciones anaeróbicas es capaz de producir gas carbónico y alcohol a partir de azúcares inferiores, siendo esta facultad de producción de gases lo que tiene más importancia en la fermentación de la masa (Mühlenchemie,s.f.).

Las dispersiones de la levadura no deben hacerse en agua salada, ya que la sal tiene un efecto inhibitor muy fuerte sobre la actividad de la levadura. Puede matar las células a una concentración del 2% y aun a concentraciones más moderadas. Las soluciones de azúcar también inhiben las levaduras, estas no deben excederse del 5% de concentración.

Para la fermentación tradicional se emplea calor y humedad, la temperatura aplicada debe oscilar entre 28-32 C y la humedad entre 70 y 85% (Tejero,s.f.).

El proceso general para la producción de galletas consta de 4 pasos fundamentales, como son: mezclado, fermentación, moldeado y horneado. Las condiciones del proceso para la fabricación de galletas determinan la calidad que buscan los consumidores.

En la etapa inicial de proceso o mezclado se integra la harina, el agua, la grasa, el azúcar, la levadura activa la grasa. En este proceso se desarrolla el gluten de la harina. El bicarbonato de sodio es un ingrediente adicional que se agrega a la masa dependiendo el tipo de galleta que se quiera elaborar, generalmente se incorpora en una segunda etapa de mezclado cuando la masa sale de la fermentación.

Luego viene la etapa de fermentación o el esponje, es el proceso en el cual la levadura se desarrolla. En este paso se genera CO<sub>2</sub> y alcohol. Los productos líquidos generados en la fermentación brindan el olor y sabor característico de la masa, por otra parte, el Dióxido de carbono es el encargado de duplicar el volumen de la misma. Para el buen desarrollo de la levadura es necesario tener condiciones de temperatura y humedad específicas.

La levadura utiliza fuentes de carbono para realizar la fermentación, estas son adquiridas del azúcar y de la harina que al tener enzimas como la  $\alpha$  – amilasa y la  $\beta$  – amilasa degradan el almidón para obtener dextrosa (Espitia, 2009).

Según Olmedo (1964), a temperatura ambiente el alcohol es líquido por este motivo forma parte de la fase líquida de la masa, por el contrario el dióxido de carbono es gaseoso, es disuelto parcialmente y se genera ácido carbónico otra parte de dióxido de carbono es retenido por la masa y el resto escapa. Los factores que ayudan a la generación del gas durante la fermentación son: el aumento de la concentración de levadura, agregado de

estimulantes para la levadura: Sulfato de calcio, carbonato amónico y cloruro amónico, una cantidad adecuada de azúcar y el incremento de la temperatura sobre los 30°C y menor a los 40°C.

Una vez la masa ha salido del proceso de esponje se procede a moldearla. De acuerdo con el tipo de masa que haya sido elaborado se lamina y se realizan los cortes necesarios para dar forma a la galleta. En el caso de la laminación es necesario conocer el número de capas óptimas para obtener el grosor y el horneado deseado.

El paso final en la producción de galletas es el horneado, en esta etapa es imperioso conocer las condiciones de horneado, para obtener las características físicas requeridas en las galletas. En esta fase el olor de la masa fermentada disminuye ya que parte del alcohol generado en la fermentación y otros productos se queman.

#### Factores que influyen en la acción de las enzimas:

Según Tejero(s.f.), la cantidad de una enzima añadida a la harina reaccionará de forma distinta dependiendo de varios factores. El comportamiento de las masas dependerá de la cantidad del mejorador añadido, ya que es a través de este donde normalmente se adiciona las enzimas al producto; a través de un conjunto enzimático, que incorpora generalmente también ácido ascórbico y algún tipo de emulsionante.

Sin embargo, otros factores como la acidez de las masas madres, la temperatura de la masa y de la fermentación, así como la temperatura del horno, tendrán una repercusión de reacciones bien distintas cuando estos parámetros cambien. Casi todas las reacciones químicas de las células son canalizadas por enzimas, con la particularidad de que cada enzima sólo cataliza una reacción, por lo que existirían tantas enzimas como reacciones.

Otro factor de control importante durante la fermentación es el tiempo, mientras más aumenta el tiempo, se hace más difícil controlar el peso del producto durante su la fabricación (Duncan, 1989)

#### Sustratos disponibles en la harina:

La actividad de una enzima responde a la concentración del complejo enzima-sustrato.

Es muy importante que la cantidad de sustrato y enzima estén relacionados. Cuando el sustrato es limitado, la acción de la enzima es lenta y limitada su reacción; cuando la cantidad de sustrato es elevada, la reacción será rápida y efectiva. En una reacción catalizada por la enzima (E), los reactivos se denomina sustratos (S), es decir, la sustancia sobre la que actúa la enzima. El sustrato es modificado químicamente y se convierte en uno o más productos (P). (Popper, sf)

#### Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática:

Los aumentos de temperatura aceleran las reacciones químicas y enzimáticas: por cada 10°C de incremento, la velocidad de reacción se duplica. Las reacciones catalizadas por enzimas siguen esta ley general. Sin embargo, al ser proteínas, a partir de cierta temperatura, se empiezan a desnaturalizar por la acción del calor. La temperatura cuya actividad catalítica es máxima se llama temperatura óptima. Por encima de esta temperatura, el aumento de velocidad de la reacción debido a la temperatura es contrarrestado por la pérdida de actividad catalítica debida a la desnaturalización térmica y la actividad enzimática decrece rápidamente hasta anularse (Tejero, s.f.)

Las enzimas que se utilizan en la panadería comienzan su actividad desde que se añade el agua en el amasado y terminan en el horno; si por ejemplo la masa sale de la amasadora por debajo de 25°C, su actividad es bien diferente a si la masa queda por encima de los 28°C o más. Otro ejemplo es cuando la masa se fermenta a altas temperaturas la actividad varía notablemente.

Si de manera contraria la temperatura de la masa es muy fría o también si la temperatura inicial del horno es baja o al contrario, muy alta, se va a prolongar o reducir la actividad de las enzimas. Igualmente, las enzimas añadidas a las masas de fermentación controlada, aún con actividad reducida debido a la baja temperatura, siguen activas, y tendrán tal repercusión, que si bien se paraliza la actividad fermentativa de la levadura, prosigue lentamente la degradación del gluten y del almidón.

Habitualmente las enzimas que se utilizan en la harina y las que el panadero aporta a través del mejorador se desnaturalizan y se desactivan a los 60°C (las amilasas fúngicas), mientras que las naturales del trigo lo hacen por encima de los 75°C.

### **Efecto del pH sobre la actividad enzimática:**

El pH es una medida de la acidez relativa de la masa. En procesos con fermentaciones cortas, la acidez en la que la actividad de las enzimas es óptima. Los aminoácidos que forman las proteínas pueden estar cargados positivamente o negativamente dependiendo del pH de la masa.

Para un pH neutro (pH=7), la mayor parte de las proteínas tienen en ambos signos positivo y negativo cargas disponibles a lo largo la cadena de aminoácido.

Cargas opuestas se atraen y cargas iguales se repelen. Ésta fuerza de atracción/repulsión juega un papel importante en el sostén de toda la estructura de tridimensional de la proteína, la cual es importante para su funcionalidad. Como la que conforma una solución estándar de almidón a una velocidad de 1 g/hora a 40°C.

La actividad de las alfa-amilasas de origen fúngico comerciales se mide en dos unidades:

- FAU (Unidad Fungal Amilasa), que es la cantidad que dextrinizará una solución estándar de almidón a una velocidad de 1 g/hora a 40°C.
- SKB que mide la capacidad de la enzima para degradar una solución de almidón puro, a un pH de 4,6, durante 60 minutos a 300°C.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

El uso de enzimas como amilasas y proteasas en la fabricación de galletas tipo cracker, generan ventajas en todas las etapas del proceso, ya que permiten que la extensión de la masa sea más uniforme, la reducción del grosor de la hoja de masa puede realizarse de forma más rápida y reproducible, los periodos de relajación pueden reducirse o incluso omitirse; los trozos de masa mantendrán la forma dada mediante el corte; se evitan la contracción y la curvatura en el horno, así como la formación de grietas capilares.

Las galletas fabricadas con las proteasa o amilasas adecuadas tienen una tendencia menor a curvarse durante el horneado y presentan un dorado uniforme.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Bojana, F. y Olivera, S.C (2013) «Dough rheological properties in relation to cracker-making performance of organically grown spelt cultivars, » International Journal of Food Science & Technology, n° 48, p. 2356.
- Duncan, M. (1989). Tecnología de la Industria Galletera: galletas cracker y otros horneados. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza.
- Espitia, C. (2009). «Determinación de la concentración de la alfa y beta amilasas comerciales en la producción de etanol a partir de almidón de cebada empleando *Sccharomyces cerevisiae*,».(Tesis de Doctorado) Recuperado de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis206.pdf>.
- Popper,L. (sf). Enzimas – Las mejores amigas de las harinas .Las pequeñas ayudantes de los fabricantes de harinas. Recuperado de <http://www.mehlverbesserung.de/downloads-expertenwissen/mc-enzyme-popper-esp.pdf>
- Mühlenchemie.(s.f.). Página web: Mühlenchemie. Recuperado de <http://www.muehlenchemie.de/espanol/la-empresa/index.html>
- Olmedo. F. (1964). Papel de la fermentación en la fabricación del pan. "Cereales", v. 173; pp. 13-15.
- Popper,L. (sf). Enzimas – Las mejores amigas de las harinas. Las pequeñas ayudantes de los fabricantes de harinas. Recuperado de <http://www.mehlverbesserung.de/downloads-expertenwissen/mc-enzyme-popper-esp.pdf>
- Tejero, F. (s.f.) Defectos en la fermentación y la cocción. Asesoría técnica en panificación.



# BIOTECNOLOGÍA DEL PAN

## Bread Biotechnology

Wílmer Peña

### RESUMEN

La revisión se desarrolló a partir del interés que genera el uso de microorganismos en la elaboración de panes, particularmente de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en el proceso de fermentación, proceso clave biotecnológico en la fabricación de productos de panificación leudados. Se abordaron aspectos relativos al rol que desempeñan las diferentes materias primas principales que participan en la fermentación panaria como son las harinas, levadura, azúcar, sal, grasas y agua, además se destacan los factores inherentes a la masa (acidez, pH, y temperatura), y los externos que inciden en el proceso de fermentación como lo son: la temperatura ambiente y la humedad relativa. Particular interés reviste en esta investigación el uso de la harina de yuca en la elaboración del pan y las limitaciones tecnológicas que plantea derivadas de la ausencia de proteínas formadoras de gluten, responsable de proporcionar la viscoelasticidad en el pan y de atrapar el dióxido de carbono que causa que el pan leude durante todo el proceso de fermentación.

**Palabras clave:** *fermentación, levadura, harinas, Pan de yuca.*

#### Wílmer Peña

Ingeniero Agroindustrial Magister *Scientiarum* en Ingeniería Agroindustrial. Profesor Agregado adscrito al Programa de Ciencias del Agro y del Mar. Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social UNELLEZ. Barinas. Venezuela. Email: [wjpr58@gmail.com](mailto:wjpr58@gmail.com)

---

## SUMMARY

The review was developed based on the interest generated by the use of microorganisms in the production of breads, particularly yeast *Saccharomyces cerevisiae*, in the fermentation process, a key biotechnological process in the manufacture of leavened bread products. Aspects related to the role played by the different main raw materials that participate in bread fermentation such as flour, yeast, sugar, salt, fats and water were addressed, as well as the factors inherent to the dough (acidity, pH, and temperature), and the external ones that affect the fermentation process, such as: ambient temperature and relative humidity. Particular interest in this research is the use of cassava flour in breadmaking and the technological limitations that arise from the absence of gluten-forming proteins, responsible for providing viscoelasticity in bread and trapping the carbon dioxide that it causes the bread to leave during the entire fermentation process.

**Key words:** *fermentation, yeast, flours, cassava bread.*

## INTRODUCCIÓN

La microbiología industrial se ocupa de las aplicaciones industriales de los microorganismos. Desde otro punto de vista puede decirse también que los procesos de la microbiología industrial constituyen aquellos procesos industriales catalíticos basados en el uso de microorganismos (Merchuk, 2006. p.4).

Entre las muchas tecnologías que se utilizan hoy en alimentación para lograr mejores resultados destaca, por tratarse de un alimento de gran consumo, la biotecnología en la fabricación de pan. El pan es el resultado de hornear una masa fermentada, en cuya formulación se cuenta fundamentalmente con los siguientes ingredientes: harina, agua, levadura y sal (Mengod, 1991, pp. 26).

Para Raffino (s.f.), la fermentación se puede clasificar atendiendo a los productos finales que genera en: Fermentación alcohólica. Llevada a cabo por las levaduras principalmente, se produce alcohol (etanol), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y energía (ATP), a partir de ciertos azúcares de tipo hexosa, como por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa. Fermentación acética. Participan las bacterias del género *Acetobacter*, transforma el alcohol etílico en ácido acético. Fermentación láctica. Consiste en una oxidación parcial de la glucosa, llevada a cabo por bacterias lácticas o por las células musculares animales.

Fermentación butírica. En esta se transforman las glucosas en ácido butírico y gas. Es llevada a cabo por las bacterias del género *Clostridium* y requiere de presencia de lactosa. Fermentación butanodiólica: Es una variante de la fermentación láctica, llevada a cabo por enterobacterias que liberan dióxido de carbono y generan butanodiol, un alcohol incoloro y viscoso, los microorganismos representativos son: la *Enterobacter*, se encuentra en suelos y aguas y, a veces, en el intestino. Relacionadas con estas bacterias son *Klebsiella* que fija N<sub>2</sub> y cuya especie *K. pneumoniae* provoca neumonía. *Serratia*. Produce prodigiosinas que son pigmentos y son pirroles que están en clorofilas y hemoglobinas. *Erwinia*. Son patógenos de plantas, como *Erwinia chrysanthemi* y *Erwinia carotovora*, entre otros. Fermentación propiónica. Intervienen el ácido acético, dióxido de carbono y ácido succínico, y se obtiene de todos ellos ácido propiónico. Es característica de las bacterias del género *Propionibacterium*, *Veillonella* y *Clostridium propionicum*, que pueden producir ácido propiónico utilizando el ácido láctico como sustrato, y algunas también a partir de polialcoholes, aminoácidos y otros ácidos orgánicos distintos al ácido láctico (Corrales, Antolinez, Bohórquez, Corredor, 2015, pp. 64).

En el proceso de elaboración de panes con harina de trigo se subraya la fermentación de los azúcares con levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* como una actividad biotecnológica básica. Los productos finales de este proceso son CO<sub>2</sub> y alcohol, este último se volatiliza, mientras que el gas es el responsable del leudado de las masas panarias.

En nuestro país, el pan se reconoce como un producto de consistencia esponjosa, resultante del horneado de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible, agua potable, fermentada por la adición de levaduras, adicionada o no de ingredientes y aditivos. (Comisión Venezolana de Normas Industriales [COVENIN], N° 226-88).

La masa forma una matriz donde la levadura queda atrapada. Las amilasas presentes en la harina, una vez que esta se humedece, convierten el almidón en glucosa, que sirve de alimento a las levaduras. Además, la levadura obtiene su fuente de nitrógeno de las proteínas presentes en la harina de trigo.

El objetivo principal de esta revisión, es aportar información sobre la biotecnología en la elaboración del pan, abarcando aspectos relacionados con el rol de las materias primas en la fermentación del pan, los factores inherentes y externos que inciden en su desempeño, y por

otra parte, relacionar este proceso con el proceso de fermentación en los panes libre de gluten, concretamente en el pan elaborado con harina de yuca.

### **Microbiología industrial y biotecnología**

La microbiología industrial representa una parte de la Biotecnología, actividad multidisciplinaria que comprende la aplicación de los principios científicos y de la ingeniería al procesamiento de materiales por agentes biológicos para proveer bienes y servicios. La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo ([OECD], 1982) explica que los agentes biológicos pueden ser células microbianas, animales, vegetales y enzimas. Además, se entiende por bienes a cualquier producto industrial relacionado con alimentos, bebidas, productos medicinales, etc., y por servicios a aquellos vinculados a la purificación de aguas y tratamiento de efluentes. En un sentido amplio, the Office of Technology Assesment ([OTA], 1984), define la biotecnología como...” cualquier técnica que utilice organismos vivos (o parte de ellos) para obtener o modificar productos, mejorar plantas y animales, o desarrollar microorganismos para usos específicos”.

Algunos procesos biotecnológicos de importancia industrial en alimentos se pueden agrupar en la forma siguiente: 1. Producción de alimentos fermentados. 2. Producción de aditivos.3. Producción de enzimas microbianas. 4. Producción de células microbianas como productos y 5. Procesos de transformación de materias primas.

En la industria de alimentos es significativa la aplicación de la microbiología industrial en la producción de alimentos fermentados (vino, cerveza, pan, queso, yogurt, otros.), proteína de origen unicelular para alimentación humana o animal (ricos en vitaminas, proteínas, aminoácidos, minerales), aditivos alimentarios (ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, productos y servicios de origen biotecnológico en diferentes sectores saborizantes), enzimas, biopolímeros (espesantes).

### **Biotecnología en la fabricación del pan de harina de trigo**

El proceso enzimático de más trascendencia en la fabricación del pan es la fermentación. La obtención de un pan voluminoso, de miga uniformemente alveolada con color y olor satisfactorio, no sólo depende de la calidad de la harina empleada, sino que también viene condicionada por el adecuado control de toda una serie de transformaciones químicas y

enzimáticas que reciben el nombre de fermentación y que tienen lugar desde que comienza el amasado hasta los primeros momentos del horneado.

### **Fermentación del pan**

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y el producto final es un compuesto orgánico. Al producirse en ausencia de O<sub>2</sub> significa que el aceptor final de los electrones del NADH producido en la glucólisis no es el oxígeno, sino un compuesto orgánico que se reducirá para poder reoxidar el NADH a NAD<sup>+</sup>. El compuesto orgánico que se reduce (acetaldehído, piruvato,...) es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente. La fermentación alcohólica, comienza después de que la glucosa entra en la celda. La glucosa se degrada en un ácido pirúvico, el cual se convierte luego en CO<sub>2</sub> y etanol. El dióxido de carbono forma burbujas, que son atrapadas por el gluten del trigo que causa que el pan se levante, como consecuencia de la expansión de esta red proteínica; esto genera una estructura celular abierta con los gases atrapados en celdas. De aquí la importancia de la calidad del gluten para el proceso de fermentación panaria (Ortolan and Steel, 2017, p.372). “Cauvain (2015) sostiene que la harina de trigo débil o suave, cuando se usa para hacer pan, puede producir pan con bajo volumen, porque su red de gluten no puede evitar la coalescencia de las burbujas de gas durante la preparación y durante las primeras etapas de la cocción.” (Ortolan and Steel, 2017, p. 372).

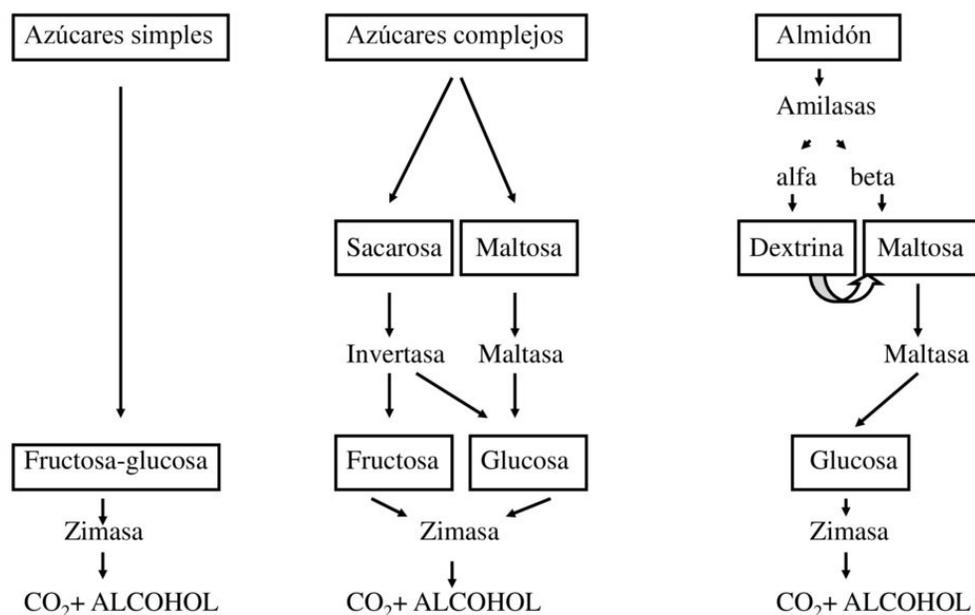
La producción de gas es muy importante a la hora de la fermentación de las masas para pan. Sin embargo,” MacRitchie, (2003); Aibara et al., (2005) establecieron que existe otro factor fundamental que es la capacidad de retención del gas producido, que depende de la estabilidad de la burbuja, la cual está dada por los componentes que forman su interface, y por otro lado, a la estabilidad de la matriz gluten-almidón-agua.” Silvas, Ramírez, Torres, Carvajal, Bello y Barrón, 2013, p. 333).

El gluten está formado por un conjunto de proteínas de pequeño tamaño, contenidas exclusivamente en la harina de los cereales como el trigo (*Triticum aestivum*), centeno (*Secale cereale*), espelta (*Triticum spelta*), Kamut (*Triticum turgidum*), triticale (*Triticum spp x Secale cereale*) y algunas variedades de avena (*Avena sativa*). Está compuesto por prolaminas y glutelinas. Es apreciado por sus cualidades viscoelásticas únicas, que aportan

elasticidad a la masa de harina, lo que permite que junto con la fermentación el pan obtenga volumen, así como la consistencia elástica y esponjosa de los panes y masas horneadas. The Food and Agriculture Organization ([FAO], 2013) señala que “El gluten no es indispensable para el ser humano. Es una mezcla de proteínas de bajo valor nutricional y biológico, deficiente en aminoácidos esenciales, desde el punto de vista de la nutrición su exclusión de la alimentación no representa ningún problema”.

Entre los factores que favorecen la producción de gas, se pueden citar: aumento en la concentración de levadura, adición de azúcares, agregar preparados amilásicos, proporcionar estimulantes de la levadura y aumento de la temperatura hasta los 30 C. Disminuyen, por el contrario, la producción de gas, conforme a lo investigado por Verheyen, Elgeti y Becker (2015, pp. 861-865), la sal, la temperatura demasiado elevada y el exceso de estimulantes de la levadura. La retención de gas sólo es satisfactoria cuando la estructura coloidal de la masa ha sufrido una dispersión adecuada. La producción y velocidad de formación de CO<sub>2</sub> está directamente relacionada con la concentración y la actividad de la levadura, una mayor tasa de formación de CO<sub>2</sub> se relaciona con una terminación más temprana de la producción de gas. Lamacchia; Camarca; Picascia; Di Luccia & Gianfrani (2014, p. 580) sostienen que “debido a la rapidez con que se fermenta el pan, se generan pocas cantidades de alcohol, el cual en su mayoría se evapora durante el proceso de leuda”.

La harina de trigo contiene alrededor de 0.5% de azúcares fermentables, especialmente glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa y glucofructosanos en cantidades que son adecuados para una rápida y sostenida fermentación. En ausencia de azúcares agregados, las levaduras rápidamente metabolizan glucosa, luego fructosa y maltosa. Más maltosa llega a estar disponible desde la masa en las últimas etapas a través de la acción hidrolítica de las amilasas de la harina sobre el almidón contenido en los gránulos de almidón fracturados (Figura 1).

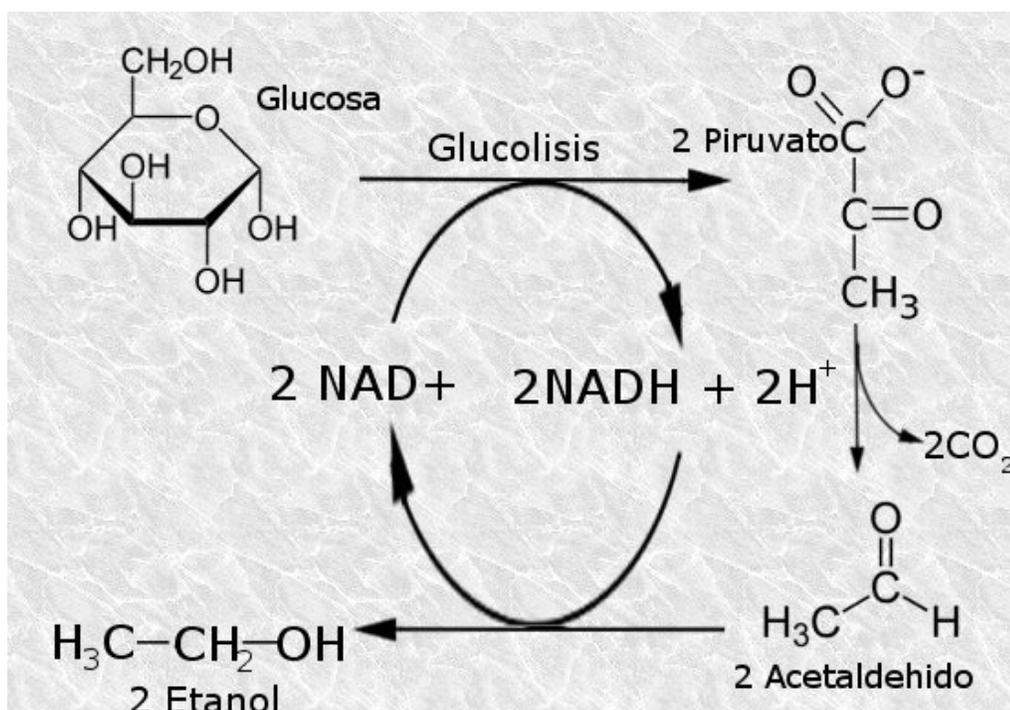


**Figura 1.** Principales fases de la fermentación panaria

### Fermentación: ciclo de Embden – Meyerhof

Bioquímicamente el proceso de fermentación procede por la vía de Embden-Meyerhof o vía glicolítica rindiendo aproximadamente 0.47g de CO<sub>2</sub> (270 ml) y 0.48 g de etanol por g de glucosa fermentada. Otros productos incluyen glicerol, ácido succínico y pequeñas cantidades de aldehídos, cetonas, éster etílico y otros componentes. Este ciclo puede sintetizarse así: a través de una serie de reacciones iniciales de fosforilación, en las que funciona el sistema adenílico, la hexosa acepta al fosfato del ATP con la formación de hexosamonofosfato y luego de hexosadifosfato. Esta última escinde en dos moléculas de triosa fosfatos que están entre sí en equilibrio y son interconvertibles. Durante la primera fase llamada de inducción o iniciación, y antes de que se forme el acetaldehído, las moléculas de trifosfato sufren la disminución en una molécula de ácido 3-fosfoglicerido y en una molécula de ácido 2-fosfoglicerido y sufre hidrólisis formando glicerina y H<sub>3</sub> PO<sub>3</sub>; el ácido 3 fosfoglicerido se escinde mediante acciones reversibles en ácido 2-fosfoglicérico y después en ácido fosfopirúvico se desfosforila por el ácido adenílico con formación de ácido pirúvico. El ácido pirúvico,

se descarboxila dando acetaldehído y anhídrido carbónico; el acetaldehído reacciona con enzimas reductasas y forma por reducción alcohol con oxidación simultanea de las coenzimas que a su vez reacciona con el trifosfato oxidándola a ácido 3-fosfoglicerido, reduciéndose. El ciclo continuo hasta el final de la fermentación. Aparte del alcohol etílico y de glicerina se forman otros alcoholes polivalentes y monovalentes. Quaglia (1991) citado por Payehuanca y Matos (2011). (Figura 2).



**Figura 2.** Fermentación alcohólica.

Factores que influyen en la fermentación panaria

Son de diferente origen los efectores de la fermentación panaria, constituyéndose de especial importancia los siguientes:

## Las materias primas

### Harina

La composición química de la harina que será fermentada es una cualidad que determina la proporción de azúcares asimilables por la levadura. Los glúcidos en la harina están compuestos de almidón y azúcares simples y juegan un papel importante en el proceso fermentativo de la masa y condicionan su textura. Intervienen igualmente en la coloración, sabor y aroma del pan. Son un alimento necesario para la levadura durante la fermentación. En el almidón, existen enzimas que lo degradan hasta azúcares simples, la  $\alpha$  y  $\beta$  amilasas, estas enzimas lo degradan hasta dextrina, maltosa y glucosa, que servirán a las levaduras durante la fermentación. El contenido de la harina de trigo en cuanto a azúcares fermentables es bajo, hasta el punto de sólo ser suficiente para las primeras etapas de la fermentación. Bernabé, (2014) y Olmedo (1964) citado por Méndez (2018).

### Levaduras

En panadería se llama levadura al componente microbiano aportado a la masa con el fin de hacerla fermentar de modo que se produzca etanol y CO<sub>2</sub>. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un hongo unicelular perteneciente al género *Saccharomyces* está incluido dentro de la Familia taxonómica *Saccharomycetaceae*, del Orden *Saccharomycetes*. La Clase es *Hemiascomycetes*, de la División *Ascomycota* del Reino Fungi. La División *Ascomycota* es la que recoge todos los seres vivos llamados levaduras. Una de las características fundamentales de este grupo de hongos es su capacidad para fermentar. Existen muchas subespecies o variedades de *S. cerevisiae* que se emplean a razón de sus cualidades para diferentes procesos de fermentación., se obtiene industrialmente. Puede ser seca, instantánea, prensada o líquida, que son las responsables de la fermentación alcohólica, pero también se pueden encontrar bacterias que actúan durante la fermentación dando productos secundarios que van a conferir al pan determinadas características organolépticas, en concreto una cierta acidez.

### Tipos de levadura utilizados en panificación

Levadura natural: se prepara a partir del microbiota de la propia harina. Para ello, en 3 ó 4 etapas sucesivas, se mezclan harina y agua, se amasa y se deja reposar la masa para que fermente de modo espontáneo. Poco utilizada en la actualidad como levadura única, salvo

en elaboraciones artesanales muy concretas, tiene su principal aplicación en la elaboración de la masa madre empleada en el sistema de elaboración mixto, Tejero (1995) citado por Mesas y Alegre (2002). Levadura comercial: se prepara industrialmente a partir de cultivos puros generalmente de *Saccharomyces cerevisiae*. Se comercializa en distintas formas: prensada, líquida, deshidratada activa o instantánea, en escamas. Tiene aplicación en todos los sistemas actuales de elaboración de pan. Callejo (2002) citado por Mesas y Alegre (2002). Levaduras químicas o impulsores de masas: son aditivos gasificantes que básicamente consisten en la mezcla de un ácido y un compuesto alcalino que con el amasado y el calor de la cocción reaccionan generando CO<sub>2</sub>. Su aplicación real corresponde más a la pastelería que a la panificación. Humanes (1994) y Pérez y col., (2001) citado por Mesas y Alegre (2002).

#### Azúcar

Muy pocos productos de panificación, a excepción del pan común, no llevan añadido algún tipo de azúcar. Su principal propiedad funcional es incrementar la capacidad de producción de gas de la masa. Sirven de fuente de alimento para la levadura durante el proceso de fermentación. No todos los azúcares son fermentables por la levadura. Los edulcorantes más comunes son la sacarosa y la dextrosa. Otros que suelen utilizarse son la lactosa, fructosa, jarabes de azúcar invertido, jarabe de maíz, extracto de malta, miel y otros edulcorantes sintéticos como el Aspartame, la sacarina, el Acesulfamato-K, etc., aunque su uso está restringido a algunos productos (Boatella , Codony y López, s.f.).

#### Agua

La presencia de agua en la masa es un factor decisivo para el desarrollo de las levaduras que han de llevar a cabo la fermentación del pan, aunque el porcentaje de humedad es una de las variables que comúnmente se optimiza en los sistemas de fermentación sólida, Kim y col., (1985) y Rodríguez y col., (1986) citado por Correa (s.f.) reconocen que no es solo la cantidad de agua presente en el sistema la que ejerce su influencia sobre la eficiencia del proceso, sino el carácter de las interacciones entre el agua y el medio sólido. La actividad del agua ( $a_w$ ) es el parámetro que se ha utilizado para caracterizar cuantitativamente esas interacciones físicas y/o químicas del agua en el sistema. Troller (1980) y Gervais y col., (1988) citado por Correa (s.f.), demostraron que...”la actividad del agua no sólo ejerce influencia sobre el crecimiento, sino también sobre la formación de productos y, en muchos

casos, el valor mínimo requerido de  $a_w$  para la formación del producto difiere del necesario para el crecimiento.

#### Sal

La sal añadida a la masa en una dosis correcta actúa directamente sobre el sabor del pan. Por el contrario, si ésta se añade en exceso cambiará el sabor en el pan y la fermentación será lenta. Si está en defecto, la fermentación se acelerará (Flecha, 2015, p. 52). Actúa como regulador de la fermentación, favorece la coloración de la corteza durante la cocción y aumenta la capacidad de retención de agua en el pan, Calvel (1983) citado por Correa (s.f.).

#### Grasa

Las grasas intervienen en forma favorable en la fermentación de la masa panaria, provocan la estabilización de las burbujas de gas (adsorción en la interfaz de la burbuja de gas) en la masa de pan (Houben, Hochstotter, & Becker, 2012). Investigaciones realizadas por Pujol (2000) destacan que...”Los lípidos estearoil-2-lactil-lactato sódico (SSL), esteres diacetiltartarico de mono y diglicéridos de ácidos grasos (DATEM), la mezcla de SSL y DATEM, monoglicéridos destilados, la grasa y la lecitina incrementan el volumen del pan, los requerimientos de amasado y la tolerancia al amasado; aumentan la capacidad de retención de gas de la masa por lo que afectan a la etapa de fermentación de forma de que esta puede ser más prolongada y/o la masa puede soportar mayor cantidad de levadura”.

#### Factores inherentes a la masa

##### Acidez y Ph

La acidez y el pH son variables que inciden en el desarrollo de los procesos de fermentación en estado sólido. Sin embargo, en el caso de la fermentación sólida, su control es de difícil aplicación, debido a la ausencia de instrumentos capaces de medir el pH en la capa de líquido que rodea el sólido (Mitchell, Berovic y Krieger, 2002). Por otra parte, el mezclado de sólidos es un proceso complejo por lo cual se dificulta también el control de esta variable durante el desarrollo de la fermentación. La masa es por naturaleza ácida y la acidez aumenta ligeramente a lo largo de la fermentación. Un exceso de acidez produce un aumento excesivo de fuerza. Por el contrario, si hay una falta de acidez se corre el riesgo que actúe el *Bacillus msensterius*, el cual puede soportar las temperaturas de horneado y activarse al enfriarse el producto, si además se encuentra en un ambiente anaeróbico, este

microorganismo es responsable de cambios deteriorativos del pan. La acidez (pH óptimo de la masa a su entrada al horno deberá ser 5,2-5,5 (Flecha, 2015, p.52). El pH cambia por diferentes razones; normalmente disminuye por la secreción de ácidos orgánicos como acéticos y lácticos durante el proceso. No obstante, la fuente de nitrógeno utilizada influye mucho en la tendencia que sigue el pH, Domenech (2000) citado por Correa (s.f.).

#### Temperatura

El desarrollo de los microorganismos y la formación de productos son resultados de complejas reacciones bioquímicas, y al igual que cualquier otra reacción, están afectados por la temperatura, la que ejerce una acción determinante en el conjunto de actividades celulares.

La temperatura es la variable cuyo control, en una fermentación sólida, se considera el más crítico debido a la alta concentración de sustrato por unidad de volumen y a la baja conductividad térmica del sistema heterogéneo sólido - líquido - gas, lo que favorece la acumulación del calor metabólico en el sistema y un aumento de la temperatura del cultivo. La temperatura de la masa va a condicionar la fuerza de la misma (Bernard, Janes, Du, 1992). A mayor cantidad de levadura y más temperatura al finalizar el amasado, la masa se comportará más fuerte y resistente al formado. Por el contrario, con dosis bajas y temperaturas frías la masa se comportará más débil y extensible (Flecha, 2015, p. 51).

#### Factores externos

##### Temperatura ambiente

La temperatura ambiente, así como la de la cámara de fermentación, actúan sobre la temperatura de la masa y por consiguiente sobre el desarrollo de la fermentación. Entre 20 y 40 C cada grado que se eleve, aumenta un 10% el poder fermentativo. A 55 C muere la levadura, entre 2 C y 4 C está prácticamente aletargada y entre 10 C y 12 C fermenta muy despacio (Flecha, 2015, p. 52).

##### Humedad relativa

La humedad tiene una gran importancia sobre las cualidades plásticas de la masa en el desarrollo de la fermentación. Un exceso de humedad produce una masa pegajosa y una falta de humedad provoca la deshidratación de la capa externa en la masa lo que hace poco extensible para que se desarrolle la fermentación con normalidad. Durante el periodo de fermentación la masa debe cubrirse con telas o plásticos para evitar pérdidas superficiales

en la parte externa de la masa. Si esto ocurre en exceso la masa experimenta mucha dificultad para fermentar y aumentar de volumen, aunque, la actividad fermentativa de las levaduras continúe. La fermentación se acelera con tasas de humedad altas. Esto sucede en ambientes muy húmedos o en el interior de cámaras de fermentación mal reguladas y con exceso de vapor. La masa además se relaja, el gluten se debilita y la tolerancia de la fermentación disminuye. El valor correcto de la humedad sería la suma de la humedad de la harina y la hidratación de la masa (Flecha, 2015, p. 52)

Consideraciones sobre la fermentación en la elaboración del pan de yuca

El reto de elaborar panes libres de gluten significa encontrar componentes que lo imiten en cuanto a su capacidad de retener el gas y por otra parte la harina utilizada debe poseer cualidades para la fermentación con levaduras. Las proteínas del gluten tienen una función esencial al ser responsables del aporte de cohesividad, extensibilidad y elasticidad de la masa, gracias a lo cual son capaces de retener el gas producido durante la fermentación, Singh y MacRitchie (2001) citado por Pérez; De Sousa y Ronda (2014). En este sentido se afirma que...” la harina de yuca es deficiente en gluten y aminoácidos que contienen azufre, y el rendimiento en panadería no es bueno debido a su baja actividad diastásica Dudu, Lin, et al., (2019) y Dudu, Oyedeji, et al., (2019) citado por Haiquin, Guo, Zhang, Xie, Li, Gu y Li, K. (2019). Por otro lado, Eggleston, Omoaka y Arowshegbe (1993, pp. 61-66) elaboraron panes de yuca alternativos (sin trigo) con harina de yuca de ocho clones diferentes de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) fortificados con harina de soja (200 g kg<sup>-1</sup> de harina total) usando margarina y clara de huevo, o goma xantán, como aditivos. Informaron que...”las harinas con actividades diastásicas superiores a ~ 145 mg de maltosa, e indirectamente con bajas viscosidades máximas de la pasta, produjeron estructuras densas parecidas a pudines con migajas completamente gelatinizadas”.

El agregado de maltosa a las mezclas ayuda a mejorar la disponibilidad de azúcares en la fermentación de harinas compuestas yuca-trigo, en este sentido se ha informado que...”el almidón dañado de la harina de yuca no tiene efecto en la calidad del horneado de los panes. La harina de yuca no exhibe actividad diastásica, ni su presencia afecta la actividad diastásica de la harina de trigo. Sin embargo, la adición de 0.25% de maltosa a la harina compuesta causa un aumento en el volumen del pan. El reemplazo parcial de la harina de

trigo por harina de yuca, por lo tanto, está limitado principalmente por la consiguiente deficiencia de enzimas diastásicas” (Hudsona, y Ogunsua, 1976, pp. 129-136).

Por otra parte, en panes sin gluten se destaca el empleo de hidrocoloides capaces de imitar las propiedades viscoelásticas del gluten (Pérez; De Sousa y Ronda 2014, p. 316). Henao y Aristizabal (2015) demostraron que “hay una influencia del nivel de sustitución en harinas compuestas trigo-yuca sobre las propiedades reológicas y fermentativas de las masas. A mayor nivel de sustitución disminuye el tiempo de desarrollo, y el índice de tolerancia, la estabilidad y la tenacidad aumentan, haciendo las masas más resistentes a la expansión y debilitando la estructura del gluten. Sin la adición de mejoradores de masa, la inclusión de niveles mayores de 15% reduciría el contenido de proteína, generando panes de miga gruesa y de menor volumen específico. Siguiendo esta orientación, Peña (2019), demostró que el hidrocoloide xantan viabiliza el aumento de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca en los panes especiales con yuca, al compararlo con investigaciones anteriores. La optimización vía simulación permite afirmar que los niveles de sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca, adicionando hidrocoloide xantan, pueden ir desde 40,01 hasta 49,10% para lograr una masa con aptitud panadera y un pan especial con yuca con características físicas y químicas conforme a la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN); además de presentar atributos sensoriales indiferenciables estadísticamente al compararlos con los elaborados con 100 % harina de trigo.

Estudios realizados por Pérez; De Sousa y Ronda (2014), sobre el efecto de la humedad relativa durante la fermentación y del vapor en el horneado sobre la calidad del pan sin gluten encontraron que...”la humedad relativa empleada durante la etapa de fermentación de la masa ejerce un efecto significativo sobre las propiedades de calidad del pan sin gluten, tanto en las masas con elevada hidratación como en las menos hidratadas. Una humedad relativa próxima a la saturación durante la fermentación, condujo a panes más desarrollados, con un volumen un 20% mayor y una dureza hasta un 80% menor que los panes de hidratación equivalente fermentados a una humedad relativa del 70%”.

En este sentido, se ha utilizado harina de yuca no fermentada, mejorando su valor nutritivo al adicionar 20 por ciento de harina de soya. En Nigeria utilizan como aditivos la margarina y claras de huevo batidas. Las dificultades que presenta la harina de yuca para la

producción de un pan semejante a los que se encuentran en el comercio nacional indican que es necesario utilizar una tecnología diferente a la tecnología convencional utilizada con la harina de trigo. Además, conforme a estudios en este sentido, el producto final parece un intermediario entre torta y pan (Eggleston, 1992, pp.7-8).

En consecuencia, la aplicación de la harina de yuca en la producción de panadería tiene desafíos técnicos importantes (Dudu, Lin, et al., 2019; Dudu, Oyedeji, et al., 2019), citado por Haiquin, Guo, Zhang, Xie, Li, Gu y Li (2019). La harina de yuca, sin embargo, no contiene gluten y no causa efectos alérgicos cuando es consumida por pacientes con enfermedad celíaca. La investigación en productos de panadería sin gluten (GF) basados en harina de yuca mejoraría su uso en productos GF, en particular, cuando se agregan sustitutos del gluten que mejoren las condiciones del sistema alimenticio durante la formación del pan.

## CONSIDERACIONES FINALES

Esta investigación circunscrita en la microbiología industrial permitió destacar la importancia de la secuencia de operaciones biotecnológicas de la fermentación en la elaboración del pan, la cual se impulsa con el uso de levaduras industriales, mayoritariamente cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. Por otra parte, se adentra en el campo de la fermentación de panes libres de gluten.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

Bernard A. P., Janes C., Du P. (1992). Environmental Parameters. In Solid Substrate Cultivation. Doelle H. W. y otros. Elsevier Applied Science, London, N. York, Chapter 5: 65-85.

Boatella, J., Codony, R. y López, P. (s.f.). *Química y bioquímica de los alimentos II*. Publicaciones I Edicions. Universitat de Barcelona. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uaBI0tEykJwC&oi=fnd&pg=PA89&dq=Efecto+de+la+temperatura+durante+la+fermentaci%C3%B3n+de+la+masa+panaria&ots=G14iPJ5A3Z&sig=\\_nRYHEVvZHcvPA0woTCEUv53pQI#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uaBI0tEykJwC&oi=fnd&pg=PA89&dq=Efecto+de+la+temperatura+durante+la+fermentaci%C3%B3n+de+la+masa+panaria&ots=G14iPJ5A3Z&sig=_nRYHEVvZHcvPA0woTCEUv53pQI#v=onepage&q&f=false). [Consultado el 22/03/2020]

- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN 226-88. Pan (Primera revisión). Recuperado de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/226-88.pdf>. [Consultado el 20/03/2020].
- Corrales, L.C., Antolinez, D.M., Bohórquez, J.A., Corredor, A. M. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *NOVA*. 2015; 13 (23): 55-81. Artículo de revisión. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>. [Consultado el 27/03/2020]
- Correa, H. (s.f.). *Aspectos fundamentales de las fermentaciones en estado sólido (FES)*. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Autopista Nacional y Carretera de Tapaste. Apartado 10. San José de las Lajas. La Habana. Cuba. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/328491639\\_Aspectos\\_fundamentales\\_de\\_las\\_fermentaciones\\_en\\_estado\\_solido\\_FES/link/5bd0aab1299bf14eac823449/download](https://www.researchgate.net/publication/328491639_Aspectos_fundamentales_de_las_fermentaciones_en_estado_solido_FES/link/5bd0aab1299bf14eac823449/download). [Consultado el 21/03/2020]
- Eggleston, G., Omoaka, P., y Arowshegbe, A.U. (1993). Flour, starch and alternative (wheatless) breadmaking quality of various cassava clones. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. First published: 1993. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740620108>
- Eggleston, G. (1992). Can we make a marketable cassava bread without wheat? *Cassava Newsletter (CIAT)*. 16 (1):7-8. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CATALCO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn%3D047497>. [Consultado el 12/03/2020]
- Flecha, M. (2015). *Procesos y técnicas de panificación*. Recuperado de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/50627391/Procesos\\_y\\_tecnicas\\_de\\_panificacion-MANUAL.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPROCESOS\\_Y\\_TECNICAS\\_DE\\_PANIFICACION\\_Manu.pdf&](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/50627391/Procesos_y_tecnicas_de_panificacion-MANUAL.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPROCESOS_Y_TECNICAS_DE_PANIFICACION_Manu.pdf&). [Consultado el 22/03/2020]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>. [Consultado el 15/03/2020]
- Haiquin, L., Guo, L., Zhang, L., Xie, C., Li, W., Gu, B. y Li, K. (2019). Study on quality characteristics of cassava flour and cassava flour short biscuits. *Food Science and nutrition*. DOI: 10.1002/fsn3.1334
- Henao, S. y Aristizabal, J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Ingeniería e Investigación*, ISSN 0129-5608, 29 (1), 39-46. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012056092009000100005&script=sci\\_abstract&tlng=esUpEu](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012056092009000100005&script=sci_abstract&tlng=esUpEu). Lima. <http://computacion-cuantica.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Panificacion.pdf>. [Consultado el 11/03/2020]
-

- Houben, A., Hochstotter, A., & Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: *An overview. European Food. Research and Technology*, 235, 195–208. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1720-0>
- Hudsona, B. J., y Ogunsua, A.O. (1976). The effects of fibre, starch damage and surfactants on the baking quality of wheat/cassava composite flours. *International Journal of Food Science + Technology*. . <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb00709.x>
- Lamacchia, C., Camarca, A., Picascia, S., Di Luccia, A. & Gianfrani, C (2014). Cereal-based gluten-free food: how to reconcile nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for celiac disease patients. *Nutrients*, 6 (2), 575-90. doi:10.3390/nu6020575
- Méndez, V. (2018). *Comparación de cuatro líneas de trigo con harinas comerciales en relación a su perfil de textura, tiempo de amasado y volumen de fermentación*. Tesis. Trámite para la evaluación profesional de la carrera de ingeniero agrónomo industrial. Campus universitario “EL CERRILLO”, el Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca, Méx. Septiembre de 2018. Recuperad de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95075/TESIS%20FINAL%20Sept2018%20Viviana.pdf?sequence=1>. [Consultado el 21/03/2020]
- Mengod, C. (1991). Biotecnología en alimentación. La fermentación panaria. *Política científica*, ISSN 1133-0554, N°. 30, págs. 26-28. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5009198>. [Consultado el 22/03/2020]
- Merchuk, J. (2006). Departamento de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Derechos Reservados. Organización de los Estados Americanos. 1889 F Street N.W. Washington, D.C. 20006, USA Beer Sheva, Israel. Ben Gurion University.
- Mesas, J. y Alegre, M. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3 (5), 307-313, 2002. Copyright 2002. Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia (ALTAGA).ISSN 1135-8122. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358120209487744?needAccess=true>. [Consultado: 20/03/2020]
- Mitchell, D. A., Berovic, M. y Krieger N. (2002). Overview of solid state bioprocessing. *Biotechnology Annual. Review 183* © 2002 Elsevier Science B.V. Volume 8. M.R. El-Gewely, editor.
- Oficina de Evaluación Tecnológica (OTA – Office of Technology Assesment - 1984)
- Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1993. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha; hortalizas, raíces y tubérculos. FAO. Roma, Italia. Serie nº 17. 183 p.
- Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD, 1982).
- Ortolan, F. and Steel, C. (2017). Vol.16, 2017. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Institute of Food Technologists. doi: 10.1111/1541-4337.12259
-

- Payahuanca-Mamani, I.; Matos-Chamorro, A., (2011). *La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan. Ier Congreso Nacional de Investigación*. Iglesia Adventista del Séptimo Día. 2, 3 y 4 de noviembre
- Pérez, S.; De Sousa, E. y Ronda, F. (2014). *Efecto de la humedad relativa durante la fermentación de masas sin gluten sobre la calidad del pan*. Área de Tecnología de los Alimentos. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. E.T.S. de Ingenierías Agrarias. Campus de Palencia. Universidad de Valladolid. Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos –Cibia9. Pp. 316-320. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38245/CIBIA%209%20CONGRESO%20IBEROAMERICANO%20DE%20INGENIERIA%20CIBIA9%20DE%20ALIMENTOS\\_LIBRO%20DE%20ACTAS\\_3.pdf?sequence=3#page=12](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38245/CIBIA%209%20CONGRESO%20IBEROAMERICANO%20DE%20INGENIERIA%20CIBIA9%20DE%20ALIMENTOS_LIBRO%20DE%20ACTAS_3.pdf?sequence=3#page=12). [Consultado 20/03/2020]
- Peña, W. J. (2019). *Efecto del hidrocoloide xantán sobre las características físicas, químicas y sensoriales del pan especial con yuca (Manihot esculenta C.)*. Trabajo de grado para optar al título de *Magister* en ingeniería agroindustrial. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ).
- Pujol, J. (2000). *Influencia de la materia prima y del nivel del amasado en un sistema de amasado intensivo sobre la calidad del pan de molde*. Tesis doctoral dirigida por Carmen Benedito Mengod (dir.tes.). Universitat de València (2000). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=4833825>. [Consultado el 23/03/2020]
- Raffino, M. E. (S/F). Fermentación. Recuperado de <https://concepto.de/fermentacion/#ixzz6HtfVlwgy>. [Consultado el 27 de marzo de 2020]
- Silvas, M.I., Ramírez, B., Isabel Torres, P.I, Carvajal, E., Bello, L.A., y Barrón, J.M. (2013). Cambios fisicoquímicos en masa congelada y su efecto en la calidad del pan: una revisión. *Interciencia*, vol. 38, núm. 5, mayo, 2013, pp. 332-338. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33926990011.pdf>. [Consultado: 20/03/2020].
- Verheyen, C., Albrecht, A., D. Elgeti, D., Jekle, M. & Becker, T. (2015). Impact of gas formation kinetics on dough development and bread quality. *Food Research International*, 76, Part 3, 860-866. ELSEIVER. Doi: org/10.1016/j.foodres.2015.08.013

---

**EPISTEMÁTICA III: EDUCACIÓN  
AMBIENTAL**



# **PLAN DE ACCIÓN PARTICIPATIVO PARA LA RECUPERACIÓN DEL SENDERO DE INTERPRETACION AMBIENTAL A TRAVÉS DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL UNELLEZ**

## ***Participative Action Plan for the Environmental Interpretation Path Recovery Through UNELLEZ Environmental Education***

**Yalexi Laya, Carmelina Lanza y Arturo Arreaza**

### **RESUMEN**

La investigación basada en el enfoque del paradigma socio-critico, busca propiciar el cambio social, transformar la realidad y cambiar la conciencia de las personas que hacen vida en los espacios denominados como Sendero de Interpretación Ambiental, SIA, ubicado en la UNELLEZ VIPI, la cual tiene como propósito un plan de acción participativo para la recuperación del espacio ecológico, con ello lograr que la comunidad universitaria entera comprenda la naturaleza compleja del ambiente y su diversidad. Siendo éste un espacio para el desarrollo de investigaciones, educación ambiental, avistamiento de aves, entre otros, con un elevado potencial natural de diversidad biológica, además, dispuesto con caminerías, áreas recreativas, deportivas y de esparcimiento, que se encuentra en las adyacencias de las aulas de clase, para impartir conocimientos, valores y actitudes en los estudiantes de pregrado y postgrado, tendientes a valorar y conservar el ambiente. Finalmente, se logró la juramentación de una brigada ecológica y se propuso el sendero como una alternativa para la generación de ingresos propios, en donde se maneje la autogestión, con la implementación de colmenas para la producción de miel, dada la importancia de proteger a las abejas, así como la recolección de semillas y la generación de abono orgánico para la venta al público.

**Palabras Clave:** *Sendero, universidad y educación ambiental.*

**Yalexi Laya, Carmelina Lanza y Arturo Arreaza**

Doctorandos en Ambiente y Desarrollo. Programa Estudios Avanzados. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. estado Cojedes, Venezuela.

---

## SUMMARY

This research is based on the approach of the socio-critical paradigm, seeks to promote social change, transform reality and change the consciousness of people who make life in the spaces called Sendero de Interpretación Ambiental, SIA, for its initials in Spanish, located at UNELLEZ VIPI, the which has the purpose of a participatory action plan for the recovery of the ecological space, thereby ensuring that the entire university community understands the complex nature of the environment and its diversity. This being a space for the development of research, environmental education, bird watching, among others, with a high natural potential for biological diversity, in addition, it is arranged with roads, recreational, sports and leisure areas, which is located in the vicinity of classrooms, to impart knowledge, values and attitudes in undergraduate and graduate students, aimed at valuing and conserving the environment. Finally, the swearing in of an ecological brigade was achieved and the trail was proposed as an alternative for the generation of own income, where self-management is managed, with the implementation of hives for the production of honey, given the importance of protecting the bees, as well as the collection of seeds and the generation of organic fertilizer for sale to the public.

**Key words:** *Path, university and environmental education.*

## INTRODUCCIÓN

La educación para el desarrollo sustentable se fundamenta, en un enfoque interdisciplinario para la enseñanza y promueve el pensamiento crítico y creativo en el proceso educativo. Por ende, implica nuevas formas de enseñanza y aprendizaje que involucren la relación y pertinencia con los espacios ecológicos disponibles en la Universidad, que permitan un acercamiento y comprensión de las condiciones ambientales a las cuales estamos expuestos desde los diferentes actores sociales que hacen vida, profesores, estudiantes, personal administrativo y obrero. En consecuencia, es fundamental comprender el valioso aporte de la educación ambiental en la recuperación del espacio ecológico denominado Sendero de Interpretación Ambiental por sus siglas (SIA), ubicado en los terrenos pertenecientes al Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, conocido como UNELLEZ VIPI, en la ciudad de San Carlos estado Cojedes.

El propósito fundamental de este plan de acción participativo es lograr que comunidad universitaria comprenda la naturaleza compleja del ambiente y su diversidad y que es el resultado de la interacción de los diferentes aspectos: físicos, biológicos, sociales,

culturales, económicos, entre otros, de los actores sociales, pues de los éstos requerimos obtengan los conocimientos, los valores y las habilidades prácticas para participar responsable y eficazmente en la recuperación, mantenimiento y prevención de los espacios ecológicos existentes en nuestra casa de estudios.

Por lo tanto, la educación ambiental, más que limitarse a un aspecto concreto del proceso educativo, debe convertirse en una base privilegiada para elaborar un nuevo estilo de vida, ya que “parte del estudio del entorno y de sus interrelaciones, cubriendo el principio de aprendizaje significativo, en el que las ideas se relacionan con algún aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo” Novo (1998). Debe ser una práctica educativa abierta a la vida social para que los miembros de la sociedad participen, según sus posibilidades, en la tarea compleja y solidaria de mejorar las relaciones entre la humanidad y su medio.

Se pretende, además, que estos actores sociales, se conviertan en agentes multiplicadores de la información recibida al interior de la universidad y en general en el entorno de su comunidad. La intención es aprovechar este espacio natural, que se perfila definido a viva voz por los informantes clave cuando señalan *“es una actividad educativa e interactiva entre el individuo y el ambiente; donde el visitante experimenta en forma directa e ilustrativa y revela sus propios significados y relaciones de los recursos, ecosistemas, paisajes, en vez de simplemente comunicar información de hechos”* (Informante Clave: Profesora Carmen Morante), dispuesto con caminerías, áreas recreativas, deportivas, de esparcimiento y la identificación de la biodiversidad con la que cuenta, que se encuentra en las adyacencias de las aulas de clases para impartir conocimientos, valores, actitudes y comportamientos en los estudiantes de pregrado tendientes a la valorar y conservar el ambiente.

En este Plan de Acción Participativo, se describen las consideraciones metodológicas sobre las cuales se sistematizan las experiencias recolectadas en campo, junto con los marcos geográfico e histórico cultural, para lograr la comprensión y jerarquización de prioridades (árbol de problemas), de donde nace el Plan de Acción Participativo y los resultados de su aplicación, así como también las consideraciones finales y algunas recomendaciones para futuros estudios e investigaciones en esta área.

## **REFERENCIAL METODOLÓGICO**

### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio está basado en el enfoque del paradigma socio-crítico, con orientación al estudio cualitativo, bajo una investigación tipo investigación acción, en la cual según Martínez (2009), se fundamenta en que el investigador no sólo quiere conocer una realidad determinada y un problema específico y su solución teórica, sino que desea resolverlo también en la práctica.

### **METODO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se empleará la Investigación Acción Participativa (IAP). como metodología para realizar el proceso de estudio de la realidad planteada en la cual, según Hernández, Fernández y Batista (2016) “se busca propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación” (p. 496).

### **ESCENARIO DE ESTUDIO Y SUJETOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **Escenario de Estudio**

El escenario de estudio, es el Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ San Carlos del estado Cojedes, denominado “Conociendo la biodiversidad aprendemos a valorar nuestro ambiente”.

#### **Sujetos de Investigación**

La recolección de la información fue realizada a través de la técnica de la entrevista, en este caso semiestructurada, aplicada a cuatro (04) informantes claves representativos, expertos con experiencia en el área, quienes darán su aporte para el análisis del escenario en cuestión, con miras a develar los problemas y necesidades en un primer momento para luego realizar las propuestas y aportar soluciones.



Vicerrectorado de Infraestructura y  
Procesos Industriales  
Coordinación de Área de Postgrado  
Doctorado ambiente y Desarrollo

**PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES EN EL SENDERO DE INTERPRETACION  
AMBIENTAL UNELLEZ COJEDES**

*Guía de entrevista sobre la problemática socio ambiental*

Fecha: 15 DE MAYO DE 2019 Hora: 9:00 AM

Lugar (ciudad y sitio específico): INSTALACIONES UNELLEZ VIPI SAN CARLOS

Entrevistador (a): CARMELINA LANZA

Entrevistado (a): nombre William Linares, Supervisor de Servicios, con 21 años de servicio

Registro Descriptivo	Atributos o subcategorías
<p>1. ¿Según su percepción en qué estado se encuentra actualmente el sendero de interpretación ambiental?</p>	
<p>El sendero de la universidad se comprende por 2 lagunas donde se ha buscado mejorar las condiciones a través de la arborización y protección del ambiente hoy día se encuentra de manera por supuesto descuidado ya que no contamos con las herramientas para poder mantenerlo y tenerlo en forma óptima y eficaz. Eso lo llevaba la profe Carmen Morante a través de un grupo de estudiantes donde cada vez se fortalecía más lo que eran las áreas externas de los terrenos de la universidad. Esta descuidada, desde que se fue la profesora, eso se perdió, lo agarro el monte y porque se perdió la caminería, se perdió, los bancos...</p>	<p><b>Desatención</b> <b>Abandono</b></p> <p><b>Escasez de herramientas</b></p>
<p>2. ¿Qué acciones se han realizado para la conservación del sendero de interpretación ambiental?</p>	
<p>Bueno, lo que le compete a servicios generales, se ha colaborado en despejar, cuando se podía y cuando de tenía las herramientas pero que ha sido algo mancomunado entre toda la comunidad universitaria, de cómo es Barinas, que existe el Jardín Botánico, donde todo el mundo participa y le da esa vistosidad y esa majestad a la universidad, que la gente de afuera pueda visitarla hasta los jardines botánicos de la universidad. Pues tenemos que lograr llegar a esa meta y hasta donaciones de matas, ahorita, en la página actual de la Unellez, la Gobernación de Barinas le esta donando cantidades y cantidades de matas para poder recuperar todas las áreas verdes de la ciudad.</p>	<p><b>Mantenimiento en Colaboración con la comunidad universitaria</b></p>
<p>3. ¿Qué considera usted se debe realizar para alcanzar la permanencia del sendero a través de la educación ambiental?</p>	

**Figura 1.** Guion de entrevista aplicada a los informantes clave: estudiantes, profesores, personal administrativo y obrero.

Fuente: Arreaza, Laya y Lanza (2019).

Se consideraron al personal académico (docentes), personal administrativo y obrero y estudiantes, perteneciente a la comunidad universitaria con conocimientos en la materia, por brindar información esencial para el planteamiento del problema y sus posibles soluciones. Es así que, en este proceso, la información dada por los informantes claves, se considera de gran valor por Martínez (citado) “perspectivas únicas y la información que proporcionan” por lo que se afirma que “el estudio es conducido con la comunidad más que en una comunidad. (p. 501).

### **Etapas de la Investigación**

Enmarcado en el enfoque cualitativo y bajo el método Investigación Acción Participativa (I.A.P), se siguió el procedimiento distinguido para ejecutar la investigación, el cual se sustenta en cinco fases, señaladas por Velásquez (2010) como Fase I diagnóstico o identificación del problema, Fase II la planificación, Fase III la ejecución de las actividades planificadas, Fase IV la evaluación y por último la Fase V la sistematización. Desglosadas de la siguiente manera:

Diagnóstico: se determinó la radiografía socio monetaria, develando los problemas existentes en el Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ de San Carlos Cojedes, a través de la observación participante y por entrevistas semiestructuradas, aplicadas a los informantes claves quienes expusieron los problemas existentes en este espacio donde luego se procedió las respuestas identificando, jerarquizando los problemas, y así buscar alternativas de solución.

Planificación: representa la segunda fase, con la información emanada del diagnóstico, se procedió a la planificación de las acciones, considerando todos y cada uno de los factores como los recursos, el tiempo, la distancia, los recursos humanos que inciden y podrían brindar alternativas de solución a los problemas.

Ejecución: se ponen en práctica lo planificado, inicia la etapa de transformación de la realidad.

Evaluación: La evaluación puede estar presente en cualquier fase, haciendo una revisión permanente de los planes y las ejecuciones para ir corrigiendo las debilidades que se presente.

Sistematización: inherente a la labor que realizan los investigadores y que consiste en realizar una dialéctica para la reflexión sobre los avances que permitirá tener una visión más global y exacta de la problemática planteada y obtener las conclusiones que nos sirvan en el futuro.

#### **Técnica de Recolección de Datos**

El proceso de investigación se llevó a cabo empleando para la recolección de la información necesaria y determinar las acciones la observación participante y la entrevista semi estructurada a los informantes clave. La entrevista es la relación directa establecida entre el investigador y su objeto estudio a través de individuos o grupos, con el fin de obtener testimonios orales sobre la investigación.

#### **Técnica de Análisis de la Información**

Busca la interpretación cualitativa de la información, al finalizar la recolección de datos, se realiza una exhaustiva revisión de los datos obtenidos, para ello se empleó la categorización y la triangulación.

#### **Categorización**

La categorización busca estructurar una imagen representativa y repetitiva, por lo cual para Martínez (2009), “consiste en resumir o sintetizar en una idea o concepto (una palabra o expresión breve, pero elocuente) un conjunto de información escrita, grabada o filmada para su fácil manejo posterior”.

Para trabajar con esta técnica, se empleó la grabadora y cámara fotográfica para recoger fielmente los conceptos, expresiones y opiniones dadas en las entrevistas.

#### **Triangulación**

Dada que la información es obtenida de los actores sociales y de la observación de los investigadores, es posible considerar el hecho de Leal (2017, p. 115), al momento de realizar la triangulación se emplean métodos método de comparación, para alcanzar un nivel mayor de dimensión y buscarles solución a los problemas presentados. En este sentido, se empleó la triangulación de datos a los actores sociales, es decir la triangulación de datos personal, puesto que fueron abordados los estudiantes, el personal administrativo, docente y obreros, quienes asomaron las percepciones de la realidad abordada.

## **SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS**

### **Radiografía**

En la intervención socio comunitaria, bajo la concepción del nuevo modelo integrador expuesto por Navarro (2014) en donde “se promueve la interrelación entre la academia y las comunidades”, con miras a formar el capital humano con ética profesional para la generación del “conocimiento social de las comunidades a intervenir” (p. 57); tomando en cuenta la estructura de la radiografía comunitaria planteada por la precitada autora, se inicia la presentación del espacio natural denominado como Sendero de Interpretación Ambiental ubicado en la UNELLEZ VIPI a través del siguiente formato:

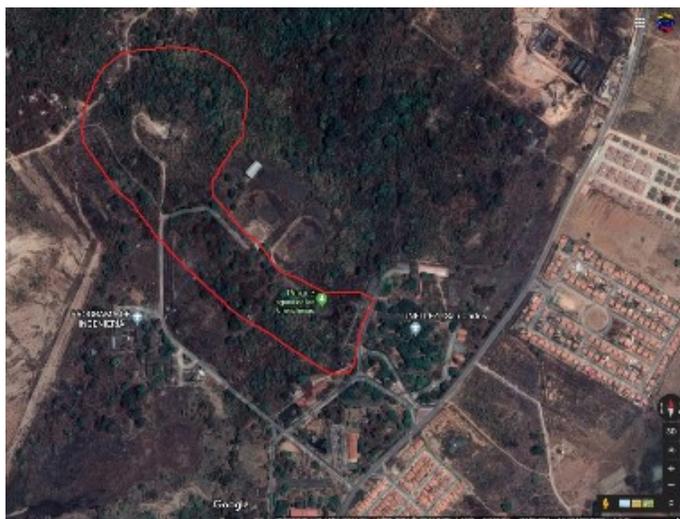
### **Marco geográfico**

#### **Área de estudio:**

El Sendero de Interpretación Ambiental denominado “Conociendo la biodiversidad aprendemos a valorar nuestro ambiente” se encuentra ubicado en el Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales UNELLEZ VIPI San Carlos, en el Km 4 de la carretera vía San Carlos- Manrique, posee un área de terreno de aproximadamente 4 hectáreas, con una longitud de 2.1 Km, contentiva de 13 estaciones, cuyo recorrido dura aproximadamente de 1.5 a 3 horas, iniciando en la Plaza Bolívar del Vicerrectorado y finalizando en la zona deportiva.

#### **Ubicación Geográfica y Límites del Sendero Ecológico:**

Limita al norte con los terrenos presuntamente ocupados ilegalmente, al sur y al este, con las instalaciones de Paraninfo Universitario y por el Oeste, con el Programa de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología PIAT. Las coordenadas geográficas: 9°41'42" y 68°33'35".



**Figura 2.** Ubicación Geográfica. Sendero de Interpretación Ambiental. UNELLEZ - VIPI  
Fuente: Arreaza, Laya y Lanza (2019).

### **Marco Histórico-Cultural**

El Sendero de Interpretación Ambiental, constituido en el año 2010, como un espacio para el desarrollo de investigaciones, educación ambiental, avistamiento de aves, entre otros, con un elevado potencial natural, debido a que contiene una diversidad biológica, fue producto de la iniciativa de los docentes de nuestra Casa de Estudios, impulsado por la Informante Clave: Dra. Carmen Morante, autora intelectual de esta herramienta interactiva entre la educación y el ambiente que permite al visitante conectarse y relacionarse con “los recursos, ecosistemas, paisajes, en vez de simplemente comunicar información de hechos”.

En ese mismo año, se aprobó un financiamiento por parte del Gobierno Regional bajo el mandato del Gobernador Econ. Teodoro Bolívar, quien facilitó los recursos para el suministro e instalación de los avisos que indican la vía del sendero, así como la identificación de la flora y la fauna encontrada en cada estación, que permitirán el reconocimiento de este espacio y el disfrute de sus instalaciones, lo que pudo constituirse como un área para la recreación y el esparcimiento de la comunidad universitaria y del público en general, además de que alberga las instalaciones deportiva del VIPI.

### **Problemas, causas y consecuencias del Sendero Ecológico**

Actualmente en el sendero no se realizan actividades deportivas a nivel de los sub-proyectos de cada plan de estudio, mucho menos cuenta con actividades importantes de asociaciones deportivas de la región, aunque cuenta con varias construcciones deportivas; infraestructura que, con el pasar de los años y el escaso o inexistente mantenimiento, además del recurrente desmantelamiento imputado presuntamente a los ocupantes ilegales cercanos, ha alcanzado un avanzado estado de deterioro como es el caso de las gradas del campo de softbol, con una visible ausencia de los asientos, el techo y demás materiales que allí existían. Con respecto a las demás canchas, poco a poco le fue desmantelado el techo y la maleza ha cubierto parte del piso de concreto. Con relación a las canchas de fútbol y de atletismo se evidenció la presencia de material vegetal denso en toda su extensión, dificultando el normal desarrollo de los encuentros deportivos.

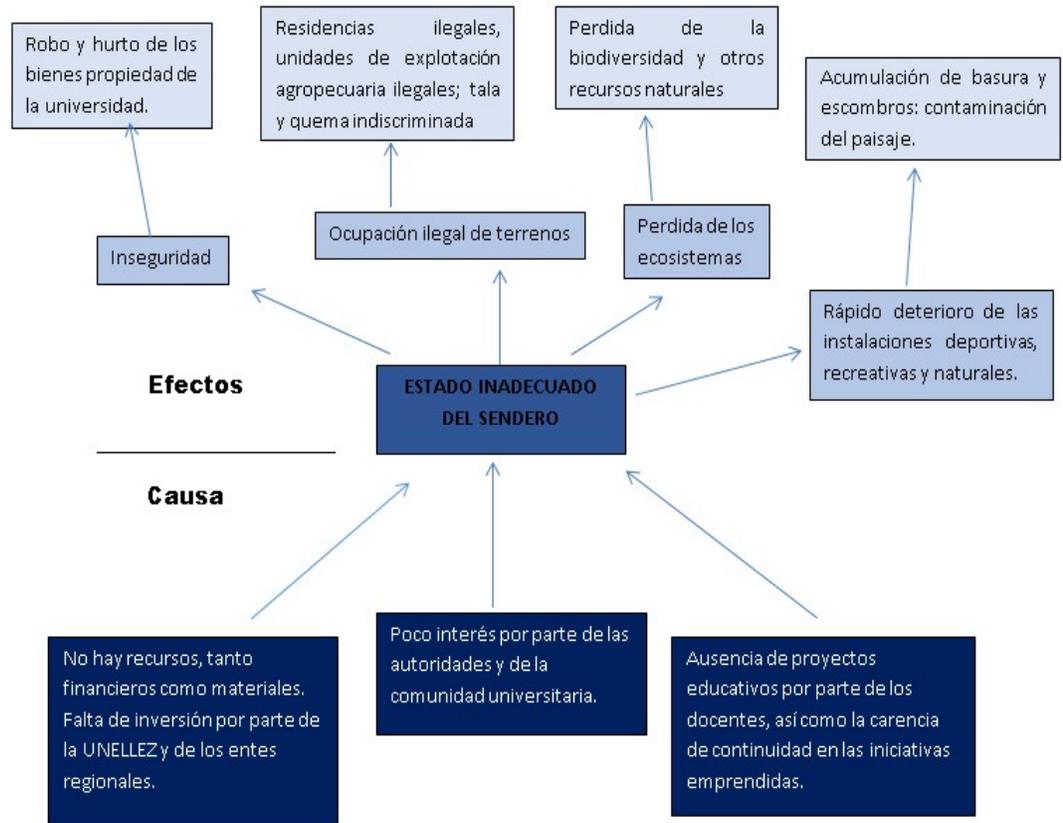
Con respecto a las caminerías, se pudo observar que más del 60% es recuperable a través del proceso de limpieza y desmalezado, pero existen otras áreas en donde resulta difícil tal acción, pues se perdieron varios de los brocales que conforman las caminerías producto de la regeneración natural y la formación de árboles de gran tamaño con raíces profundas. Así como se observa árboles talados y quemados que obstruyen el paso.



**Figura 3.** Observación participante para la impresión diagnóstica con la intención de determinar la situación problemática.

Fuente: Arreaza, Laya y Lanza (2019).

Por ello, “se requiere la realización de actividades que utilicen los bosques (sendero) como recurso didáctico, que apoyen el trabajo del docente” Pellegrini (2009), en el sentido de solucionar los problemas generados por el desuso y el abandono de éstos espacios.



**Figura 4.** Comprensión y jerarquización de prioridades - árbol de problemas. Sendero de Interpretación Ambiental. UNELLEZ – VIPI.

Fuente: Arreaza, Laya y Lanza (2019).

### TÉCNICA DOFA

Con la intención de comprender el entramado de relaciones propias y ajenas del sendero ecológico y las vinculaciones existentes, se propone el análisis de la Matriz DOFA a través de un cuadro resumen que permite definir y contextualizar los problemas mediante: Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas.

	ASPECTO NEGATIVO (RIESGO)	ASPECTO POSITIVO (EXITOS)
CIRCUNSTANCIAS INTERNAS	<b>DEBILIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Carencia de Atención por parte de las autoridades</li> <li>▪ Falta de mantenimiento</li> <li>▪ Falta de actividades recreativas</li> <li>▪ Ausencia de actividades deportivas.</li> <li>▪ Avanzado estado de deterioro de la infraestructura deportiva.</li> <li>▪ Ausencia de estudios ambientales.</li> </ul>	<b>FORTALEZAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperación con pocos recursos.</li> <li>▪ Desarrollo de planes de mantenimiento.</li> <li>▪ Población estudiantil de 3°, 4° y 5° nivel</li> <li>▪ 120 horas del Servicio Comunitario en la UNELLEZ.</li> <li>▪ Asignación de investigaciones en el área</li> <li>▪ Vinculación socio comunitaria.</li> <li>▪ Cinco (05) carreras vinculadas al ambiente con casi 200 egresados entre 2010 y 2018.</li> </ul>
	<b>AMENAZAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ocupaciones ilegales cercanas</li> <li>▪ Constantes incendios por los ocupantes ilegales</li> <li>▪ Tala indiscriminada de árboles y arbustos.</li> </ul>	<b>OPORTUNIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aportes de otras instrucciones del gobierno regional y nacional.</li> <li>▪ Aportes de las empresas privadas.</li> <li>▪ Relaciones interinstitucionales con otras universidades de la región.</li> <li>▪ Desarrollo de actividades productivas (vivero, abono orgánico, Producción apícola, turismo).</li> </ul>
CIRCUNSTANCIAS EXTERNAS		

**Figura 5.** Análisis DOFA del Sendero de Interpretación ambiental. UNELLEZ – VIPI.

**Fuente:** Arreaza, Laya y Lanza (2019)

## **PLAN DE ACCIÓN PARTICIPATIVO**

En el caso particular que nos ocupa, referido al Sendero de Interpretación Ambiental denominado “Conociendo la biodiversidad aprendemos a valorar el ambiente” ubicado en las instalaciones de la UNELLEZ VIPI, se requiere al momento de “elaborar un diagnóstico y recoger posibles propuestas que salgan de la propia praxis participativa y que puedan servir de base para su debate y negociación entre todos los agentes involucrados” (Martí Olivé, 2002); considerar de acuerdo a la observación participante y de las entrevistas semi estructuradas, los puntos de vista recabados de los informantes clave, así como de los propios investigadores, también miembros de esta comunidad universitaria, en donde se propone, como razón fundamental de esta propuesta, la recuperación del espacio ecológico a través de la educación ambiental.

### **Justificación**

Con la premisa elocuente que establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV, 1999), en su artículo 107, en donde se considera a la “educación ambiental como un derecho obligatorio en los niveles y modalidades de los sistemas educativos, así como también en la educación ciudadana no formal” y de igual forma, como un eje transversal para el desarrollo sustentable, se precisa que en nuestra casa de estudios, haciendo uso de los diferentes programas académicos, del Programa de Creación Intelectual generadora de conocimientos, del Programa de Vinculación Socio Comunitaria, en el cual se dé la incorporación de los distintos actores sociales de las comunidades en general, de la Coordinación de Servicio Comunitario, en donde se insta a los estudiantes según la CRBV (1999), a realizar actividades de servicio comunitario dentro y fuera del recinto académico como un deber ciudadano para aquellos que aspiren el ejercicio de cualquier profesión y del Programa de Estudios Avanzados con el Doctorado en Ambiente y Desarrollo, se conviertan en insumos que posibiliten la viabilidad y aplicación de esta propuesta educativa para la recuperación y mantenimiento de los espacios que componen el área del Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ Cojedes.

Teniendo como prioridad la recuperación del sendero, dada su importancia e incontables beneficios que brinda al colectivo para la concienciación de la conservación ambiental, es preciso considerar cada elemento y descripción de los componentes bióticos y abióticos existentes en cada estación y su integración en el conjunto, es conveniente establecer y

analizar las características que conformaran los criterios de diseño: espacios para la enseñanza a través de la recreación y esparcimiento, espacios para la enseñanza a través de la investigación, espacios para la comprensión de cada ecosistemas, bien sea a través de charlas, talleres, juegos, dinámicas de grupos o simplemente estudios académicos, entre otros.

De igual manera, se propone formar y capacitar a los actores sociales y a la sociedad civil organizada para el ejercicio y consecución de los derechos ciudadanos a través de la acción participación protagónica en beneficio de su comunidad, teniendo como norte la corresponsabilidad establecida en la CRBV (1999) en sus artículos 127, 128 y 129, donde se llama a la corresponsabilidad y participación individual y colectiva para mantener y preservar el equilibrio ambiental.

#### **Acciones Inmediatas y recursos necesarios**

- Generar acciones contundentes desde la educación ambiental, para recuperar el Sendero de Interpretación Ambiental considerado como un espacio inadecuado para el cumplimiento de los objetivos para lo cual fue creado.

- Articular con los organismos del Gobierno Nacional y Regional las acciones orientadas a la financiación para la recuperación de las áreas del sendero. Asimismo, se plantea la colaboración de estos organismos como Fondo Mixto de Turismo, Ministerio del Poder Popular para Eco socialismo y Aguas, entre otros, que propicien visitas guiadas del colectivo en general para la promoción, divulgación y disfrute del espacio ecológico como fuente de información y de conocimiento tendientes a la conservación ambiental.

#### **Plan de Acción Participativo para la recuperación del Sendero de Interpretación Ambiental UNELLEZ VIPI**

A fin de promover acciones que permitan la recuperación y mantenimiento del sendero a través de la educación ambiental, bajo el precepto de trabajo de equipo, comprometido, dinámico, participativo, solidario, creativo, optimista, con persistencia y con el compromiso de “Educar para preservar” se propone un plan de acción participativo en la UNELLEZ, el cual está constituido por talleres, charlas y jornadas a ejecutar con la comunidad estudiantil.

Promover el desarrollo sustentable, a través de jornadas educativas que desarrollen la conciencia ambiental en la comunidad universitaria integrada por el estudiantes, profesores, personal administrativo y obrero y así brindar las herramientas pedagógicas que para el uso y manejo de los recursos naturales, creación de la cultura ambiental y arraigo de una ética personal, que se transmitió en experiencias colectivas y positivas, con propuesta de soluciones que incidan en mejorar la condición de los espacios del sendero para el disfrute de todo el colectivo, para lo cual se consideró los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

Desarrollar contenidos de formación ambiental que permitan la sensibilización, integración, participación, concienciación de la comunidad universitaria, dentro del marco constitucional y del desarrollo sustentable a fin de promover la recuperación y conservación del Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ Cojedes.

### **Objetivos Específicos**

- Promover la participación de la comunidad universitaria a través de la sensibilización para el desarrollo pleno de la personalidad humana y la conciencia ambiental como vía para alcanzar la recuperación y conservación del Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ Cojedes.
- Implementar estrategias didácticas que motoricen la educación ambiental como vía para garantizar el pleno disfrute de las instalaciones del Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ Cojedes.
- Propiciar investigaciones por parte de los docentes, los estudiantes y público en general para la solución de los problemas ambientales en la institución.
- Estimular el desarrollo de encuentros deportivos y actividades culturales que garanticen el pleno uso de las áreas deportivas y su conservación.
- Efectuar de forma permanente visitas y recorridos por las diferentes estaciones que conforman el sendero ecológico a fin de mantener los espacios asegurando el mantenimiento y el estado de conservación.

Tabla 1: Plan de acción participativo para la educación ambiental. Sendero de Interpretación Ambiental. UNELLEZ – VIPI.

Acciones	Objetivos	Alcances	Participantes	Lugar
<b>Acción I:</b> Jornadas de Sensibilización	Profundizar en las afectaciones que tienen las acciones antrópicas del hombre sobre los recursos naturales y los organismos bióticos y abióticos de un ecosistema.	Implementar acciones para lograr la sensibilización en la comunidad universitaria acercándolos al estado actual del sendero con miras a lograr la recuperación y conservación del espacio natural.	Comunidad universitaria	Vía correo electrónico y en las Estaciones I-6
<b>Acción II:</b> Jornadas de Recolección de desechos sólidos limpieza del sendero	Capacitar en aspectos generales, técnicos, normativos y tecnológicos en Higiene, Desinfección y Saneamiento ambiental; Generar mecanismos y herramientas a través métodos de Limpieza e Higiene de espacios universitarios.	Garantizar la promoción de hábitos de limpieza en cada estación, Tratamiento adecuado de los residuos y desechos generados a diario. Limpieza y desmalezado de las estaciones del sendero ecológico.	Comunidad universitaria	Estaciones I-6
<b>Acción III:</b> Jornadas de Reciclaje.	Propiciar jornadas que promuevan el desarrollo sustentable a través del reciclaje y aprovechamiento racional de los recursos disponibles. Tomando como base los principios de las 7 R: Reflexionar, rechazar, reducir, reutilizar, reciclar, redistribuir y reclamar.	Proteger el ambiente, concienciar y educar al colectivo. Disminución en el consumo de materiales contaminantes. Aprovechar los desechos generados. Generar ingresos a través de los recursos aprovechables y reutilizables a través de la venta del material procesado.	Comunidad universitaria	Estación I Área de reunión
<b>Acción IV:</b> Taller de educación ambiental a través de los recorridos por el sendero	Propiciar el estudio de los ecosistemas, especies de la flora y la fauna y recursos naturales existentes en el Sendero de Interpretación Ambiental.	Impulsar una nueva percepción del ambiente y los elementos que lo rodean por medio de las visitas guiadas y recorridos por el sendero.	Comunidad universitaria	Estación I-6
<b>Acción V:</b> Jornada de Capacitación y Formación a la	Ejecutar programas de Capacitación a la comunidad universitaria para que se formen como guías en los recorridos del sendero orientado al reconocimiento y comprensión	Conformar equipos facilitadores de la información, que funjan como guías en los recorridos del sendero con conocimientos de su contenido.	Comunidad universitaria	Todas las estaciones

Acciones	Objetivos	Alcances	Participantes	Lugar
Comunidad universitaria	de los espacios que lo componen.			1-13
<b>Acción VI:</b> Turismo sustentable, recreación y esparcimiento	Establecer un programa de actividades turísticas sustentable, con aplicaciones en el ámbito académico, recreativo de esparcimiento. Aprovechando las bondades de los espacios al aire libre, con el apoyo de los entes nacionales y regionales	Proporcionar experiencias en la comunidad universitaria y en el público en general para conjugar lazos entre la naturaleza dando apertura al intercambio de saberes y atractivos naturales, empleando los espacios naturales para promover la educación ambiental en los espacios naturales, a través de visitas guiadas.	Comunidad universitaria, Fondo Mixto de turismo, MINEA, Ministerio de Cultura.	Todas las estaciones 1-13
<b>Acción VII:</b> Establecer mecanismos de colaboración con entes nacionales, regionales, municipales y empresa privada.	Instauración de mesas de trabajo, encuentros ambientales, a fin de plantear propuestas de financiamiento e intercambio instruccional para la recuperación y mantenimiento del sendero ecológico.	Establecer mecanismos de colaboración y financiamiento con los entes gubernamentales para la recuperación y el mantenimiento del sendero.	Comunidad universitaria, Gobierno Nacional, Regional, Municipal,	Todas las estaciones 1-13
<b>Acción VIII:</b> Promover relaciones interinstitucionales con entes del sector educativo para el disfrute del sendero	Promocionar las instalaciones del sendero ecológico entre las instituciones educativas del ciclo básico, media, diversificado, universitario y de 4to y 5to nivel para el disfrute de todos.	Brindar información acerca de las bondades que ofrece este espacio natural para el disfrute del sector académico para el disfrute y desarrollo de actividades educativas.	Comunidad universitaria, Redes sociales, Enlaces Institucionales: Escuelas Básicas, Liceos, Universidades, fundaciones,	Todas las estaciones 1-13
<b>Acción IX:</b> Intercambios deportivos con asaciones deportivas y clubes deportivos	Propiciar el desarrollo de encuentros deportivos en las instalaciones deportivas existentes en el sendero para garantizar las visitas permanentes y el financiamiento oportuno.	Establecer relaciones permanentes con las asociaciones y clubes deportivos a fin de garantizar visitas y colaboraciones de forma permanente.	Comunidad universitaria, Asaciones y clubes deportivos.	Área deportiva

Acciones	Objetivos	Alcances	Participantes	Lugar
<p><b>Acción X:</b> Propiciar estudios e investigaciones en el sendero</p>	<p>Asignar grupos de creación intelectual de ambiente y desarrollo para la generación de investigaciones en los espacios del sendero tendientes a estudiar los recursos y elementos existentes.</p>	<p>Difusión de los resultados de las investigaciones realizadas Edición de un boletín periódico digital sobre la marcha de los proyectos. Creación de espacios informativos en las principales redes sociales acerca de los resultados. Aprovechamiento de las ferias, congresos y seminarios. Realización de videos divulgativos de las investigaciones desarrolladas. Diseño de material digital de promoción de los resultados para divulgar en las redes de impacto social.</p>	<p>Comunidad Universitaria, grupos de Creación Intelectual.</p>	<p>Todas las estaciones 1-13</p>
<p><b>Acción XI:</b> Promoción y publicidad</p>	<p>Reproducción y consignación de material divulgativo guías prácticas acerca del sendero</p>	<p>Brindar información oportuna y generar interés entre la comunidad universitaria para la participación en las actividades del sendero.</p>	<p>Comunidad Universitaria</p>	<p>Todas las estaciones 1-13</p>

Fuente: Arreaza, Laya y Lanza (2019)

## **EJECUCIÓN DE LAS ACCIONES PLANIFICADAS**

El empleo del sendero ecológico como estrategia educativa se perfila como una herramienta útil para la consecución de los objetivos planteados, pues en éste se encuentran inmersos una serie de actividades que van desde lo más elemental, como lo es la sensibilización para la recuperación, pasando por el desarrollo de actividades deportivas, hasta la concreción de investigaciones que darán pie para que se realicen constantemente estudios académicos en este espacio natural y por supuesto, el apoyo interinstitucional que fortalecerá la propuesta. En este sentido iniciaremos con el despliegue de las acciones realizadas.

Dado el corto tiempo y la disposición de recursos económicos, de equipos, materiales y de personal con los que cuentan los investigadores, solo se abordarán parte de las acciones previstas en el plan de acción participativo; por lo cual en esta sección se considerarán 5 de las 11 acciones planteadas.

### **Acción I: Jornadas de Sensibilización**

Orientada a la profundización de las afectaciones que tienen las acciones antrópicas sobre los recursos naturales y los organismos bióticos y abióticos de un ecosistema. Se busca Implementar acciones para lograr la sensibilización en la comunidad universitaria acercándolos al estado actual del sendero con miras a lograr la recuperación y conservación del espacio natural. Por tal razón puede resumirse en lo siguiente:

- a) Generación de las relaciones a través de la participación de los actores sociales.
- b) Crear matrices de opinión socio-crítica respecto a la situación del problema.
- c) Integración colectiva responsable de la investigación acción.
- d) Diseño de la acción transformadora.
- e) Recolección y obtención de datos a partir de la realidad social.
- f) Interpretación colectiva de la información.
- g) Desarrollo de las actividades de promoción transformadora.
- h) Materialización y afianzamiento del aprendizaje.

En consonancia con ello, dado que los senderos ecológicos, son entendidos como una verdadera fuente de conocimiento y de despertar de nuestra realidad ambiental, se constituyen como una pequeña muestra o pequeño mundo a lo interno del ámbito académico, que no es más que el reflejo de la realidad que se puede observar a mayor escala en nuestras comunidades y en la sociedad en general, puesto que se realizan acciones desprovistas de conciencia ambiental como acumulación de desechos sólidos en los espacios naturales, incapacidad para reconocer la afectación que esta práctica ocasiona en la permanencia de las especies que allí habitan, así como la mirada indolente de los transeúntes.

**Objetivo General:**

Sensibilizar a la comunidad universitaria para la recuperación y mantenimiento del Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ VIPI.

**Objetivos Específicos**

Elaborar el material divulgativo para iniciar el proceso de sensibilización en la comunidad universitaria.

Dictar charla de concienciación ambiental referente a la identificación, definición e importancia del sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ VIPI.

Sistematizar las necesidades fundamentales de los aspectos socio ambientales relacionados con los problemas más comunes de acuerdo a la subjetividad de los actores sociales.

**Procedimiento:**

1- Inicia con el envío de material fotográfico a los correos electrónicos de estudiantes, profesores, personal administrativo y obrero, con imágenes proporcionadas por los expertos de la situación del sendero para el año 2010, en donde se hacía uso de todos los recursos, espacios naturales y edificaciones deportivas.

2.- Consultar a través del correo electrónico acerca de la disposición de la comunidad universitaria hacia el conocimiento y la recuperación del sendero ecológico.

3.- Concentración de la comunidad universitaria en oficinas, espacios abiertos y aulas de clases, para reforzar lo enviado al correo, a través de charlas, en donde se da a conocer este espacio natural, la diversidad biológica y de ecosistemas existentes, su disposición a conocerlo, toda la información será manifestada a través de las siguientes interrogantes:

¿Sabías que en la universidad existe un Sendero ecológico? ¿Sabías que el Sendero cuenta con una diversidad biológica? ¿Sabías que allí podemos aprender acerca de la variedad de ecosistemas? ¿Sabías que existe una estación destinada a la observación de aves?

4.- Se realiza la valoración de las percepciones y los marcos conceptuales de los actores sociales con relación al material suministrado y las charlas impartidas, para conocer la información que se tiene del espacio natural.

### **Resultados de la acción I**

En la experiencia de sensibilización a través de la concienciación y educación ambiental dirigido a los actores sociales, de la realidad existente y de la importancia que implica la recuperación y conservación del sendero ecológico para la supervivencia de las especies que allí habitan, en función de la generación de una conciencia ambiental y de protección hacia los recursos naturales, fue abordada esta acción suministrando un material divulgativo, con una memoria fotográfica de lo que en el pasado conocimos como un espacio natural para el disfrute de todos en su máxima expresión, provista de las vallas alusivas a las estaciones y con el debido mantenimiento y pleno uso de sus instalaciones (bancos para sentarse, cercas en buen estado, caminos despejados, entre otros); lo que incluye “la adaptación del espacio para garantizar la seguridad y comodidad del usuario, la delimitación o el marcaje del itinerario y la construcción de los elementos informativos (postas, señales y/o carteles)” Moncada y Vidal (2006).

Desde el punto de vista de los actores sociales, un número representativo mostró desconocimiento de nuestro patrimonio natural, el cual podría ser tipificado como una debilidad posible de afrontar a través de la educación ambiental. El desconocimiento de algo es una razón fundamental para no procurar acciones hacia su sostenibilidad. En otras palabras, no podemos amar y defender lo que no conocemos, no es posible brindar una protección a las realidades que ignoramos, en palabras de Mora (2014) autor del libro "Neuroeducación "Solo se puede aprender aquello que se ama " Todo lo que somos, lo que sentimos, lo que creemos, lo que pensamos, lo que hacemos en el mundo es producto del funcionamiento del cerebro. Por ello, para superar estas debilidades, es preciso hacer uso de los talleres educativos que impartan el conocimiento en los espacios naturales, precisamente para mostrar el lugar y brindar las herramientas teóricas prácticas para su conservación y protección.



**Figura 6.** Jornadas de sensibilización a miembros de la comunidad universitaria.

**Fuente:** Arreaza, Laya, y Lanza (2019).

Por otro lado, los actores sociales denominados personal obrero y administrativo, si poseen el conocimiento suficiente de la realidad que nos aqueja, han disfrutado del

sendero a plenitud y pueden dar cuenta de sus bondades, por lo cual lamentan su avanzado deterioro y abandono, aseverando que si es posible recuperarlo con el empeño de todo el colectivo universitario, por lo cual, expusieron su intención de pertenecer a la brigada ecológica, además de ello, sugirieron retomar el proyecto que fue desarrollado hace algunos años, según la Informante Clave: Joselyn, personal administrativo, ex Jefe de Desarrollo Espacial, como lo es *“la clasificación y selección de la basura de modo que no vaya a parar al bote todo tipo desechos, hasta el que puede ser reutilizado y reciclado”*.

Para la informante Clave: Betty personal administrativo, *“la generación de conciencia ambiental es determinante, sino se toca este punto no podemos avanzar”*, por lo que se reafirma que los talleres de educación ambiental previstos en el plan son concluyentes para alcanzar todas las acciones previstas.

Por tal motivo, se dio a conocer la realidad del antes y el después de las instalaciones del Sendero de Interpretación Ambiental, identificando la problemática principal existente a través de imágenes, fotografías y referencias relatadas por los actores sociales entrevistados para la generación del diagnóstico, en donde se realizó una identificación sobre las condiciones, causas y efectos del deterioro de dichas instalaciones, lo que permitió generar una jerarquización de los principales problemas visto desde la perspectiva consciente de los que hacen vida en el recinto universitario.

Por lo antes expuesto, se establecieron consideraciones, acciones y estrategias que permitieran indagar, evaluar, planificar, y ejecutar actividades que conlleven al proceso de transformación a través del paradigma socio crítico e integrador, donde se resaltó la importancia de los actores sociales implicados en la generación de propuestas para la recuperación del Sendero de Interpretación Ambiental de la UNELLEZ VIPI.

### **Acción II Jornadas de recolección de desechos sólidos y limpieza del sendero**

Objetivo: Capacitar en aspectos generales, técnicos, normativos y tecnológicos en Higiene, Desinfección y Saneamiento ambiental; Generar mecanismos y herramientas a través métodos de limpieza de espacios naturales.

Busca garantizar la promoción de hábitos de limpieza en cada estación, Tratamiento adecuado de los residuos y desechos generados a diario. Limpieza y desmalezado de las estaciones del sendero ecológico. De este modo se pretende incorporar a toda la comunidad universitaria en la jornada de limpieza y mantenimiento del sendero ecológico tendientes a lograr el acondicionamiento ideal para el disfrute de todas las estaciones y de los recursos disponibles.

**Procedimiento:**

1.- Concentración de la comunidad universitaria en la entrada del sendero ecológico para asegurar la disposición de participar en la recuperación, limpieza y acondicionamiento de las estaciones delimitadas en un primer momento de la 1- 6 que consiste en realizar una jornada de limpieza y recolección de desechos sólidos.

2.- Entrega de herramientas e implementos para la realización de la jornada de limpieza (rastrillos, cepillos, escardilla, machetes, picos, palas).

3.- Asignaciones de tareas específicas por grupos de trabajo para el aprovechamiento del tiempo y de los recursos disponibles.

4.- Suministrar hidratación para los actores sociales participantes en la jornada de limpieza.

5.- Desarrollo de las jornadas de limpieza y recuperación de los espacios naturales, que consiste en el desmalezado, limpieza de las caminerías, y todo el acervo físico construido en el sendero.

6.- Una vez finalizada la jornada de limpieza y acondicionamiento, los actores sociales tendrán la oportunidad de manifestar y/o expresar la percepción y opinión personal acerca de la experiencia vivida con interrogantes como:

¿Cómo se sintieron en la jornada de limpieza? ¿Consideran importante la realización de esta jornada? ¿Consideran necesario acondicionar todas las estaciones disponibles?

### **Resultados de la Acción II**

Este punto es de gran preocupación para los investigadores, debido a que todas las actividades encaminadas a promover la educación ambiental, van a depender de la limpieza y el mantenimiento que se realice de forma permanente en el sendero. De este modo, concluimos que no se alcanzará el máximo disfrute sino se dispone de unas instalaciones adecuadas. Ante la mirada indolente de quienes administran los recursos financieros para su preservación, cualquier acción que se quiera desarrollar será infructuosa. Es necesario insistir en la conciencia ambiental desde la línea de mando, que se materialice desde y hacia las autoridades hasta los subordinados.



**Figura 7.** Jornadas de recolección de desechos sólidos y limpieza del sendero  
Fuente: Arreaza, Laya, y Lanza (2019).

Para el Informante Clave: Jhonatan Rivero personal obrero, *“existe la plena disposición de los compañeros para realizar el trabajo requerido, aunque no contamos las herramientas y los equipos necesarios para realizar el mantenimiento de los espacios del sendero.*

#### **Acción IV: Taller de Formación Educación Ambiental a través de recorridos por el sendero**

**Objetivo:** Propiciar el estudio de los ecosistemas, especies de la flora y la fauna y recursos naturales existentes en el Sendero de Interpretación Ambiental.

Busca impulsar una nueva percepción del ambiente y los elementos que lo rodean a través de las visitas guiadas y recorridos por el sendero. Para Ghiso citado por Barajas y Parra (2017) “el taller es un instrumento para la socialización, la transferencia, apropiación y desarrollo de conocimientos, actitudes y competencias de una manera participativa”. Con esta acción se intenta relacionar de forma directa a los actores sociales con el objetivo, en este caso concienciar acerca de la realidad ambiental, por ello “favorece la interpretación colectiva de una realidad y los elementos que en torno a él convergen”

Asimismo, los precitados autores afirman que el senderismo es “la forma ideal de desplazarse por el espacio natural; además, integra la necesidad y el placer de caminar con la particularidad de ir observando y estudiando los recursos naturales, la exuberancia y variedad de plantas, animales, patrimonio arqueológico, entre otros”. Otros autores consideran que el empleo de sendero como estrategia para la enseñanza aprendizaje Vallejo, Álvarez, Zucaro y Ramírez citado por Barajas y Parra (citado), facilita la comprensión, “el conocimiento a través de la utilización y conservación de los recursos naturales”.

#### **Procedimiento:**

1- Concentración de los actores sociales en la estación 1 para coordinar el recorrido por el sendero de interpretación ambiental.

2. Presentación del guía que facilitará la información durante el recorrido, en este caso fue la Dra. Carmen Morante, fundadora del sendero y especialista en ambiente, desarrollo y ecología, que proporcionará los conocimientos necesarios mediante el taller de formación ambiental estructurado según los contenidos por estación.

3- Explicación detallada del propósito de la visita, orientaciones generales, así como la precisión de las normas de uso de las normas dispuestas en el aviso inicial a fin de que sean internalizadas y aplicadas por los visitantes.

4.- En esta primera visita se realizó la juramentación de la Brigada Ecológica integrada por los actores sociales presentes, como estudiantes de pregrado, profesores y autoridades del VIPI, personal del MINEA, así como los participantes del Doctorado en Ambiente y Desarrollo.

4- Inicio del desplazamiento con los actores sociales hacia el sendero ecológico, bajo la tutoría del guía.

5.- Finalizado el recorrido es preciso concentrar a los participantes del taller de formación para aportar las consideraciones finales del recorrido.

6.- En un aula de clases se requiere reunir a los participantes del Taller de educación ambiental para conocer acerca de sus impresiones, percepciones y opiniones de la experiencia en el espacio natural, de este modo, tendrán la oportunidad de expresarse libremente con las interrogantes planteadas:

¿Cómo se sintieron durante el recorrido? ¿El sendero de interpretación ambiental puede emplearse para desarrollar talleres de formación ambiental? ¿Es posible identificar el sendero de interpretación ambiental como la “Bioaula” que permita el estudio y conservación de los recursos naturales?

#### **Resultados de la Acción IV**

El uso del sendero de interpretación ambiental de la UNELLEZ VIPI, como espacio para la educación ambiental “genera un nuevo estilo de enseñanza y aprendizaje” (Barajas y Parra, 2017), que permite al participante el contacto directo

con la naturaleza y la identificación de los procesos naturales que allí se desarrollan, permitiendo que este asuma de forma espontánea “un cambio de actitud” y una conciencia de la realidad que lo rodea, propiciando una conducta consustanciada con los patrones que favorezcan la conservación de los recursos naturales del sendero.

Como reflejo de los aportes e impresiones de los participantes, es posible afirmar que, si disfrutaron el recorrido por el sendero, que se constituyó como una “experiencia agradable” y que es posible emplear este mecanismo para el aprendizaje y como fuente generadora de conocimientos, tal y como lo destaca Cooper citado por Barajas y Parra (2017) “reafirmar la idea de enseñar en los espacios naturales, realizando visitas guiadas.”.

En este sentido, la bioaula es procedente y altamente aceptable entre los participantes, que afirmaron el disfrute y recepción de los conocimientos impartidos en un espacio sin paredes, sin restricciones, solo en contacto con la naturaleza.

#### **Acción VII: Mesas de trabajo para promover la colaboración con entes nacionales, regionales, municipales y empresas privadas**

Objetivo: Establecer mecanismos de colaboración con entes nacionales, regionales, municipales y empresa privada, a fin de plantear propuestas de financiamiento e intercambio institucional para la recuperación y mantenimiento del sendero ecológico.

#### **Procedimiento:**

1.- Convocar a los entes nacionales, regionales, municipales y empresa privada a fin de lograr captar su atención para que brinden una colaboración en la recuperación y mantenimiento permanente del sendero ecológico.

2.- Establecer mesas de trabajo, en donde se exponga las bondades del sendero, el aprovechamiento de los espacios recreativos, deportivos y culturales que pueden ser de gran utilidad para los organismos externos.

3.- Articular mecanismos de colaboración mutua interinstitucional, en donde las partes resulten favorecidas aprovechando las oportunidades y fortalezas de cada ente, minimizando los riesgos y debilidades.

**Resultados**

**de la Acción VII**

La experiencia nos ha demostrado que una organización no puede mantenerse de forma aislada y mucho menos una institución del sector público, dado que la disponibilidad presupuestaria limita el desarrollo de acciones, como el mantenimiento y la recolección de los desechos sólidos; por lo que es necesario propender hacia la búsqueda de financiamiento y colaboración de los órganos externos que puedan, de una forma articulada, brindar la ayuda necesaria para el rescate, la conservación y el mantenimiento del SIA.



**Figura 8.** Reuniones a fin de establecer mecanismos de colaboración con entes nacionales, regionales, municipales y empresa privada.

**Fuente:** Arreaza, Laya y Lanza (2019).

En este lapso de tiempo, se contó con el apoyo de instituciones como la Gobernación del estado Cojedes a través de su entre adscrito Fundaimagen, quienes enviaron personal de mantenimiento de áreas verdes, cuyas labores fueron

preponderantes en la limpieza, despeje y recuperación de gran parte de la zona norte del sendero.

**Acción VIII: Promover relaciones interinstitucionales con entes del sector educativo**

Objetivo: Promocionar las instalaciones del sendero ecológico entre las instituciones educativas del ciclo básico, media, diversificado, universitario y de 4to y 5to nivel para el desarrollo de actividades con fines académicos, tendientes a la generación de investigaciones de los recursos bióticos y abióticos existentes, así como brindar información acerca de las bondades que ofrece este espacio natural para el disfrute y desarrollo de actividades deportivas, culturales de recreación y esparcimiento.

**Procedimiento:**

1.- Coordinar reuniones con las instituciones educativas tanto públicas como privadas desde la educación inicial hasta la educación de 4to y 5to nivel, como vía para promocionar visitas guiadas al sendero ecológico y sea empleado como la Bioaula, en donde se impartan talleres de educación ambiental a través de sus recorridos, así como se propicie la generación de investigaciones de los elementos bióticos y abióticos que lo componen.

2.- Establecer enlaces y/o acuerdos interinstitucionales para el intercambio de experiencias y espacios educativos que sean de provecho para todo el colectivo educativo.

3.- Llevar a cabo los acuerdos interinstitucionales.

**Resultados de la Acción VII**

Los innumerables beneficios que podemos obtener con el aprovechamiento pleno de las potencialidades en materia de conservación ambiental, investigaciones científicas, protección a los elementos bióticos y abióticos, esparcimiento y recreación, educación ambiental, actividades deportivas, entre otras bondades, que

ostenta el sendero de interpretación ambiental de la UNELLEZ VIPI, para sí y para el resto de las instituciones educativas, dan cuenta de lo versátil que puede ser éste espacio natural, considerado como una Bioaula, en la que todo el sector educativo local y regional puede hacer uso, sin menoscabo del patrimonio natural para el beneficio de la sociedad, procurando la conservación ambiental.



**Figura 9.** Promoción de relaciones interinstitucionales con entes del sector educativo para el uso y disfrute de las instalaciones del sendero de Interpretación Ambiental.

**Fuente:** Arreaza, Laya y Lanza (2019).

En este sentido, en consonancia con los principios de la Interpretación Ambiental, según Taylor, 1976 citado Medina (2018, p. 56), se busca “incrementar la comprensión y apreciación hacia el ambiente; respaldar el desarrollo de acciones ambientales; proporcionar al usuario bases sólidas de acción con respecto al ambiente; facilitar el manejo de gestión de un área; incrementar el disfrute del visitante y obtener beneficios económicos por los servicios prestados”, por lo que se considera fundamental generar acuerdos y/o enlaces interinstitucionales según la Academia de Ciencias Agrícola de Venezuela, ACAV, citado por Medina (citado), “que posibilite el contacto a visitantes y habitantes con la naturaleza, fauna y flora local y para proporcionar opciones de esparcimiento y Educación ambiental como actividad sustentable”.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Una vez desarrolladas algunas de las acciones contenidas en el plan participativo, llevadas a cabo en conjunto con los actores sociales, a través de la educación ambiental, en el sendero de interpretación ambiental de la UNELLEZ VIPI, conjuntamente con los objetivos planteados, es posible esbozar algunas consideraciones finales, producto reflexiones de los investigadores con motivo de las experiencias vividas.

Con el diagnóstico participativo y bajo la observación directa, se logró constatar el estado de abandono del sendero ecológico, las principales causas que lo originan y las consecuencias que ello produce, el nivel de conocimiento de los actores sociales acerca de su existencia, los elementos que lo componen, el desarrollo de acciones para su conservación, así como, los enlaces interinstitucionales requeridos y la necesaria información básica sobre educación ambiental que debe ser impartida en sus espacios, lo que dio como resultado que algunos actores sociales lo desconocen y otros consideran necesaria su recuperación por los múltiples beneficios que éste espacio brinda.

Por otro lado, con el desarrollo de las jornadas de sensibilización, fue posible recuperar desde la estación uno (01) hasta la número seis (06), aplicando labores de

limpieza, retiro de desechos sólidos, desmalezado de las caminerías, siembra de plantas ornamentales y de árboles y en general, el acondicionamiento necesario para realizar las actividades planificadas.

Asimismo, se llevaron a cabo las estrategias pedagógicas de educación ambiental, como charlas y talleres, con el material de apoyo apto, tendientes en principio, a la sensibilización de los actores sociales y luego hacia la formación ambiental para el fortalecimiento de los conocimientos y la conciencia ambiental.

En ese sentido, se realizó de forma exitosa, con la participación de un nutrido número de actores sociales la juramentación de la brigada ecológica a cargo de los representantes del Ministerio del Poder Popular para Eco-socialismo y Aguas, que velará por el mantenimiento, funcionamiento y uso adecuado de las instalaciones del sendero, dando inicio al primer recorrido, en el cual tuvieron la oportunidad de conocer seis estaciones de las trece (13) totales, al mismo tiempo en que se dictó un taller de educación ambiental, en donde se trataron temas como los elementos bióticos y abióticos que conforman el ambiente, la identificación de la flora y la fauna, la composición de la cadena trófica, así como los biomas existentes en el sendero.

Se iniciaron las articulaciones con las demás instituciones educativas para el desarrollo de actividades académicas, deportivas, culturales, de recreación y esparcimiento en el sendero, a fin de aprovechar sus inconmensurables bondades haciendo un uso adecuado del patrimonio natural presente en la UNELLEZ VIPI. En este sentido, fue oportuno el enlace con la Universidad Bolivariana de Venezuela, quienes manifestaron la voluntad de desarrollar en este espacio natural, prácticas de gestión ambiental, caminatas ecológicas, así como el diplomado en Agroecología, próximo a dictarse en esa Casa de Estudios.

De igual forma se dio inicio a las primeras solicitudes de colaboración y financiamiento a las instituciones del sector público y a las empresas privadas para lograr el permanente mantenimiento del sendero y así poder desarrollar las actividades previstas.

Por último, se aplicaron las evaluaciones correspondientes según el tipo de acción ejecutada dando como resultados satisfactorios ya que los actores sociales pertenecientes a la comunidad universitaria de la UNELLEZ VIPI, internalizaron la sensibilización y asimilaron el aprendizaje impartido, el cual fue demostrado a través de las actividades de limpieza, mantenimiento y recorrido del sendero y su disposición de querer continuar con estas acciones, siendo multiplicadores de la información recibida con el resto de la comunidad educativa y en el espacio en el cual hacen vida.

## **RECOMENDACIONES**

La comunidad universitaria debe engranarse y constituirse como un equipo para la defensa, mantenimiento y funcionamiento del sendero de interpretación ambiental y así promover el desarrollo de todas las acciones contenidas en el plan de acción participativo, sin ello, no será sino un simple documento, pues requiere de la participación de todos los actores sociales.

Es preciso fomentar la educación ambiental en todos los niveles educativos y el empleo del sendero como bioaula, podría dar el efecto necesario en aras de despertar la conciencia ambiental y una comprensión para el análisis crítico a los problemas ambientales que nos aquejan.

No olvidar la articulación con las instituciones del sector público y privado los recursos necesarios para el mantenimiento y funcionamiento del sendero, sin ello será imposible ejecutar la acción tendiente a la educación ambiental, las actividades recreativas, deportivas, culturales y de investigación.

En definitiva, las acciones y propuestas listadas se perfilan a que se devuelva la vida, la dinámica, la actividad educativa plena, innovadora, recreativa y conservadora que se ha ido perdiendo por abandono, desuso y falta de pertenencia, dejando a su vez, espacios que son públicos, que son de todos nosotros en descuido, a criterio de personas cuya cultura difiere de lo aquí planteado, que irrespetan y menosprecian los

derechos del prójimo, del colectivo, con un nivel educativo que le impide razonar antes de ingresar a ocupar ilegalmente espacios públicos, destinados a la enseñanza, a la generación de conocimientos, a la innovación.

Es preciso considerar la generación de ingresos propios por parte del sendero, en donde se maneje la autogestión, con la implementación de colmenas para la producción de miel, dada la importancia que tiene la protección de las abejas, necesaria en el proceso de polinización, para la generación de alimentos, así como la recolección de semillas y de abono orgánico, destinado tanto a la reforestación como a la venta al público; siendo éstos últimos componente clave que urge considerar su incorporación al sistema y que el diseño de las actividades no solo esté disponible para la comunidad universitaria, sino además, tomar en cuenta a la población en general, atraer a los grupos familiares al disfrute de las bondades del sendero y que los clubes deportivos, club de ciclistas, grupo de trotones; puedan ejecutar actividades recreativas y competitivas en estos espacios, hoy sub-utilizados, pero con enormes potencialidades académicas, sociales, económicas, de salud y ambientales.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Barajas M. y Parra E. (2017). El sendero ecológico, una alternativa didáctica para conservar los recursos naturales. “Estrategias verdes”. Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Institución Educativa Antonia Santos Facultad de Ciencias de la Educación Programa Maestría En Educación Puerto Carreño. Colombia. Recuperado de: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3333/SENDERO\\_EC OLOGICO\\_UNA\\_ALTERNATIVA\\_PARA\\_LA\\_CONSEVACION\\_DE\\_LOS\\_R ECURSOS\\_NATURALES.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3333/SENDERO_EC OLOGICO_UNA_ALTERNATIVA_PARA_LA_CONSEVACION_DE_LOS_R ECURSOS_NATURALES.pdf?sequence=1)
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. (2016). Metodología de la investigación. México. Editorial McGraw-Hill
- Martí, J. Rodríguez, T. Montañes, M. (2002). La investigación social participativa. Revista Mataró: El Viejo Topo. ISBN: 978-84-95776-45-7. España.

- Martínez, M. (2009). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Trillas.
- Medina, Gregoria (2018). Sendero ecológico como estrategia educativa ambiental comunitaria. REMEMBRANZA. Vol.1 Nro.1 Barinas-Venezuela.
- Moncada J. Vidal L. (2009). Los senderos de interpretación ambiental como elementos educativos en Venezuela. *Revista de Investigación* N° 59. ISSN 1010-2914. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/28202042\\_Los\\_senderos\\_de\\_interpretacion\\_ambiental\\_como\\_elementos\\_educativos\\_en\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/28202042_Los_senderos_de_interpretacion_ambiental_como_elementos_educativos_en_Venezuela)
- Mora F. (2014). *Neuroeducación*. Alianza Editorial.
- Navarro, Y. (2014) Fases Metodológicas de la Intervención Socio comunitaria. *Epistemática Crítica del Saber Académico*. Número 2. Editores Gerardo Molina y Juan Fernández UNELLEZ.
- Novo, María (1998). *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid, Universitas.
- Pellegrini N. (2009). Sendero de interpretación ambiental en el bosque de la Universidad Simón Bolívar. *Revista SAPIENS* vol.10 no.2 ISSN 1317-5815. Caracas. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1317-58152009000200003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1317-58152009000200003)
- Velásquez, M. 2010. *La Investigación Participativa en la Calle*. Editorial. Nuevo Mundo. Ecuador.
- Venezuela 1999. *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Gaceta Oficial N° 5453 (Extraordinaria). Caracas, marzo 24.



---

## **EPISTEMÁTICA IV: AMBIENTE Y DESARROLLO**



## **CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO TINAPÚN, ESTADO COJEDES**

*Characterization of the Tinapún River Basin, Cojedes State*

**Yalexi Laya, Carmelina Lanza, Arturo Arreaza**

### **RESUMEN**

El análisis de las cuencas hidrográficas comprende un sinnúmero de elementos que van desde los recursos hidráulicos, morfológicos, geológicos, hasta pasar por aspectos sociales y económicos, requiriendo así, de estudios complejos para tener una visión ampliada de las condiciones en las cuales se encuentra determinado sistema hídrico para su aprovechamiento y conservación. En este sentido, se estudia la cuenca del río Tinapún, ubicada en el estado Cojedes, a través de una revisión teórica, diagnósticos previos y del contacto directo con sus pobladores, para conocer la realidad cotidiana de las comunidades adyacentes a la cuenca, sus relaciones con el ambiente, costumbres, principios y valores para identificar e interpretar los principales problemas físicos que afectan su cauce y posibles soluciones hacia la sustentabilidad; de allí, su utilidad social y como preámbulo a la proposición del necesario plan de acción e integración socio-comunitaria.

**Palabras Clave:** *Cuenca Hidrográfica, río Tinapún, Caracterización.*

**Yalexi Laya, Carmelina Lanza, Arturo Arreaza**

Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. San Carlos, Estado Cojedes, Venezuela.

---

## SUMMARY

The analysis of the hydrographic basins comprises an endless number of elements ranging from hydraulic, morphological, geological resources, to going through social and economic aspects, thus requiring complex studies to have an expanded vision of the conditions in which it is determined water system for its use and conservation. In this sense, the Tinapún river basin, located in the state of Cojedes, is studied through a theoretical review, previous diagnoses and direct contact with its inhabitants, to know the daily reality of the communities belonging to the basin, their relationships with the environment, customs, principles and values to identify and interpret the main physical problems that affect its channel and possible solutions towards sustainability; hence, its consistent social utility and as a preamble to the proposal of the necessary action plan and socio-community integration.

**Key words:** *River basin, Tinapún river, characterization.*

## INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas se caracterizan por poseer una superficie delimitada por el parámetro de escorrentía o afluencia del flujo de agua, es decir, es el área de una extensión de terreno que finalmente drena sobre un arroyo, quebrada, río, lago, en un pantano, en el mar o en un acuífero subterráneo. En el piedemonte de una montaña, todo el caudal de agua que proviene de las precipitaciones y riego, que fluye a través de la superficie del suelo (escurrimiento) converge en las corrientes fluviales, ríos y quebradas, que escurren sus aguas directamente al mar. En tal sentido, una cuenca se puede considerar como un embudo natural, cuyos límites son las rasantes máximas de las altas montañas y la embocadura es la salida del río (Maas, 2005).

En esto aspecto, el área de estudio de una cuenca puede tener muchas aplicaciones prácticas, en respuesta a la necesidad de comprender el complejo sistema hídrico de la tierra y sus propiedades, en la distribución y movimiento de los afluentes hídricos, con el fin de ayudar a solucionar los problemas de agua (Chow, 1993). Este estudio de las relaciones dinámicas entre el agua y ambiente permite la caracterización de los componentes hídricos en el ciclo hidrológico como la precipitación, temperatura,

evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo, entre otros factores, se enfocan primordialmente en la disposición del agua sobre la superficie del suelo (Ruiz, 2001).

Siendo la naturaleza un sistema de recursos interrelacionados que dependen el uno del otro de forma sinérgica, donde la jerarquía no existe debido a que todos sus componentes son necesarios para coexistir. Estas cualidades son sustentadas bajo una teoría llamada “complejidad ambiental” que no emerge simplemente de la generatividad de la *physis* que emana del mundo real, que se desarrolla desde la materia inerte hasta el conocimiento del mundo (Leff, 2007). En este sentido, la complejidad ambiental sirve para comprender de cierta manera las características que tiene el ciclo hidrológico y qué papel juega una cuenca considerando su concepción desde la hidrología, todo esto considerando que, un sistema es un conjunto de partes que interactúan entre sí como un todo. Por lo que el ciclo hidrológico puede considerarse como un sistema. (Paredes, 2009).

### **Aspectos Políticos**

Como la cuenca del Rio Tinapún parcialmente traza los linderos entre los municipios Tinaquillo y Lima Blanco, así como entre Tinaquillo y El Pao de San Juan Bautista, las comunidades aledañas a ella tienen alta influencia de los municipios cercanos por su ubicación geográfica y política, tal es el caso del caserío Tamanaco, que tiene su jurisdicción en el Municipio Tinaquillo y recibe atención médico -asistencial y otros servicios públicos como el agua (trasladada por camión cisterna), la recolección de los desechos, seguridad ciudadana, entre otros del Municipio Lima Blanco.

De esta forma se observa, la interrelación y competencias de la administración pública local y regional, que influyen de manera significativa en el desempeño de las actividades cotidianas de las comunidades y en el cumplimiento de la normativa ambiental. Por otro lado, es visible la incidencia desde el punto de vista económico de los productores de la zona, como generadores de fuentes de empleo, necesarios en éstas comunidades por su disposición rural. Dadas las condiciones de la cuenca, es necesaria la participación de las universidades para orientar los esfuerzos hacia la

protección y conservación de la misma, con la inducción y ejecución de buenas prácticas agrícolas, pecuarias e industriales, con usos sostenibles.

### **Aspectos climáticos**

Las características climatológicas de la cuenca del río Tinapún aquí mostradas, son el reflejo de la información referencial de la Empresa Desarrollo Hidráulicos Cojedes (1999) y las emanadas del antiguo Ministerio del Ambiente (MARN), actualmente denominado Ministerio del Poder Popular para Eco-socialismo y Aguas. Los datos sobre la cuenca del río Tinapún, están directamente relacionados con la información registrada para la cuenca del río Tinaco, siendo éste una vertiente principal de la cuenca en estudio.

En esta área, el promedio de lluvia anual es mayor que la pérdida de humedad del suelo, por efecto de la evapotranspiración. Se presentan dos períodos definidos por año, uno lluvioso, entre los meses de mayo de octubre, y otro de estación seca, entre los meses de diciembre y marzo.

La humedad relativa referente al clima, registra los valores mensuales medios más altos en los meses de junio, julio y agosto y más bajos, se observan en el período seco de enero a abril. Las velocidades promedio máximas del viento se registran en los meses de febrero a abril, así como la ocurrencia de las velocidades promedio mínimas, se registran entre julio hasta diciembre, mientras que los valores más altos de evapotranspiración se registran durante los meses de febrero, marzo y abril, los menores entre mayo y noviembre. La mayor evaporación se presenta en los meses de febrero, marzo y abril, mientras que en mayo, junio, julio y agosto se presentan los más bajos.

En la siguiente tabla se resumen los valores promedio, máximos y mínimos disponibles, de precipitación, vaporación, evapotranspiración, viento, humedad relativa.

**Tabla 1.** Datos climatológicos en diferentes estaciones de la cuenca del río Tinapún-Tinaco, Estado Cojedes.

<b>Variable</b>	<b>Media anual</b>	<b>Máxima anual</b>	<b>Minina anual</b>
Precipitación	1538,0 mm		
Temperatura	28,2 °C	34,1 °C	23,3 °C
Evaporación	1970.8 mm	2159 mm	1733,6 mm
Humedad relativa	64%	79 %	69 %
Viento	4,0 Kh/hora		
Evapotranspiración	1497 mm	1619 mm	1379 mm

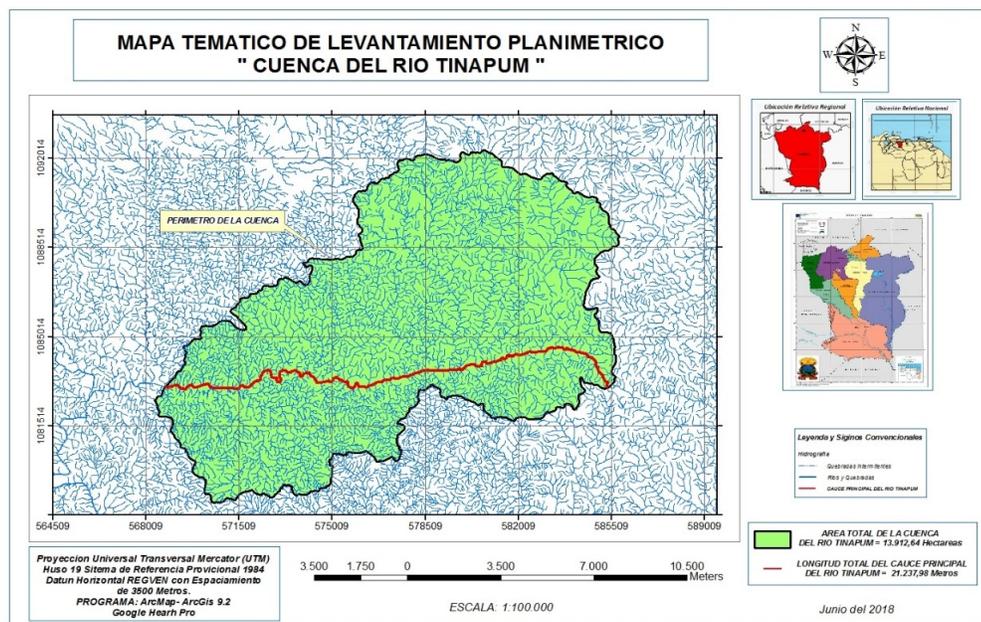
**Fuente:** Desarrollo Hidráulico Cojedes. 1999.

**Nota:** Los datos de precipitación máximos, se presentan en las estaciones situadas a mayor altitud de la cuenca. La amplitud de variación de la precipitación es del orden de los 489mm

### **Aspectos Geomorfológicos**

La cuenca del río Tinapún se conforma por extensas unidades de paisaje entre las cuales destacan la zona montañosa, donde nacen los ríos Macapo, Orupe y Tamanaco; la zona de colinas bajas y galeras del este, donde nace el río Tinapún y otras secciones constituidas por el piedemonte, las planicies aluviales intermedias, terminales y los entalles recientes de los ríos principales.

La zona montañosa está constituida por altitudes promedio de unos 800 msnm y las de mayor altitud, alrededor de los 1.500 msnm, son las Tetas de Tinaquillo (1.046 m) y el Cerro Tiramuto (720 m).



**Figura 1.** Mapa Temático de levantamiento planimétrico Cuenca del río Tinapum  
**Fuente:** Los autores, 2018.

De la misma manera, en una aproximación, se estima que la longitud total del cauce principal de la cuenca es igual 21.237,98 metros. Este río se intercepta con los municipios Lima Blanco- Tinaquillo y Tinaquillo- Pao de San Juan Bautista.

### Suelos

Los suelos con baja pendiente, aglomeran prácticas que han causado cierta erosión en las vertientes de la cuenca, por actividades de siembra y agrícolas, que en algunos casos provocan deforestación en el área de la cuenca del río Tinapum y sus vertientes, además de los incendios extensivos que destruyen masivamente la vegetación en las vertientes y en los cauces naturales, dada la constante práctica de agricultura menor, con cultivos de alta cobertura (maíz, yuca), permanentes o siembras forestales.

No obstante, la aplicación de las prácticas agronómicas citadas y otros incentivos agronómicos no representa una amenaza significativa a la vegetación y por ende a la alteración directa de la cuenca del río Tinapum ya que el manejo tradicional y las quemadas durante la época seca, destruyen la cobertura vegetal no uniforme sobre el suelo,

originándose un proceso erosivo anual, inducido por lluvias de corta duración y moderada intensidad. Esta situación puede ser atenuada, debido a que los incendios forman parte de la conducta y costumbres de los pobladores.

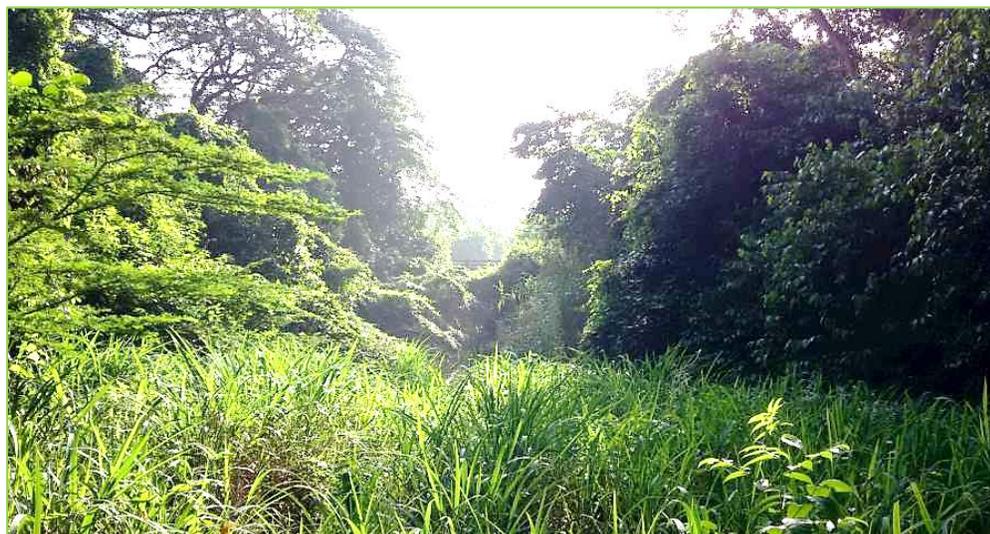


**Figura 2.** Acción antrópica de deforestación en la cuenca del río Tinapún, observado en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas:09.796604°-68.372907

**Fuente:** Los autores, 2018.

### **Cobertura vegetal**

Para uso de la tierra y cobertura vegetal en la cuenca del río Tinapún, en estudios realizados por el Sistema de Información Geográfico de la Empresa Regional Desarrollos Hidráulicos Cojedes, permitió el reconocimiento de las áreas de vegetación presente sobre dicho espacio, en función a la coloración verdosa de sus imágenes. Así mismo, la observación directa refleja una vegetación abundante predominante en bosque de sabana, bosques densos y de galería.



**Figura 3.** Cobertura vegetal que constituye la cuenca del río Tinapún, observado en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas:09.797282°-68.370760°

**Fuente:** Los autores, 2018.

### Balance Hídrico

El Balance Hídrico para tres condiciones diferentes, correspondientes a años húmedos promedio y seco, cuyos resultados se presentan a continuación.

**Tabla 2.** Unidades Hidrológicas Integrantes de la Cuenca del río Tinaco.1999.

Subcuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Municipio	Unid. Hidrológica
Río Tamanaco	267.2	Falcón y Tinaco	Afluente río Tinapún margen derecha
Río Macapo	122.5	Falcón y Tinaco	Afluente río Tinaco margen derecha
Río Tinapún	150.2	Falcón, Tinaco y Pao	Río Tinaco tramo superior
Río Orúpe	289.0	San Carlos y Tinaco	Afluente río Tinaco margen derecho
Caño La Canoa	310.7	Tinaco y Pao	Afluente río Tinaco margen izquierdo
Río Tinaco Medio	263.2	Tinaco y San Carlos	Drenaje principal de la cuenca
Río Tinaco Bajo	221.8	Tinaco y R. Gallegos	Desemboca en el río San Carlos
<b>TOTAL</b>			<b>3.621,0</b>

**Fuente:** Desarrollos Hidráulicos Cojedes, 1999.

En este sentido, se muestra en la siguiente figura los diferentes afluentes o tributarios que nutren el río Tinapún, demarcado con el número tres (03), que a su vez se nutre de los numerados con dos (02), los cuales reciben las aguas de los marcados con uno (01).



**Figura 4.** Orden de la Cuenca del río Tinapún y sus afluentes.

**Fuente:** Los autores. 2018.

### **Condición física de la Cuenca Tinapún.**

La observación directa sobre la cuenca del río Tinapún muestra un sistema hidrológico con abundante vegetación boscosa, lo que indica un parámetro fundamental para la densidad de drenaje de la cuenca, el mismo da un indicio de la posible naturaleza de los suelos.



**Figura 5.** Drenaje superficial de la cuenca del río Tinapún, observado en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas: 09.797500°-68.370376°

**Fuente:** Los autores, 2018.

El grado de cobertura que existe en la cuenca, puede estar influenciado por la fertilidad del suelo y por la deforestación existente, esto influye sobre los índices de drenaje, el cual representan zonas con abundante cobertura vegetal, suelos ligeramente erosionables o impermeables.

### **Aspectos Socio Económicos**

La ubicación de la cuenca del río Tinapún, se delimita dentro de las poblaciones rurales adyacentes a los municipios Lima Blanco, Tinaquillo y una pequeña parte del municipio Pao de San Juan Bautista, el cual, debido a la fertilidad de sus suelos, los productores de las comunidades que habitan en las áreas aledañas a la cuenca, han aprovechado y transforman los recursos naturales para su beneficio, en servicio y de producción, en función al nivel de vida de estos habitantes.



**Figura 6.** Área de cultivo y producción agrícola en la cuenca del río Tinapún, observado en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas: 09.796906°-68.371093°

**Fuente:** Los autores, 2018

Entre los rubros de producción más comunes que se aprovechan en la zona son la yuca, plátano, café; cuyos cultivos proporcionan una cohesión del suelo con respecto al control de la erosión, lo que representa un menor nivel de arrastre de sedimentos. Así como de igual forma se produce maíz en mayores cantidades.

La cuenca en estudio, se nutre de las parroquias Tinaquillo, El Pao, La Aguadita y en menor medida, de la parroquia General en Jefe José Laurencio Silva; siendo la comunidad cercana más importante La Aguadita y los principales caseríos que abarca la cuenca son Tamanaco, Sabaneta, Las Palmas, Las Queseras, Las Cañadas y Papelón.

### **Población**

De acuerdo a los datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2011(INE, 2014) publicado por el Instituto Nacional de Estadística, INE, la población total en los municipios involucrados en esta cuenca, es de aproximadamente 123.951 habitantes distribuidos con mayor concentración en el municipio Tinaquillo, donde se localiza el 78% de los habitantes, el municipio Pao, más rural, alberga 14%, mientras que el Municipio Lima Blanco, solamente concentra el 8% de la población total, incluyendo ambas parroquias.

El municipio Tinaquillo, constituye el área de la cuenca con mayor densidad poblacional ubicándose en 136 hab./Km<sup>2</sup>, seguidamente con 74.4 hab./Km<sup>2</sup> se sitúa el municipio Lima

Blanco y de 3.3 hab./Km<sup>2</sup> el municipio Pao de San Juan Bautista, lo cual arroja un promedio de 71.5 hab./Km<sup>2</sup> en toda la cuenca.

### **Centros Urbanos más importantes**

A pesar de que la cuenca abarca los municipios y parroquias antes mencionados, solo es posible localizar dos centros urbanos de importancia desde el punto de vista económico y social.

La ciudad de Tinaquillo, ubicada a lo largo de la Troncal 05, con clara tendencia de crecimiento hacia el norte y noroeste, donde las tierras no presentan limitaciones para el desarrollo urbano, es el mayor receptor de la fuerza de trabajo de las localidades y municipios vecinos, y se considera como el centro urbano de mayor dinamismo del estado Cojedes.

Debido a las múltiples actividades económicas existentes en este municipio, entre las cuales se destaca, la actividad agropecuaria, con énfasis en la avicultura y la ganadería porcina, conforma una red de producción, comercialización y distribución de alimentos hacia el resto del país, principalmente hacia la Región Centro-Norte-Costera. Además de ello, posee un importante polo de desarrollo industrial, constituido por la Zona Industrial Municipal y la Zona Industrial Corpoindustria, que se orientan hacia la fabricación de productos metálicos, productos químicos, textiles, así como la industria metalmecánica. Inmersa en este ramo se ubica también, la actividad minera dirigida hacia la extracción de minerales no metálicos, como arena y feldespatos.

Desde otra latitud, con una población estimada de 3.946 habitantes, la Aguadita constituye una localidad dedicada a la agricultura de subsistencia, además cumple funciones como centro de aprovisionamiento de víveres a los caseríos dispersos de la zona rural. La vía de acceso se encuentra en buenas condiciones, sin embargo, los servicios de agua potable, electricidad, cloacas, aseo urbano y teléfono, son muy deficientes.

### **Condiciones de Vida de la Población**

De acuerdo al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas computado por el INE, en el estado Cojedes se reflejan mayores niveles de pobreza en los municipios rurales, donde existen, proporcionalmente, más deserción escolar, más hogares hacinados, sin servicios públicos, con viviendas inadecuadas y con alta dependencia económica, y estos se sitúan precisamente en los municipios que la cuenca estudiada arroja.

La caída progresiva del ingreso real per cápita, como componente del nivel de vida, ha producido un desmejoramiento de las condiciones de vida en todo el país, incluidos los asentamientos y poblaciones alrededor de la cuenca. Lo cual se ve reflejado en el Índice de Desarrollo Humano, IDH, que en Cojedes pasa de 0,77240 en 1990, ocupando la sexta posición, a tener cinco años más tarde, un IDH de 0,7662 (INE, 2015), el cual, aunque es considerado todavía como un desarrollo humano “mediano alto”, refleja una importante caída del ingreso real per cápita.

A pesar de esto, entre 2000 y 2012, el coeficiente Gini, que es empleado para medir la desigualdad de los ingresos, indica que su distribución es más igualitaria, pasando de 0,4624 a 0,3643 en dicho periodo de tiempo.

### **Aspectos Productivos**

La reseña de las actividades productivas es esencial para entender el proceso de ocupación, la dinámica en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y los impactos ambientales ocasionados. En tal sentido, es imprescindible “conocer la evolución de los procesos productivos predominantes, el empleo sectorial y la estructura agraria, las funciones urbanas asociadas al equipamiento en redes y servicios básicos, así como, la organización institucional y la calidad de vida de la población” (Desarrollos Hidráulicos Cojedes, 1999).

### **Las Actividades Económicas Predominantes**

La actividad agrícola y pecuaria constituye la base económica principal en la cuenca, según la cantidad de fuerza de trabajo ocupada y la superficie bajo producción. En segundo orden de importancia, continúa los servicios prestados por los organismos de la administración pública, tanto nacionales, regionales como locales. En tercer término, las actividades de comercio al mayor y minoristas, restaurantes y hoteles; la industria manufacturera, la construcción, almacenamiento y transporte; establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas. Finalmente, los servicios de electricidad, agua y gas, y la explotación minera.

La actividad pecuaria se caracteriza por su naturaleza semi-intensiva y extensiva, orientada a la producción de bovinos y en menor escala, existe actividad avícola y porcina semi-intensiva e intensiva, generalmente localizadas al norte de la cuenca (Tinaquillo), también con importante crecimiento. (Desarrollos Hidráulicos Cojedes, 1993). La producción agrícola vegetal se centra en rubros como el maíz y la yuca, principalmente, mientras que la naranja, mango, cambur,

lechosa, limón criollo y quinchoncho, se realizan a través de unidades económicas de subsistencia, generalmente familiares.

También existe la prestación de servicios comunales, sociales y personales que se reflejan en los entes de la administración pública, tanto nacionales, regionales como locales, que han sido uno de los mayores empleadores en el estado, lo cual, sumada al comercio, tanto al mayor como al detal, se concentra en los principales centros poblados como Tinaquillo, Tinaco, Macapo y la Aguadita.

Con relación a la actividad industrial, emplea en los municipios involucrados en la cuenca cerca de 1.587 trabajadores y se concentra en su mayoría en Tinaquillo, donde se localiza más del 90% de los establecimientos industriales, en ámbitos concebidos especialmente para albergar actividades manufactureras, tales como la fabricación de productos metálicos, maquinarias y equipos, la fabricación de sustancias químicas derivadas del petróleo, carbón, caucho y plástico y las industrias de alimentos, bebidas y tabaco; actividades desarrolladas en primera instancia por pequeñas y medianas industrias, distribuidas entre pequeñas (93%) y medianas (5%).

**Tabla 3.** Estado Cojedes. Pequeñas y medianas industrias Distribuidas por municipio, tamaño y cantidad de personas ocupadas. 2018.

<b>Municipio</b>	<b>Cantidad de PyMIS</b>	<b>Personas Ocupadas</b>
<b><i>Pao De San Juan Bautista</i></b>	<b>2</b>	<b>7</b>
<i>Pequeña Industria</i>	2	7
<b><i>Tinaco</i></b>	<b>8</b>	<b>114</b>
<i>Pequeña Industria</i>	8	114
<b><i>Tinaquillo</i></b>	<b>72</b>	<b>1466</b>
<i>Gran Industria</i>	2	389
<i>Mediana Industria</i>	4	283
<i>Pequeña Industria</i>	66	794
<b><i>Total General</i></b>	<b>82</b>	<b>1587</b>

**Fuente:** INAPYMI. Cálculos propios.

n la tabla anterior, se observa la distribución de las pequeñas y medianas industrias clasificadas por municipio, tamaño y cantidad de personas ocupadas al final del año 2018, de acuerdo a los datos aportados por el Instituto Nacional de Promoción y Desarrollo de la Pequeña y la Mediana Industria, INAPYMI.

### **Aspectos Sociales**

La cuenca del río Tinapún, se encuentra rodeada por poblaciones o caseríos, organizados bajo la figura de consejo comunal, por lo cual, dada su conformación y nivel de organización, es posible su intervención y abordaje comunitario. De esta forma, se obtuvo, a través de sondeos y entrevistas informales dirigidas a los voceros de los diferentes consejos comunales, información relacionada con los aspectos socioeconómicos, agua, alimentación, educación, salud, vivienda, transporte, tenencia de la tierra, cultura entre otros aspectos de la población que reside en los diferentes poblados.

### **Educación**

En este sentido, es preciso resaltar que la mayoría de las poblaciones que hacen vida en las adyacencias de la cuenca Tinapún, cuentan con centros educativos a nivel de primaria, con un máximo de dos aulas, dada la escasa matrícula escolar, a excepción de la comunidad Tamanaco que no contaba para el momento de la visita, con el centro educativo de primaria, pues el mismo fue demolido recientemente (en el mes de abril 2018) por las autoridades educativas del gobierno regional dada las condiciones de riesgo en la que se encontraban los discentes y el personal en general. Específicamente en el caserío las Cañadas, sólo existe un liceo de educación media diversificada, que acoge la matrícula estudiantil del resto de los caseríos cercanos.



**Figura 7.** Terreno disponible para la construcción de la Escuela Básica Tamanaco. Situación observada en fecha 06/07/2018. Coordenadas geográficas: 09.813641°-68.378474°. **Fuente:** Los autores, 2018.

### Salud

En materia de salud, se mantienen centros ambulatorios tipo I y tipo II en la mayoría de los caseríos, a excepción de Tamanaco, que para el momento del estudio no estaba operativo, pues dadas las precarias condiciones, fue desatendido por el personal galeno, lo cual permitió la ocupación ilegal por parte de una familia de la zona, con la excusa de no poseer vivienda.



**Figura 8.** Ambulatorio rural Caserío Las Palmas. Observado en fecha 06/07/2018. Coordenadas geográficas:09.792880°-68.376240°. **Fuente:** Los autores, 2018.

### Vivienda

El diseño y construcción de las viviendas está orientado hacia la modalidad de vivienda rural, en la mayoría de las comunidades, de igual forma se observan construcciones de mayor envergadura dadas las condiciones económicas de sus residentes. Asimismo, en los caseríos más alejados de la carretera nacional T005, como Papelón, se evidencia con mayor presencia, construcciones de uso residencial improvisadas elaboradas generalmente con material como el bahareque, sin las mínimas condiciones de habitabilidad.



**Figura 9.** Vivienda rural Caserío Las Cañadas. Observado en fecha 06/07/2018. Coordenadas geográficas: 09.791116°-68.351091°. **Fuente:** Los autores, 2018.



**Figura 10.** Vivienda rural a orillas del río Tinapún. Observado en fecha 15/07/2018. Coordenadas geográficas:09.796735, -68.372638°. **Fuente:** Los autores, 2018

### **Cultura**

Apegados a las costumbres y culturas ancestrales, se celebran en la zona las fiestas patronales de San Juan Bautista, las cuales inician el primero de junio, de cada año, siendo el día central el 24 junio, además de la celebración de los Toros Coleados, papagayos y demás eventos culturales propios de la tradición venezolana; tal y como se festejan en las demás comunidades cercanas a la cueca, como Macapo, Tinaquillo Tamanaco, Sabaneta, entre otras.

### **Vialidad**

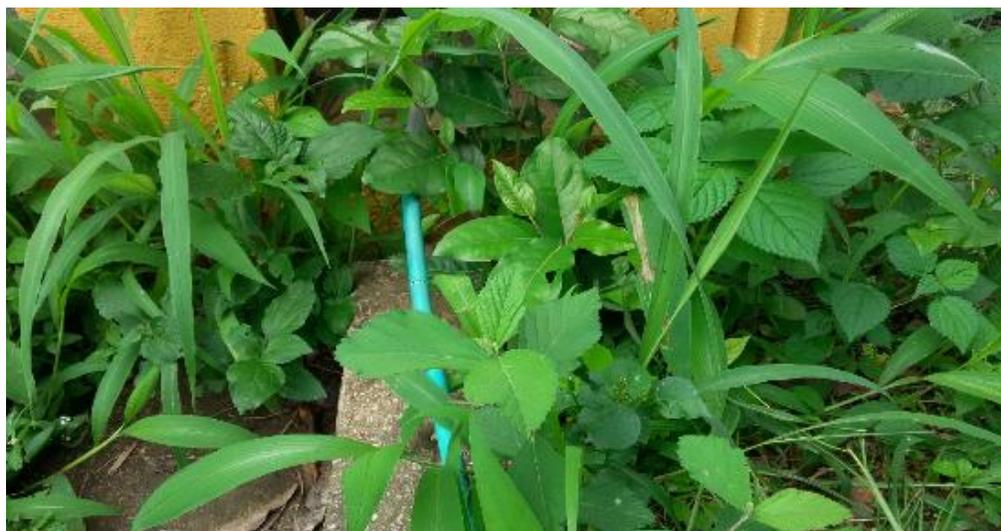
Las poblaciones rurales de la cuenca del río Tinapún se encuentran muy dispersos unos de otros y las vías de acceso existentes no tienen las condiciones mínimas para transitar; hasta cierto punto, cuentan con pavimento de asfalto, pero en su gran mayoría son de tierra, con poca conformación que facilite el acceso de vehículos livianos, por lo que se utiliza, en la mayoría de los tramos, vehículos de tracción doble, siendo éste el único medio de transporte que se puede emplear en época de lluvia, además de las motocicletas y vehículos a tracción de sangre.



**Figura 11.** Vialidad hacia el Caserío Papelón, Cuenca del río Tinapún. Observado en fecha 06/07/2018. Coordenadas geográficas: 09.790765°-68.304647°. **Fuente:** Los autores, 2018.

### **Red de Agua Potable**

En las comunidades ubicadas a lo largo de la cuenca, el servicio de agua potable por tuberías es precario, con muy pocas excepciones, como en las comunidades de Tamanaco y Sabaneta, que se ubican cerca de la carretera nacional Troncal- 005, mientras que en los caseríos retirados no existe el suministro. En algunos casos se aprecia la infraestructura del pozo subterráneo para cada comunidad y en otras como Papelón, cada familia construye el pozo de forma artesanal. Esta situación se ha visto agravada en Tamanaco, en donde la bomba de agua que surte a toda la comunidad se encuentra inactiva, por lo que solicitan el servicio de camiones cisternas a la alcaldía del municipio Lima Blanco y en algunos casos, las familias han optado por la toma directa del río Tamanaco a través de mangueras o tubos plásticos improvisados, conectados directamente al río, sin el debido tratamiento sanitario.



**Figura 12.** Conexiones domesticas directas al río Tamanaco para consumo humano. Situación observada en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas: 09.813928°-68.379312° **Fuente:** Los autores, 2018.

En la siguiente tabla se muestran los resultados realizados en los laboratorios de la Planta Potabilizadora de agua de Hidrocentro del estado Cojedes, a una muestra de agua del rio Tinapún, para conocer las condiciones fisico-químicas y de salubridad del recurso hídrico en la zona, los cuales exponen, según las normas ISO-9001 del Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad , una aceptación del valor del pH, pero con importantes alteraciones con respecto a la turbidez y el color expresado.

**Tabla 4.** Resultados del Análisis de agua aplicado al Río Tinapún. 2018.

Parámetros	Valor	Valores permitidos
pH	7,5	7 – 7,5
Turbidez	9.37 NTU	Max. 5
Color	50	5

**Fuente:** Prueba de agua realizada en Planta Potabilizadora de Agua de Hidrocentro, año 2018.

Es importante destacar la imposibilidad de profundizar en conocer la calidad del recurso hídrico dado que el equipo investigador no contaba con recursos económicos para cubrir el valor de una prueba de mayor profundidad o envergadura.

### **Red de Cloacas**

En las comunidades aledañas a la cuenca del Tinapún no existe una red de servicio de cloacas, razón por la cual las aguas servidas se descargan de forma directa en la sabana y sólo algunas viviendas poseen letrinas o pozos sépticos; afectando evidentemente, las tomas de agua arriba mencionadas, con negativas consecuencias para la salud.

### **Minería**

El presunto aumento en el uso de concentraciones de mercurio y otros metales pesados, producto de la extracción de materiales y/o minerales en el lecho del río, (arena, gravas, oro) específicamente en áreas tributarias a la cuenca del río Tinapún, sin la debida gestión y manejo integrado en tratamientos con base en análisis del impacto ambiental, presumiblemente puede estar relacionado con una disminución notoria de la calidad del agua en la zona, con más énfasis en los casos donde se aplica la ineficaz minería artesanal.

### **Impacto de la minería**

De acuerdo con la información suministrada por los voceros de los Consejos Comunales, los pobladores de la zona e individuos de otras localidades que se dedican a la actividad de extracción de oro, mediante la práctica de la minería artesanal, en la mayoría de los casos poseen poca formación académica y nivel educativo, con deficiente acceso a la atención salud pública, incluso falta de orientación e incentivación operativa para la realización de estas actividades de explotación mineral sobre la cuenca.

Cabe destacar que esta técnica de minería artesanal se suele realizar sin ningún tipo de perisología, en consecuencia, no existe la posibilidad de tomar medidas correctivas para mitigar el impacto ocasionado por la remoción o eliminación de los minerales presentes en el lecho rocoso de la cuenca del río Tinapún.

El material arrastrado en partículas gruesas que se fragmenta de las rocas y los lechos, se depositan in situ en la cuenca baja, en tanto puede llegar a la alteración del curso natural del río y que no solo acelera vertiginosamente el proceso de erosión y afecta la estructura y características físicas del río, además altera la abundancia relativa del ecosistema que alberga la biodiversidad.

Comúnmente, un alto número de explotaciones mineras a pequeña escala aledañas al río Tinapún, cuyo caudal es relativamente bajo, puede perturbar continuamente toda la función hidrográfica debido a que se generan oclusiones de alteración en el curso del agua de la micro cuenca. En los lugares donde se deteriora el ciclo hidrográfico, se presentan mayores efectos de la carga de sedimentos.

Por otro lado, la deposición excesiva de sedimentos en suspensión en el cauce del río disminuye la textura del sustrato, el cual es indispensable para conservar la biodiversidad de la zona. La minería en lechos a lo largo de ríos, en términos generales, es atractivo en aquellas épocas en el cual la carga natural de sedimentos está en sus niveles de caudales más bajos, lo que suele ocurrir durante las estaciones secas, donde existe mayor acceso a los ríos por su menor altura y donde las condiciones de trabajo son mejores.

El mercurio no es común en la naturaleza en altas proporciones de concentración y es el metal pesado contaminante más alarmante dentro de la práctica de la minería artesanal. El mercurio se libera a través de dos vías alternativas; por medio de la descarga a las corrientes de agua del río, conjuntamente con los engrudos procesados y por emanación a la atmósfera en forma de vapor por medio de la fase de refinado, una vez que se quema para extraer la esponja de oro. En las dos formas el mercurio es introducido sobre las cuencas bajas, aunque a distintas escalas (Rodríguez, 2016), constituyéndose como una fuente específica de contaminación en el área aledaña a la actividad minera. La emisión de mercurio a la atmósfera se realiza con un alto contenido contaminante dentro de un área relativamente más amplia, en concentraciones más bajas, pero más homogéneas.

Adicionalmente, este tipo de práctica puede acarrear otros problemas o impactos ambientales colaterales, generados con la construcción de caminos de acceso, la comercialización y tráfico ilegal de animales silvestres y la pesca, producto de una economía informal de servicio a la minería acuífera, dado a que si no se tiene un control y monitoreo de estas zonas adyacentes al río, la práctica informal pueden generar además que la acumulación de sedimentos en cruces de los cauces, obstruyan la afluencia del flujo de agua del río.

Entre las afectaciones a la salud, que generan las prácticas de minería ilegal artesanal, pueden considerarse la desnutrición y las enfermedades gastrointestinales, relacionadas a la constante exposición al polvo u otros productos químicos utilizados para la extracción. Las personas

susceptibles de contraer éstas enfermedades, por lo general, tienen poco acceso a una atención médica adecuada. Por ello, se considera que los efectos que conlleva la contaminación de los recursos disponibles en el agua, pueden traer consecuencias irreversibles en la salud de los pobladores de las zonas adyacentes a la cuenca, con gran repercusión a largo plazo.

### Uso Agrícola

Las fincas agropecuarias, granjas avícolas, fundos y parcelas, localizadas en la zona, no se benefician con el agua del río para riego de plantaciones; según información suministrada por los voceros de los Consejos Comunales, pues aseguran que el caudal del río es poco para los habitantes de las comunidades cercanas.

**Tabla 5.** Predios establecidos en los municipios Pao de San Juan Bautista y Lima Blanco. 2018.

Municipio	Sector	Nombre de la Finca o Parcela	Propiedad	Unid Productiva
Pao	Las Placitas	Finca Santa Bárbara	Ejidros Municipales	Pecuaria
Pao	Papelón	Finca La Yaguara	Baldío	Pecuaria
Pao	Cerro Grande	Los Samanes	Baldío	Pecuaria
Pao	Papelón	Los Cedros	Baldío	Pecuaria
Pao	La Glorieta	El Pilón	Ejidros Municipales	Pecuaria
Pao	Las Placitas	Las Placitas	Baldío	Pecuaria
Lima B.	Las Queseras	Finca Don Ginton	Baldío	Pecuaria
Lima B.	Las Palmas	N° 01 (Celida)	Baldío	Gallinas
Lima B.	Las Cañadas	La Comunión	Baldío	Bovino
Lima B.	Las Cañadas	Fundo Los Solórzano	Supuesto Privado	Agrícola pecuario
Lima B.	La Manga	Los Díaz	Baldío	Ganadería
Lima B.	Las Cañadas	Granja Jovellanos	Supuesto Privado	Pecuario y porcino

---



---

Lima B.	Las Cañadas	Fundo Santa Catalina	Baldío	Agrícola pecuario
Lima B.	Las Cañadas	Granja Rosa Mística	Supuesto Privado	Agrícola pecuario
Lima B.	Las Cañadas	Santa Catalina	Baldío	Agrícola pecuario
Lima B.	Las Cañadas	La Fortuna	Baldío	agrícola pecuario

---

**Fuente:** Instituto Nacional de Tierras, 2018.

Dentro del área de estudio, según el Instituto Nacional de Tierras (2018), las unidades de producción con mayor impacto agropecuario se observan en la Tabla 5.

Es de resaltar que la granja La Jovellanos, empresa actualmente activa, dedicada a la producción de porcinos, es una de las más importantes del estado Cojedes, según información suministrada por J. Contreras, trabajador del Instituto Nacional de Tierras, INTI (J. Contreras, comunicación personal, 30 de junio de 2018). La misma se constituye como una propiedad privada con una producción de ganado bovino igual a 95 unidades, 18.000 unidades de porcino, dentro de ellas, 2500 madres y 120 unidades de ovino. Cuenta con la infraestructura adecuada para tal fin, como lagunas de oxidación y cumplen con la normativa sanitaria y ambiental. El cauce del río es empleado de manera turístico-recreacional y como reservorio natural, no se conocen datos de volumen disponible, pero lo mantienen limpio de agentes contaminantes. Dada las restricciones fue imposible el acceso a esta unidad productiva.

De acuerdo al INTI (citado), los registros de producción existentes, están clasificados de la siguiente forma: producción de porcino 9%, producción de bovino 8%, producción avícola 6% y 77% del registro de esas propiedades se dedican a la agricultura, siembra en conucos y patios productivos, en suelos de poca pendiente, donde se pueda establecer todo tipo de cultivo agrícola.

**Tabla 6.** Predios Establecidos en el Municipio Tinaquillo. 2018.

Sector	Nombre de la Finca o Parcela	Propiedad	Unidad de Producción
El Cogollo	Colectivo La Hermosa Granja Int Doña María	ID RED 1090000045	Porcinos y Avícola
El Pernal	Y	Rescate	Apicultura
La Castellera	S/N	Publica	Agrícola- Conuco
El Cogollo	El Merey	Rescate	Agrícola- Conuco
Sabaneta	Fundo La Esperanza	Publica	Pecuaria
El Pernal	Nirvana	Publico	Agrícola- Conuco
Sabaneta	Fundo La Rosalía	Publico	Pecuaria
Caño De Indio	Fundo La Chapa	Baldío 706	Pecuaria
El Cogollo	Fundo La Victoria	Publica	Avícola
El 200	La Reventona	No Patrimonio	Pecuario
El Cogollo	Finca El Rincón	No Patrimonio	Pecuario
La Castellera	La Linda	Publico	Agrícola - Conuco Corporación Eléctrica Nacional
Sabaneta	Sub Estación	Comodato	S.A
La Guamita	Hermanos Agüero	No Patrimonio	Agrícola- Conuco
El Cogollo	Colectivo Los Pinos	Publico	Agrícola- Conuco
El 200	La Pulga	Publico	Agrícola- Conuco
El Cogollo	Mi Refugio	Baldío	Pecuario
Cogollo- Cantón	Los Pablos	Baldío	Pecuario
El 200	La Reventona	No Patrimonio	Pecuario
La Guamita	El Mamon	No Patrimonio	Agrícola - Conuco
La Guamita	Ebenezer	No Patrimonio	Agrícola - Conuco
La Guamita	Ebenezer	No Patrimonio	Agrícola - Conuco
La Guamita	Jireth	No Patrimonio	Pecuario
El Cogollo	Pérez Nieto	No Patrimonio	Agropecuaria
El 200	Mis Nietos	No Patrimonio	Agrícola - Conuco
La Guamita	Mis Viejos	No Patrimonio	Pecuario
La Castellera	La Alegría	Publico	Pecuaria
La Castellera	Pueblos de América	Publico	Pecuaria
La Castellera	La Familia Reina	Publico	Agrícola- Conuco
La Castellera	Familia Ortega	Publico	Agrícola- Conuco
La Castellera	Ali Primera	Publico	Agrícola- Conuco
La Guamita	Mis Viejos	No Patrimonio	Pecuaria

**Fuente:**  
Instituto  
Nacional de  
Tierras,  
2018.

En las  
pequeñas

Parcelas, en donde se desarrolla la producción porcina, avícola y ganadería extensiva, se pudo evidenciar la descarga de efluentes no tratados que son vertidos directamente a la cuenca, y se

constituyen como verdaderas afectaciones ambientales por parte de dichas unidades de producción, instaladas muy cerca a los límites del río, en las cuales no se realiza la recolección de los desechos orgánicos de forma adecuada. Los diferentes cuerpos de agua como quebradas y caños cercanos a las unidades de producción son directamente afectados.



**Figura 13.** Vertidos de desechos orgánicos sobre quebradas y caños, observado en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas:09.793602°-68.305461°. **Fuente:** Los autores, 2018.

Los sectores dispuestos en el área de la cuenca son los siguientes: El Amparo, Serrano, Piloncito, El Cantón, Tigre Galán, La Guamita, Las Queseras, Higuerote, Papelón, Las Cañadas, Las Lomas, La Aguadita, Sabaneta y Las Palmas; los cuales albergan aproximadamente 419 familias, según lo aportado por H. Gómez, trabajador de la Fundación para el Desarrollo del Poder Popular para las Comunas, FUNDACOMUNAL, (H. Gómez, comunicación personal, 14 de julio de 2018). Éstas en su mayoría se dedican a la siembra de maíz, quinchoncho, yuca, ñame, plátanos, frutales, entre otros cultivos. El espacio para los cultivos lo obtienen a través de la tala y quema de los árboles y de los residuos producto de cosechas anteriores, actividad que practican constantemente como una opción económica, ocasionando grandes efectos de erosión a la cuenca. Por ser una zona rural con carencias de servicios públicos se presume que el drenaje agrícola contiene elementos contaminantes orgánicos y fecales provenientes de la aplicación de estiércol como abono y de la ganadería extensiva, así como del drenaje de pozos sépticos de las casas de familia, que son vertidos en la cuenca en cuestión.

En esta zona, las tierras tienen un potencial agrícola bajo a muy bajo, y ocupan la mayor superficie de la cuenca, debido a las limitaciones impuestas por las fuertes pendientes del terreno, baja fertilidad, pobre drenaje interno de los suelos y los excesos de agua superficiales durante gran parte del año. Las áreas con pendiente pronunciada poseen altos riesgos de erosión, y son que aquellas que ocupan las áreas de colinas relativamente extensas localizadas al sur de Tinquillo, considerada como las tierras con fuertes limitaciones para la actividad agrícola, excepto para la producción pecuaria semi-intensiva, con pastos artificiales y control del sobre pastoreo.

### **Incendios**

El fuego se da como consecuencia del descuido de los usuarios; también puede ser planificado como una medida para el manejo de bosques y praderas como método de cultivo (tala y quema). El fuego acelera la erosión a tal punto que en algunas regiones se considera como el principal factor que gobierna la producción de sedimentos. Los principales fenómenos de este tipo de erosión son el proceso de formación de surcos después del fuego y el flujo de suelo suelto. Las cuencas sometidas a los incendios se erosionan de diferentes maneras, dependiendo del clima, del tipo de suelo, vegetación, topografía y uso de la tierra.

Es determinante la ejecución de obras de prevención y control de la erosión en la Cuenca Alta, de manera de garantizar el uso sustentable y el suministro suficiente y oportuno del recurso agua, a los sectores productivos y a la población. En la parte media y baja de la cuenca, se requerirá en consecuencia, la adecuación de medidas, que permitan garantizar el desarrollo y la consolidación de áreas en producción, lo cual implica construir y operar las obras hidráulicas para el riego y saneamiento de tierras, así como para el control de las inundaciones anuales sobre las tierras agrícolas de mayor calidad.



**Figura 14.** Deforestación en el Caserío Sabaneta, observado en fecha 10/07/2018. Coordenadas geográficas:09.796468°-68.372245°. **Fuente:** Los autores, 2018.

## CONSIDERACIONES FINALES

La caracterización del estado actual de la cuenca del río Tinapún, nos indica el diagnóstico del área en estudio, debido a sus condiciones físicas, biológicas y ambientales que intervienen en el proceso del ciclo hidrológico de la cuenca, así como el reconocimiento de las posibles transformaciones e impacto ambiental generado al ecosistema, con el fin de entender la necesidad de superar los impactos del medio hidrológico y establecer planes y estrategias sociales que conlleven a generar hábitos adecuados en el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, específicamente el agua.

En la cuenca del río Tinapún, existe una preocupación por el manejo inadecuado del recurso hídrico, esto se ha visto reflejado en las diferentes visitas que se han realizado a la cuenca; por lo tanto, surge la necesidad de establecer parámetros que ayuden a evaluar el comportamiento de la oferta del agua tanto en el territorio de la cuenca como otras zonas que se benefician de ésta y la manera como a su vez, puede constituir una limitación para el desarrollo sostenible de la población. Es esta la razón apremiante por la cual se resalta la necesidad de desarrollar un plan de gestión de políticas públicas, que permita administrar los recursos agua, suelo y aire que posee la cuenca del río Tinapún, en beneficio de la biodiversidad animal y vegetal que allí existe.

Con la información primaria obtenida, a través del diagnóstico socioeconómico efectuado a través de sondeos, encuentros preliminares, entrevistas informales e interpretación de la

información por los investigadores, se concluye que los problemas más álgidos son: la deforestación continúa con fines agrícolas de las especies arbóreas y arbustivas cercanas al cauce principal. La presumiblemente extracción de minerales, a través de la explotación artesanal de forma clandestina, agravada con el uso de elementos metálicos líquidos, como el mercurio, el cual es realizado por un personal que no cuenta con la formación requerida. Existe una escasa recolección de desechos orgánicos por parte de los pequeños productores, y los mismos son vertidos, de forma directa a los cuerpos de agua, con escaso tratamiento.

Se requiere la formulación de proyectos prioritarios relacionados con el manejo sustentable de los recursos, con énfasis en las comunidades involucradas, como son: Tamanaco, Sabaneta, Las Palmas, Las Cañadas, Las Queseras y Papelón; todas consideradas como caseríos rurales, con baja densidad poblacional y con una orientación socio-productiva hacia la agricultura de subsistencia.

Existen pocas unidades de producción de gran tamaño ubicadas de forma dispersa a lo largo de la cuenca, que tienen orientación productiva hacia el sector avícola y porcina, que cuentan, además, con la producción y procesamiento de materias primas para la generación de alimentos balanceados para animales, con elevados niveles de rendimiento. Asimismo, se localizan en mayor cuantía pequeñas unidades de producción con poca capacidad, pero que impactan en mayor medida la disposición de recursos de la cuenca.

Se dispone de poco abastecimiento de agua para riego, puesto que el caudal del río es muy bajo. Se precisa el empoderamiento de los actores sociales, para que se formen las organizaciones de base, integrar la adquisición de conocimientos y habilidades necesarias para el manejo integrado de cuencas, que involucre la sensibilización, concienciación, educación ambiental, capacitación, manejo e implementación de tecnologías limpias para la protección de los recursos naturales.

Considerando que es un área relativamente pequeña, con muy pocas investigaciones realizadas previamente, disponibles en los medios consultados, es necesario proponer metodologías alternativas sobre las cuales estimar los parámetros climáticos, de suelo, ambientales; datos faltantes que pudieran extrapolarse de cuencas hidrológicamente afines, considerando los registros ya existentes de sitios vecinos, próximos a la cuenca o calculando el valor promedio y desviación estándar de cada variable por sitio cercano, construyendo una

matriz secundaria, empleando el análisis de componentes principales, De la Lanza, Sánchez, Esquivel (1998).

Al respecto, Organización Meteorológica Mundial, OMM (2011), norma la inserción de estimaciones de los datos faltantes en los estudios hidrológicos, aceptando excepcionalmente datos sintéticos cuando la incertidumbre sea inferior a la del valor estándar, o cuando la correlación entre estaciones respecto de ese parámetro y ese mismo intervalo de valores sea convincentemente igual o superior a 0,99.

Con miras a desarrollar futuras investigaciones y en aras de reforzar el diagnóstico teórico y documental, el abordaje y caracterización de la cuenca del río Tinapún puede mejorarse con la aplicación de nuevas técnicas de procesamiento de datos obtenidos por teledetección o detección remota, siendo posible acceder a bases de datos de imágenes satelitales para descargar variables climáticas actualizadas, tales como balance hídrico, precipitación, evapotranspiración, muy útiles en aquellos casos donde no existen datos climatológicos recolectados en campo; imágenes que requieren ser procesadas con determinado software, para obtener la información necesaria en el estudio, tal como Quantum Gis (QGIS) o Arc Gis.

NASA Giovanni es un entorno en línea administrado por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, NASA (2020), para la visualización y el análisis de parámetros geofísicos, que provee información de varios satélites para todas las zonas del mundo y permite examinar los datos satelitales con una resolución espacial reducida a la zona de estudio de precipitación, temperatura de superficie, evaporación y evapotranspiración, química atmosférica, temperatura atmosférica, entre otros.

En la web también están disponibles el set de imágenes satelitales adquiridas por el Climate Hazards Group Infra Red Precipitation (CHIRPS), que incorpora información de estaciones y satélites meteorológicos con una precisión extraordinaria, proporcionando un registro detallado de precipitaciones globales desde hace más de 30 años, desarrollando técnicas para producir mapas y series de tiempo de lluvia, especialmente en áreas donde los datos de superficie son escasos, para análisis de tendencias y monitoreo estacional de sequías, University of California, Santa Bárbara (2020).

Soil Grid, constituye un sistema para el mapeo automático de las propiedades del suelo basado en su perfil global y los datos covariables, incorporando algoritmos de aprendizaje automático y una colección de propiedades del suelo actualizables y mapas de clases de suelo

mundiales en dos resoluciones espaciales: 1 km y 250 metros. perteneciente a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (2020).

En el mismo sentido, pueden ser empleadas las imágenes adquiridas remotamente por la serie de satélites LandSat NASA (2020), junto con la misión topográfica Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) NGA-NASA (2020), para la generación de mapas topográficos digitales de alta resolución de la tierra o por medio de la sección de sensoramiento remoto de la empresa belga VITO (2020).

Por último, valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, NDVI por sus siglas en inglés, Normalized Difference Vegetation Index, es el indicador más usado en el monitoreo y la valoración del componente vegetal a lo largo del tiempo sobre amplias superficies de terreno (Alcaraz-Segura et al., 2008 citado por Millano y Paredes, 2016) y que, finalmente, también es muy útil al momento de conocer el comportamiento de la vegetación en determinada zona geográfica, tal como la cuenca del río Tinapún.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Alcaraz-Segura, D., Baldi G., Durante, P. y Garbulsky, M. F. (2008). Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y de gestión. *Ecosistemas*, 17(3):108-117.
- Chow, V. (1993). *Hidrología Aplicada*. Traducción de 1ª Edición. Santafé de Bogotá-Colombia. pp. 1-19.
- De la Lanza, G., Sánchez, N., Esquivel, A. (1998). Análisis temporal y espacial fisicoquímico de una laguna tropical a través del análisis multivariado. *Hidrobiológica* 8 (2): 89-96. Recuperado de: <https://bit.ly/2xoaIuO>
- Empresa Desarrollo Hidráulicos Cojedes. (1999). *Caracterización de la cuenca del río Tinaco*, estado Cojedes. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables.
- Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. *Aguas naturales, industriales y residuales*. (2002). Depósito Legal: LF5552002623386. Editorial FONDONORMA. Caracas.
- FAO (2020). *Land & Water. Land resources planning toolbox. Soil grids*. Recuperado de: <https://bit.ly/2Rw3r3b>

- INE. (2015). Índice de Desarrollo Humano, 1980-2013. Instituto nacional de Estadísticas. Ministerio del Poder Popular de Planificación.
- INE. (2014). XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto nacional de Estadísticas. Ministerio del Poder Popular de Planificación.
- Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. (2002). Aguas naturales, industriales y residuales. Determinación de la alcalinidad. Editorial FONDONORMA. Depósito Legal: LF55520026203388 Caracas.
- Leff, E. (2007). La complejidad ambiental. Polis. Revista Latinoamericana, (16).
- Maas, M. (2005). “Principios Generales sobre Manejo de Ecosistemas”. Morelia, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM.
- Millano, J. y Paredes, F. (2016). Variabilidad de la Vegetación con el Índice de Diferencia Normalizada (NDVI) en Latinoamérica. *Novum Scientiarum*, 2(4), 33-44.
- NASA (2020). Giovanni UserGuideVersion 1.1. Recuperado de: <https://go.nasa.gov/3bcxUuE>
- NASA (2020). Landsat Science. Recuperado de: <https://go.nasa.gov/3a25711>
- Paredes, F. (2009). *Nociones Elementales de la Climatología e Hidrología del estado Cojedes*. Editorial Horizontes, Barquisimeto, Venezuela.
- Rodríguez, J (2016). Efectos de la minería en el ciclo del agua. Recuperado de: <https://www.aporrea.org/actualidad/a224970.html>
- Ruíz, J. (2001). *Hidrología, evolución y visión sistémica. La morfometría de cuencas como aplicación*. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Barinas, Venezuela.
- Santa Barbara University, 2020. CHIRPS: Rain fall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations. Recuperado de: <https://bit.ly/2wwCaX5>
- Vidal, T., Berroeta, H., de Masso, A., Valera, S., & Però, M. (2013). Apego al lugar, identidad de lugar, sentido de comunidad y participación en un contexto de renovación urbana. *Estudios de psicología*, 34(3), 275-286.
- VITO. (2020). Data products & services. End-to-end earth observation support. Recuperado de: <https://remotesensing.vito.be/data-products-services>.
- Organización Meteorologica Mundial. OMM. (2011). *Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I. Hidrología – De la medición a la información hidrológica. N° 168*.

---

## **EPISTEMÁTICA V: EDUCACIÓN**



# **APROXIMACIÓN TEÓRICA AL ESTADO DEL ARTE COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS DOCTORAL**

## **The theoretical Approach to the State of the Art as a Fundamental Element for the Development of the Doctoral Thesis**

**Miriam Rodríguez**

### **RESUMEN**

Los procesos de investigación se llevan a cabo sujetos a un plan que contiene varias fases o momentos. Entre los momentos iniciales está la selección del tema y el planteamiento del problema, y luego para ir construyendo el proyecto y profundizar en el conocimiento sobre el objeto de estudio se encuentra el estado del arte, que implica una revisión exhaustiva y profunda de textos, documentos, tesis y otras investigaciones previas. El estado del arte es considerado como una investigación documental, donde se revisa el conocimiento acumulado, con el propósito de que el investigador conozca hasta donde llegaron los teóricos del tema y otros investigadores y qué es lo que él va agregar a ese conocimiento ya existente, por lo que el estado del arte pasa a cumplir un papel esencial, protagónico en los primeros momentos de la indagación. En ese contexto, este artículo es producto de la aproximación teórica y práctica presentada como propuesta de discusión en el Curso del Seminario de Tesis Doctoral e Investigación Académica I, desarrollado con los participantes del Doctorado en Educación, de la Universidad Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora, en el Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales VIPI. Como objetivo se propuso elaborar una aproximación teórica del estado del arte como elemento fundamental para el desarrollo de la tesis doctoral, promoviendo en el doctorante el conocimiento para el abordaje pertinente de la literatura en torno a su temática de investigación. Para ello se desarrollaron los siguientes epígrafes: Introducción, acercamiento a los aspectos conceptuales, finalidades e importancia del estado del arte, competencias investigativas para la construcción del estado del arte, recomendaciones mínimas y reflexiones finales.

**Palabras clave:** estado del arte, tesis doctoral, competencias investigativas

## SUMMARY

The research processes are carried out subject to a plan that contains several phases or moments. Among the initial moments is the selection of the topic and the approach to the problem, and then to build the project and deepen the knowledge on the object of study is the state of the art, which implies an exhaustive and in-depth review of texts, documents, thesis and another previous research. The state of the art is considered as a documentary investigation, where the accumulated knowledge is reviewed, with the purpose that the researcher knows how far the theorists of the subject and other researchers have reached and what he is going to add to that already existing knowledge, reason why the state of the art happens to fulfill an essential role, protagonist in the first moments of the investigation. In this context, this article is the product of the theoretical and practical approach presented as a proposal for discussion in the Seminar Course on Doctoral Thesis and Academic Research I, developed with the participants of the Doctorate in Education, from the Experimental University of Los Llanos Ezequiel Zamora, in the Vice-Rector's Office for Infrastructure and Industrial Processes VIPI. The objective was to develop a theoretical approach to the state of the art as a fundamental element for the development of the doctoral thesis, promoting in the doctoral student the knowledge for the pertinent approach to the literature around its research theme. For this, the following epigraphs were developed: Introduction, approach to the conceptual aspects, purposes and importance of the state of the art, investigative skills for the construction of the state of the art, minimum recommendations and final reflections.

**Key words:** state of the art, doctoral thesis, investigative skills

**Miriam Rodríguez**

Dra. En Ciencias de la Educación (ULAC), Docente Agregado a Dedicación Exclusiva de la UDS San Carlos, Cojedes. Venezuela. [miriamrodriguezq@hotmail.com](mailto:miriamrodriguezq@hotmail.com)

---

## INTRODUCCIÓN

*Todo proyecto de investigación exige de quien  
va a abordarlo la ingente tarea de ponerse al  
día en lo que se sabe sobre el tema elegido.*

(Borrás Gualis, 1990)

En los diferentes medios usados para transmitir información nos encontramos con frecuencia, expresada de diferentes formas, la afirmación de que “el conocimiento es poder”, de igual manera continuamente escuchamos que vivimos en la sociedad del conocimiento, y por ello se nos propone alimentar el cerebro con nuevos conocimientos. Así, en las diferentes disciplinas del saber se vincula el conocimiento con el progreso, con el desarrollo social y tecnológico, con el éxito en las relaciones humanas y la efectividad personal, con la calidad de vida, con el desarrollo espiritual..., en fin, en cualquier ámbito de la vida humana el conocimiento es muy importante, y estar informados sobre sus avances, en el área de interés de un investigador, es ineludible para el desarrollo de sus indagaciones y de sus estudios científicos..

En la actualidad, el estado del arte, en los procesos de investigación científica, ha pasado a cumplir un papel esencial, protagónico, tanto que en para autores como Jiménez-Becerra (2004, p.35): “el estado del arte representa el primer insumo, y tal vez el más importante, para la iniciación de cualquier tipo de investigación”, por lo que me atrevo a considerar que es imprescindible, para la aproximación al conocimiento en un área, tema o disciplina determinada, con el propósito de que el investigador conozca hasta donde llegaron los teóricos en los que se apoya y qué es lo que él va agregar a ese conocimiento ya existente.

En ese contexto, este artículo es producto de la aproximación teórica y práctica presentada como propuesta de discusión en el Curso de Seminario de Tesis Doctoral e Investigación Académica I, desarrollado en el trimestre enero-marzo del año 2020, con los participantes del Doctorado en Educación, de la Universidad Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora, en el Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales VIPI, en el Programa Estudios Avanzados de San Carlos, estado Cojedes, cuyo programa doctoral contempla entre sus objetivos

generales: formar doctores en educación que intervengan desde la investigación a la transformación social mediante la apropiación, adecuación, creación e innovación de conocimientos científicos, tecnológicos y culturales, y contribuir al avance del conocimiento científico en el campo de la educación, la pedagogía y la didáctica, por citar sólo dos, que justifican plenamente la necesidad de conocer y valorar la importancia de la construcción de un estado del arte que nos pasee por el desarrollo y la evolución del conocimiento sobre la educación, la pedagogía y la didáctica, y que nos permita conocer y comprender las diferentes concepciones y teorías al respecto, aproximándonos al conocimiento actualizado: cambios, propuestas, enfoques y tendencias que al mismo tiempo fortalezca una formación doctoral de alto nivel académico, y que favorezca la creación de nuevas temáticas, diferentes visiones y la construcción de propuestas de investigación realmente novedosas.

Por otro lado, mientras preparaba el material de apoyo para el Subproyecto prenombrado, pude evidenciar que las referencias bibliográficas sobre el estado del arte no abundan; las aportaciones encontradas o son muy genéricas o apenas se concretan a un área específica, sin profundizar en el tema. Sobre este aspecto, Guevara (2016), plantea, a manera de reflexión, que: “La génesis del estado del arte nos permite entender por qué la búsqueda bibliográfica de esta temática se torna escasa en los países de habla hispana” (p. 177), a lo cual agrega que éste es un ámbito por explorar, debido a que existe muy poca búsqueda científica sobre esta investigación documental, razones que incrementaron nuestra motivación e interés por desarrollar el presente estudio, considerando sobre todo la insuficiencia de referencias bibliográficas sobre el tema y su poco manejo, o manejo inadecuado, como factores de importancia que justifican su realización.

A partir de lo expuesto anteriormente, nos propusimos como objetivo de este trabajo: elaborar una aproximación teórica del estado del arte como elemento fundamental para el desarrollo de la tesis doctoral, promoviendo en el doctorante el conocimiento para el abordaje pertinente de la literatura en torno a su temática de investigación, con un elevado nivel académico. Para tal fin, el trabajo se ha conformado con una serie de reflexiones en torno a la concepción, construcción e importancia del estado del arte como elemento fundamental en el desarrollo de la tesis doctoral, teniendo en cuenta que una tesis doctoral, en cualquier área del conocimiento científico, implica indagar, investigar, analizar, discutir, cuestionar, argumentar, entre otra serie de acciones y procesos, representando el más alto nivel de estudios conducente a grado universitario, lo que

hace suponer que un doctor debe conocer a profundidad la temática de estudio en la cual se ha especializado.

En esa línea de pensamiento es oportuno precisar que la tesis doctoral constituye un aporte significativo, original y novedoso al campo del conocimiento y, en consecuencia, se espera que la misma arroje nuevos enfoques sobre un tema que ya se conoce o que establezca nuevas formas de explicar, interpretar, transformar o integrar diferentes aspectos de la realidad. Al respecto, González (2007) nos refiere lo siguiente:

Es importante en la elaboración de una Tesis Doctoral, la consideración que se trata, básicamente de deconstruir el conocimiento previo relacionado con la temática considerada. Una tesis doctoral debe ir más allá del (los) marco(s) teórico (s) analizado (s). Toda Tesis Doctoral debe ampliar los límites teóricos aceptados hasta el momento. Una Tesis Doctoral no puede concluir validando los supuestos teóricos analizados; debe reconstruirlos y establecer un límite bien claro entre lo que había antes de la Tesis y los nuevos planteamientos surgidos en la Tesis actual (p. 4).

Como complemento a lo expresado por el referido autor, alegamos, parafraseando a Ramírez (2011), que no se trata de investigar por investigar, sino de conocer lo que existe sobre lo que investigamos, de comprenderlo y de producir nuevos saberes. De tal manera que, si nos fundamentamos en las consideraciones expuestas por González (ob. cit.), en cuanto a deconstruir el conocimiento previo, ampliar los horizontes teóricos aceptados y reconstruir los supuestos teóricos analizados, es necesario que el investigador se nutra del conocimiento existente y la evolución que el mismo ha tenido, los avances, las tendencias, las perspectivas, en torno a la temática central de su estudio.

De allí la necesidad de elaborar su estado del arte, contrastando las diferentes posiciones con las que se va a encontrar al consultar a distintos autores sobre un mismo tema, seleccionando aquellos argumentos que mejor sirvan a su investigación, puntualizando también su posición y su punto de vista, lo que a su vez responde a los perfiles propuestos de un investigador competente: ser innovador, proactivo, crítico, emprendedor, comprometido y actualizado. Por otro lado, la construcción del estado del arte le facilita al investigador definir más claramente cuál será su aporte al conocimiento científico, cuál será el alcance de su producción intelectual y qué es lo novedoso en su investigación.

### **Acercamiento a los aspectos conceptuales**

La conceptualización del estado del arte varía, según diversos autores en atención a diferentes aspectos tales como: las temáticas de búsqueda, los alcances geográficos y temporales, los procesos de pensamiento que involucra, de acuerdo a los propósitos de la búsqueda, los niveles de profundidad, entre otros. Ahora bien, a fin de acercarnos conceptualmente al estado del arte, referenciamos algunos de esos autores para conocer sus apreciaciones al respecto. En el caso de Jiménez (2009) expone que:

El estado del arte es una opción metodológica que nos permite transitar en un proceso de investigación con mayores fundamentos, cumpliendo con un doble propósito: la construcción y resolución de un problema de investigación y, el desarrollo de habilidades y capacidades para el pensamiento crítico. (p. 134).

Según la perspectiva de la citada autora, el estado del arte estaría enfocado en el objeto de estudio, obteniendo elementos para la construcción del problema y posibles referentes teóricos y conceptuales que pueden orientar su resolución. Por su parte, Flores (2011), se aproxima al estado del arte, razonando que:

Constituye la base más profunda de la investigación científica, que permite descubrir conocimiento nuevo al revisar la literatura asociada al tema de investigación de manera que pueda determinarse quienes, cómo, cuándo, dónde y por qué han tratado de resolver el problema de investigación planteado, determinar su actualización y verificar si el tema sigue vigente, así como descubrir hasta donde ha avanzado el conocimiento admisible más reciente sobre el tema planteado. (p. 3).

Con base al razonamiento anterior se entiende que la selección que hagamos de los materiales a revisar debe ser la más correcta, confiable, pertinente y de relevancia para nuestro estudio, dado que esta constituye un marco de referencia sobre el tema de nuestro trabajo, que nos puede servir de guía, establecer comparaciones entre varios autores, diversos avances y diferentes miradas sobre el mismo problema. En esa perspectiva, Lucero y Ormaechea (2010) señalan que: “es preciso repensar el enfoque que nuestra tesis ha de tener y por ello cada autor, cada texto y cada

concepto debe ser cuidadosamente releído a fin de lograr una correcta construcción”. (p. 2). En esa misma dirección es recomendable que los estudios e investigaciones seleccionados se hayan realizado en los últimos 10 años, algunos autores incluso recomiendan que sea en los últimos 5 años, coincidiendo con las exigencias de la mayor parte de las instituciones académicas.

Continuando con las aproximaciones conceptuales, encontramos que Sánchez-Olavarría (2017, p. 4), citándose a sí mismo en documento anterior (Sánchez-Olavarría, 2014), expresa que el estado del arte es “un proceso de indagación sistemático que consiste en realizar una búsqueda exhaustiva en fuentes de información confiables acerca de lo que otros investigadores han encontrado con respecto a un tema objeto de estudio del interés del investigador”. Este autor concibe la elaboración del estado del arte como una estrategia metodológica que, a su parecer y experiencia, “contribuye con el desarrollo de la investigación de los estudiantes en el posgrado, por lo que resulta relevante su construcción”. (p. 3).

Otra definición importante que cabe reseñar es la de Guevara (ob. cit.), quien concibe el estado del arte como:

Una investigación de investigaciones, que la actualidad se ha convertido en una herramienta esencial en universidades y centros de investigación, para revisar la situación actual de conocimiento de su producción investigativa, hacer un balance de esta y crear nuevos escenarios de formación e investigación en los respectivos campos de interés. (p. 166).

Para el mencionado autor la re-construcción crítica del objeto de estudio plantea un diálogo de saberes, que puede encaminar la construcción de nuevos campos teóricos y metodológicos. Y, efectivamente (Calvo, 1992), referido por Guevara (ob. cit., p.169), señala que: los nuevos campos teóricos y metodológicos de investigación se crean a partir del análisis y la lectura crítica de las investigaciones analizadas y sus productos. Se trata, en nuestra opinión, de hacer una especie de inventario y sistematizar los productos investigativos en un área determinada, mediante un proceso de análisis crítico y reflexivo, con mucha profundidad, sobre los enfoques, los avances, las tendencias y los vacíos en esa área.

Concordamos con el autor en que se trata precisamente de una revisión de otras investigaciones, en la búsqueda de la evolución y actualización de los estudios realizados sobre

nuestro objeto de estudio, que incluyen la revisión de teorías, de estrategias metodológicas, de diferentes tratamientos al problema planteado, que es necesario revisarlos, discutirlos y contrastarlos con sentido crítico y reflexivo e incorporarlos como parte de nuestro conocimiento sobre el tema en estudio, favoreciendo el desarrollo de nuestras competencias investigativas, que, por extensión, se convierten en aportes para la ampliación y el mejoramiento de los niveles académicos de las universidades y demás instituciones dedicadas a la investigación científica.

En el blog de las normas APA (2018), se define el estado del arte como “el estado o situación de un tema en la actualidad”. Es decir, lo que se sabe, lo que se ha dicho hasta el momento que ha sido más relevante sobre un asunto. De igual manera se explica que en el área de los estudios académicos el estado del arte hace referencia a la construcción de un análisis de tipo documental, que muestre los avances más importantes que se han logrado con respecto al conocimiento de un tema. En la misma página se agrega que: “Este tipo de desarrollo investigativo es más común en los estudios de especialización o doctorales, puesto que implican conocimientos muy amplios sobre determinados problemas”.

Además de esta aproximación conceptual, es pertinente referir que el proceso de construcción del estado del arte se desarrolla en dos fases o etapas. Sobre el particular, la Universidad de Antioquia (2003), citada en Jiménez (ob. cit.), estas dos fases son la heurística y la hermenéutica, explicadas de la siguiente manera:

En la fase heurística se procede a la búsqueda y recopilación de la información en diversas fuentes de información. En la fase hermenéutica se clasifica, analiza e interpreta la información identificando las principales teorías y corrientes de pensamiento, así como los procedimientos metodológicos. (p.134).

Con la heurística se inicia la búsqueda de los textos y documentos, compilando lo que sea de interés para el proyecto que se aspira desarrollar, y se encuentran los referentes teóricos que servirán de fundamento al proceso de investigación. En la fase hermenéutica, con el análisis y la interpretación se amplía la perspectiva indagatoria y el dominio temático, y se logra la comprensión y clasificación de la información recabada, orientada a la producción de nuevo conocimiento. En esta fase se lleva a cabo la construcción teórica, con la interpretación de los núcleos temáticos y la elaboración propiamente del estado del arte.

En ese mismo orden, Naranjo (2003), citado en Guevara (ob. cit., p. 175), presenta también como primer momento del estado del arte la fase heurística, que implica: “la búsqueda, la recopilación y la organización de un inventario de fuentes de información”. Para agregar, por otro lado, que: “el momento hermenéutico implica el análisis de la información registrada en las unidades informáticas para construir unidades temáticas de mayor amplitud”. Otros autores se refieren a un primer momento de contextualización, un segundo momento de clasificación, descripción y categorización de la información y un tercer momento de análisis e interpretación, que incluye la recompreensión del asunto o cuestión.

Lo expuesto sobre el acercamiento conceptual nos lleva a considerar que un estado del arte no es un trabajo sencillo, se requiere de experiencia, de formación, de competencias investigativas y de habilidades de pensamiento analítico, para lograr hacerlo de manera correcta y que resulte de utilidad académica en el desarrollo de la tesis, porque es importante que se entienda que el estado del arte no se trata de un simple recuento de algunos autores y textos sin fijar posición alguna, al contrario, se trata justamente de una experiencia que impulsa a crear conocimiento después de considerar los aportes teóricos importantes que se relacionan con el tema de estudio, observar las contradictorias, conocer todos los argumentos, analizarlos y entenderlos y comparar las diferencias y semejanzas entre las ideas formuladas por los diferentes autores consultados.

### **Finalidades e importancia del estado del arte**

Así como las definiciones del estado del arte, son diversas de acuerdo a las diferentes razones, enfoques y argumentaciones de los autores, de manera similar ocurre cuando se trata de identificar las finalidades o propósitos de esta herramienta de investigación. Sin embargo, desde las múltiples miradas, discurremos sobre los aspectos comunes que orientan sobre los objetivos que se persiguen con el estado del arte. Para ello, hicimos un resumen, presentado en el siguiente cuadro 1, fundamentados en Gómez, M., Galeano, C. y Jaramillo, D. (2015, p. 430):

**Cuadro 1.** Objetivos y finalidades del estado del arte.

Según autores	Objetivos	Finalidades
Sepúlveda Cardona, (2008); Chica Pérez, (2009)	Indagar y recopilar información	Establecer un balance de las investigaciones de forma temática y cronológica
Acevedo Vergara (2009)	Identificar relaciones	Dar cuenta de un concepto o temática en un rango de tiempo.
Bojacá Acosta (2004), Palacio Bayona y Múnera Palacio (2007)	Recopilar información variada	Reconocer lo ya elaborado, para debatir y esclarecer el panorama de la investigación
Baeza Correa (2008)	Sistematizar y describir el conocimiento producido analizándolo de manera crítica	Mostrar a través de una construcción de sentido los datos recolectados.
Calderón Vallejo, Castaño Pérez y Parra Bastidas (2007)	Entender el estado actual de la investigación y conocer las inconsistencias y los temas recurrentes	
Venegas Bohórquez y Toro Arango (2012)	Contribuir a la construcción de nuevos conocimientos	

**Fuente:** Elaboración propia con base en Gómez, M., Galeano, C. y Jaramillo, D. (2015).

Sobre este particular, Londoño, Maldonado y Calderón (2016) destacan entre los objetivos que pueden alcanzarse de un estado del arte “aportar a la construcción de un lenguaje común que permita una comunicación transparente, efectiva, ágil y precisa entre estudiosos o interesados en el tema objeto de estudio”.

En esa misma dirección, complementamos los objetivos y finalidades señaladas en el cuadro anterior con lo dicho por Jiménez-Becerra (ob. cit.), cuando plantea que en los estados del arte se establecen, entre otras, las siguientes necesidades:

Revisar y cimentar los avances investigativos realizados por otros, aclarar rumbos, contrastar enunciados provisionales y explorar nuevas perspectivas de carácter inédito, ya sea con respecto a los objetos de estudio, sus formas de abordaje, percepciones, paradigmas y metodologías, incluyendo el tipo de respuestas al que se ha llegado. (p. 33).

En cuanto a la importancia, recordemos primeramente que el conocimiento está en constante transformación, ninguna teoría es definitiva, dice Ramírez (ob. cit.) que “todo conocimiento es contextual, finito y “(p. 23), y en consecuencia el proceso de investigación científico aporta de manera incesante nuevos conocimientos, nuevos enfoques y nuevas teorías respecto a todos los fenómenos de la vida histórica, social, cultural y tecnológica del ser humano. El investigador entonces, y sobre todo en el ámbito universitario, ante cualquier proyecto a desarrollar debe pasearse por los caminos recorridos por otros investigadores sobre el objeto de estudio que le interesa, no solo para profundizar su conocimiento acerca del tema sino también para descubrir con qué estrategias, técnicas, métodos y teorías se ha llegado a determinados resultados sobre el fenómeno que se indaga.

En el mismo orden de ideas, Flores (ob. cit.) expone que: “Conocer otras investigaciones le permite al investigador clarificar sus ideas respecto a su tema de interés, y así podrá definirlo mejor, afinarlo, delimitarlo, y enfocarlo desde la perspectiva que a él le interesa” (p. 4). En algunas experiencias con la construcción del estado del arte se han obtenido resultados por demás interesantes, tal es el ejemplo que nos señala Jiménez (ob.cit., p. 124), cuando se refiere a su propia experiencia en el estudio doctoral:

En el caso del doctorado, a partir de la integración al seminario de proyecto de investigación donde el *estado del arte* se convierte en el punto de partida para elaborar el trabajo de tesis, los estudiantes modificamos la conceptualización sobre la manera de desarrollar la investigación.

En nuestro caso apreciamos una experiencia similar, mediante impresiones recabadas entre algunos participantes del Doctorado en Educación en la Unellez VIPI, con respecto a la revisión bibliográfica sugerida y la construcción del estado del arte, entre ellas destacamos algunos ejemplos: El participante C.P - 01, dijo: “las lecturas realizadas en este proceso y la revisión del estado del arte, han significado para mí un proceso de crecimiento profesional, el enfoque de mi

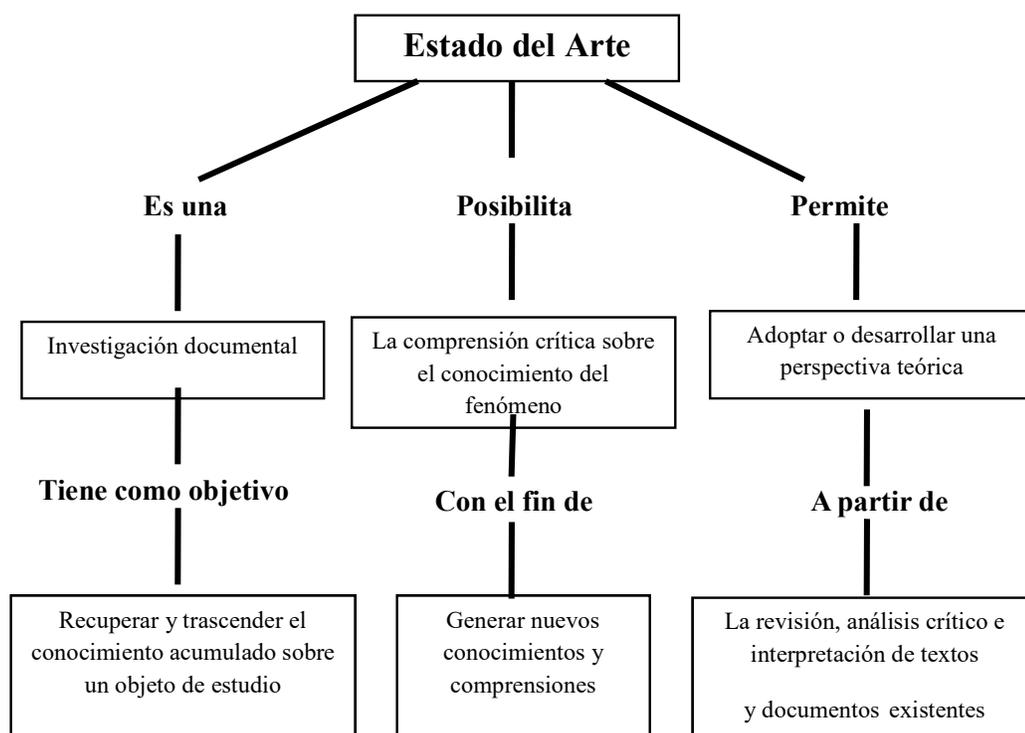
investigación se ha fortalecido”. El participante J.M - 02, expresó su satisfacción por las lecturas realizadas bajo la sugerencia facilitada, y señaló que: “siento que esta experiencia me permite enrumbar de manera definitiva el desarrollo de mi propuesta doctoral, ahora me siento más claro en mi postura frente al planteamiento de mi problema de investigación y mi enfoque temático”. Y un tercer participante, A.P - 02, refirió que la realización del estado del arte, conocer nuevos planteamientos teóricos y revisar los resultados de otras investigaciones relacionadas con su temática de estudio, la llevó a cambiar el enfoque de su trabajo y a incorporar autores que hasta ese momento no había considerado.

Otro aporte, sobre la importancia del estado del arte, lo tenemos en Guevara (ob. cit., p. 172), nos indica que:

El valor del estado del arte se encuentra en el ejercicio mismo de poner a dialogar a los investigadores, a través de sus textos, en torno a un tema, y presentar así los estados de conocimiento y avances en un momento determinado, así como las comunales y especificidades de tratamiento de dichos temas.

Por otro lado, la construcción del estado del arte, en opinión de Jiménez (ob. cit.) puede ser una alternativa de gran riqueza metodológica que nos permite superar ampliamente la visión lineal que se tiene al interpretar de manera errónea, en los cursos o libros de metodología de investigación, la forma en cómo se desarrolla una investigación. Para la autora precitada, esta opción metodológica, como ella la denomina, “estimula la capacidad de aprendizaje, el desarrollo de valores y habilidades para la investigación como la imparcialidad, la creatividad, el juicio lógico, la capacidad de análisis y de síntesis en el investigador” (p. 146).

En la siguiente figura (tomada de Londoño, Maldonado y Calderón (ob. cit.), se resumen los propósitos del estado del arte, su finalidad y a partir de qué criterios realizarlo.



**Figura 1.** Estado del arte

**Fuente:** Londoño, Maldonado y Calderón, 2016.

De los propósitos del estado del arte se deduce su gran importancia en el desarrollo investigativo, en tal sentido resaltamos, según autores, los que hemos considerado más relevantes. Para Ramírez (ob. cit. p. 55) la importancia de revisar los estudios precedentes o estado del arte radica los tres aspectos siguientes:

1. Pueden darnos información referente a los resultados obtenidos sobre la investigación de un determinado objeto de estudio y en particular del que hemos escogido; 2. Proveernos de una eventual metodología útil para la investigación que nos hemos propuesto llevar a cabo; 3. Se reducen las posibilidades de repetir lo que hayan hecho y dicho sobre un fenómeno otros estudiosos del tema.

El autor agrega que esta revisión también nos permite saber qué no se ha dicho hasta el presente sobre nuestro objeto de estudio, lo cual nos lleva a identificar vacíos que pueden ser espacios para nuestra investigación. De igual modo expresa que lo más importante de la revisión del estado de la cuestión es detectar el vacío de conocimiento que con nuestra investigación

queremos subsanar o aportar algo original y significativo. Sumado a lo anterior, Vargas (1999), citado por Londoño, Maldonado y Calderón (ob.cit.), entiende el estado del arte como “un dispositivo de saber que contribuye a la formación crítica y al conocimiento disciplinar, temático y metodológico del investigador” (p. 10).

Sin lugar a dudas, la recopilación de textos, la lectura y revisión acerca del tema, aprender de otros investigadores, la construcción de matrices, mapas y el análisis de la información recabada, mediante la elaboración del estado del arte, contribuye de manera significativa al desarrollo del pensamiento crítico del investigador, incrementa su conocimiento sobre el objeto de estudio, actualiza su información sobre el área temática, amplía y mejora sus recursos lingüísticos, fortalece su posición ontoepistémica y por supuesto le ayuda a fundamentar su investigación.

#### **Competencias investigativas para la construcción del estado del arte**

Las competencias investigativas se refieren a los conocimientos, actitudes y habilidades que debe poseer el investigador para analizar, comprender, interpretar y transformar su realidad. Para Rivas (2011), la palabra competencia es sinónimo de capacidad, atributo, habilidad o destreza y considera que “todos estos conceptos se relacionan con la persona y con lo que ésta es capaz de lograr” (p.35). Para el caso que nos ocupa, con base al autor que citamos, competencias se refiere a las destrezas, habilidades o capacidades que debe tener un investigador científico. En esa dirección, Rivas (ob. cit.) como resultado de un estudio del arte sobre las competencias investigativas, desarrolla un modelo con 9 (nueve) competencias básicas, al que denomina “Modelo LART” por las iniciales de sus nombres y apellidos: Luis Arturo Rivas Tovar, entre las cuales señala: “revisar el estado del arte y dominar el estilo de redacción científica” (p. 39).

Obviamente, tanto la revisión de la literatura para elaborar el estado del arte, como la construcción del mismo requiere de ciertas habilidades y competencias de parte del investigador, entre las cuales se destaca el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y el manejo de un lenguaje académico que le permita comprender la información técnica y científica con la cual se encuentra y, que de igual manera le permita argumentar sus resultados.

En ese mismo orden, la lectura y la escritura constituyen herramientas fundamentales para alcanzar un resultado investigativo de alto nivel, por tanto, también es necesario que el

investigador desarrolle competencias comunicativas para realizar lectura crítica y redacción de documentos académicos, lo que quiere decir que se requiere de un manejo adecuado de ambas herramientas. Londoño (2006), explica que: “el autor debe reflejar el dominio del área de conocimiento y su redacción tendrá que hacerla teniendo en cuenta el tipo de lector al cual va dirigido” (p. 15). El autor de un estado de arte no debe repetir lo expuesto por otros investigadores como si fuera propio, al analizar y sistematizar debe adoptar posiciones y demostrar su competencia escritural acorde con el nivel académico alcanzado.

Teniendo en cuenta lo expuesto en las líneas anteriores, Pérez (2018), se refiere a la necesidad, que debe atender el investigador, respecto al desarrollo de habilidades que exige el proceso de investigación, explicando que éste implica: “análisis, síntesis, diferenciar su visión propia y lo que en la realidad es (interpretación), separar juicios de valor, hábito de lectura, dominio de herramientas tecnológicas, ser ético y habilidad para seleccionar y discriminar fuentes de información”. (p. 5).

Valorando la revisión realizada, consideramos que el investigador debe exigirse a sí mismo y ocuparse de desarrollar las diferentes competencias propuestas por distintos autores, enfatizando desde nuestra óptica, vinculadas con la formación doctoral, las siguientes: comprensión lectora, manejo adecuado del lenguaje académico, dominio del estilo de redacción científica, pensamiento crítico y reflexivo, conocimiento profundo del área de estudio y sobre todo disposición y gusto por la investigación.

### **Recomendaciones mínimas para la construcción del estado del arte**

Las siguientes recomendaciones son producto de acciones propias realizadas en la revisión del estado del arte para el desarrollo de algunas investigaciones, complementadas con unas cuantas sugerencias tomadas de los autores consultados, para que la búsqueda y el resultado sean más efectivos y garanticen la calidad correspondiente con los niveles académicos de los investigadores.

Para empezar, traigo a contexto que, en mi primer Seminario Doctoral con la Dra. Belkys Ballester, una de las recomendaciones iniciales que nos hizo a los doctorantes fue expresada en los siguientes términos: “la primera tarea que encomiendo a ustedes es dedicarse a localizar y acopiar artículos de investigación sobre el tema de su interés, esa debe ser la primera tarea para

construir el proyecto de investigación” (Ballester, 2012). Tomando en cuenta lo importante que esa experiencia fue para mí, la asumo literalmente como recomendación para cualquiera que esté por iniciar un proceso de investigación.

De igual modo, la revisión del estado del arte debe hacerse con sentido crítico y alto nivel académico y a ello nos referimos, según la opinión de Ramírez (ob. cit.) como “un espacio de análisis, de examen crítico, de polémica y de cuestionamiento del saber dado” (p. 15), de manera tal que nos lleve a la creación y producción de nuevos conocimientos.

En correspondencia con la recomendación anterior incorporo la necesidad de ser disciplinados en nuestra labor indagatoria y en ese marco debemos formularnos preguntas que nos ayuden a desarrollar las habilidades del pensamiento analítico que favorezcan nuestras disposiciones intelectuales. Al respecto es oportuno hacer referencia a las disposiciones intelectuales que determinan la agudeza e integridad con que pensamos, propuestas por Paul y Eider (2002), en Ramírez (ob.cit, p.35), de las cuales destaco las siguientes: 1. *Humildad intelectual* para reconocer la ignorancia, la sensibilidad a lo que sabemos y no sabemos; 2. *Empatía intelectual* para estudiar puntos de vista ajenos, en especial aquellos con los que no estamos de acuerdo y, 3. *Perseverancia intelectual* para resolver complejidades intelectuales no obstante la frustración inherente en la tarea.

Por otro lado, Londoño, Maldonado y Calderón (ob. cit.), recomiendan, para contribuir en la delimitación del alcance del estado del arte, una serie de preguntas sobre el tema de interés, previas a la indagación: ¿Qué tanto se ha investigado?, ¿quiénes han investigado?, ¿qué vacíos existen?, ¿qué logros se han conseguido?, ¿desde qué dimensiones? y ¿qué aspectos faltan por abordar? Obviamente no son las únicas interrogantes posibles, cada investigador tendrá otras en mente en dependencia a su interés, al objeto de estudio y al problema plantado.

Dentro de este marco de recomendaciones es importante considerar las fuentes de información donde buscar las investigaciones y experiencias previas sobre su tema de interés. Al respecto sugiero revisar memorias de congresos y otros eventos de investigación científica; ponencias que se refieran a los avances de investigaciones en proceso o a resultados de investigaciones terminadas; indagar en revistas especializadas en el área de interés; apoyarse en las bases de datos que se encuentran en internet, discriminando y seleccionando lo

verdaderamente confiable; las tesis desarrolladas en el mismo nivel académico al que se aspira alcanzar relacionadas con el tema de estudio y artículos científicos producto de investigaciones recientes.

En el contexto que nos ocupa, es necesario hacer énfasis en la ética del investigador, sobre todo porque hemos abordado un tema que tiene que ver con la revisión de diversos materiales: documentos, artículos, ensayos, libros, ponencias, informes, tesis..., en fin todo lo que esté a nuestro alcance como investigación previa sobre nuestro objeto de estudio y no es extraño que se incurra en problemas de plagio, lo cual se considera como una falta muy grave a nivel académico, sin embargo, siendo una práctica no ética, se ha incrementado en la actualidad con el uso del internet. Por ello, cuando incorporemos textos, frases, ideas de otros autores en nuestro trabajo, la recomendación es aplicar las normas de citación correspondientes, referenciando las fuentes consultadas, recordando que, según señala Henderson García (2014, p. 10): “no es malo elaborar un estado del arte con muchas citas de autores, lo malo es no citarlos cuando debe hacerse”.

Como recomendación para el registro ordenado de la información recopilada en el progreso de la investigación, no hay un modelo único, las propuestas son diversas dependiendo de los autores que se sigan para ello. En opinión de Flores (ob.cit.), el registro se compone fundamentalmente de cuatro elementos: (a) el autor que desarrolló el estudio; (b) año de publicación de los resultados; (c) cuál fue el objeto, el enfoque y los resultados obtenidos; y (d) dónde se realizó la investigación.

### **Reflexiones finales**

La elaboración de un estado del arte es una tarea obligatoria en el proceso de investigación doctoral, puesto que constituye la etapa de ponerse al día con el conocimiento en su área de estudio, informarse para estar actualizado sobre lo que se ha dicho al respecto, con el propósito de revisarlo detenidamente, analizarlo a profundidad y evitar repeticiones en resultados ya obtenidos por otros investigadores. Ahora bien, para que esta fase de la investigación resulte productiva es necesario que el investigador tenga suficientemente claro su tema de estudio y la definición del problema.

Un aspecto importante que el investigador debe tener presente respecto al estado del arte es precisamente evitar su confusión con el marco o aparato teórico de la investigación. Para el caso nos apoyamos nuevamente en Ramírez (ob.cit. p.98), quien nos dice al respecto que: “El estado de la cuestión tiene que ver con los resultados de las investigaciones anteriores sobre un determinado tema-problema, mientras que la teoría tiene que ver con el enfoque que esos estudios hayan tenido”.

En el transcurso de la indagación encontramos opiniones coincidentes entre los autores consultados respecto a cómo la revisión del arte sobre el tema que se investiga, contribuye de manera significativa en la profundización del conocimiento sobre la línea de interés, con la delimitación del objeto de estudio al mismo tiempo que se identifican vacíos y tendencias en la información obtenida, definitivamente es un gran apoyo en la construcción de los diferentes momentos de la investigación.

Sobre la base de lo expuesto, en nuestro parecer, cuando se hace la revisión del estado del arte de manera acuciosa, sistemática, con interés, sentido crítico y motivación hacia la profundización del conocimiento, ésta nos puede deparar logros adicionales como por ejemplo que obtengamos una percepción más clara sobre el objeto, fortalecer las ideas en torno al tema, encontrar nuevas interpretaciones y por supuesto darnos la oportunidad de cuestionar, refutar, concordar o superar planteamientos de otros autores, cambiar nuestro enfoque conceptual o tratar nuestro objeto de estudio desde otra perspectiva, logros que a la larga van a nutrir teórica y metodológicamente nuestra propia indagación, todo lo cual requiere, por parte del investigador, mayor dedicación en tiempo y en desarrollo intelectual.

Enmarcados en estas reflexiones, se formulan tres aspectos conclusivos en esta aproximación teórica al estado del arte: en primer lugar, que no existe una fórmula rígida ni única para abordar la indagación del estado del arte sobre nuestro objeto de estudios, incluso, como hemos señalado anteriormente, existen diferentes propuestas respecto a cuáles pueden ser los aspectos fundamentales que deben considerarse en el registro de la información. En segundo lugar observamos en las concepciones y definiciones sobre el estado del arte que existen principalmente tres orientaciones: a) definido como “apropiación del conocimiento”; es decir, indagar, conocer, analizar e interpretar lo que se ha dicho sobre un tema en particular; b) concebido como una metodología de investigación sobre la investigación en un área temática,

asunto o problema determinado; y c) considerado como la primera tarea o inicio en un proyecto de investigación para conocer hasta dónde se ha llegado con los estudios, resultados o avances de un asunto o cuestión puntualizado, para establecer nuevos horizontes, nuevos enfoques o nuevas perspectivas, en la búsqueda de respuestas alternativas, distintas y novedosas en el ámbito de la investigación científica.

Como reflexión conclusiva enfatizamos la importancia del estado del arte dentro del proceso de investigación, destacando su papel como herramienta fundamental para el desarrollo de la tesis doctoral, concordando con Gantier (2017, p.6), que plantea: “Elaborar estados del arte en las diferentes carreras es un reto. Más que eso, es una necesidad latente para la comunidad universitaria y para la sociedad en general”.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Flores, G. (2011). *El estado del arte*. Web-blog-post). Recuperado de: <http://formandoinvestigadores-gft.blogspot.com/2011/01/estado-del-arte.html>. [Consulta: marzo 18, 2019].
- Gantier, P., J (2017). *Ensayo Argumentativo ¿Qué es el estado del arte?* Página Web de la Universidad Amazónica de Pando. Bolivia. Recuperado de: [https://vicerrectorado.uap.edu.bo/images/pdf/art\\_estado\\_arte2017.pdf](https://vicerrectorado.uap.edu.bo/images/pdf/art_estado_arte2017.pdf) [Consulta: marzo 28, 2019].
- Gómez, M., Galeano, C. y Jaramillo, D. (2015). *El estado del arte: una metodología de investigación*. Revista Colombiana de Ciencias Sociales (julio-diciembre, 2015). N° 6(2), 423-442. Recuperado de: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ElEstadoDelArte5212100%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ElEstadoDelArte5212100%20(3).pdf). [Consulta: enero 22, 2019].
- González, B. J. (2007). *El Proceso de Producción, construcción y creación del conocimiento a través de una Tesis Doctoral*. Disponible en: [http://ciegc.org.ve/2015/wpcontent/uploads/2015/02/Conf\\_DrJulio\\_Gonzalez.pdf](http://ciegc.org.ve/2015/wpcontent/uploads/2015/02/Conf_DrJulio_Gonzalez.pdf). [Consulta: marzo 17, 2019].
- Guevara P., R. (2016). *El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?* Revista Folios, núm. 44, julio-diciembre, 2016, pp. 165-179. Colombia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3459/345945922011.pdf>. [Consulta: enero 22, 2019].

- Henderson-García, A. (2014). *El arte de elaborar el estado del arte en una investigación*. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9145> [Consulta: marzo 17, 2019].
- Jiménez Becerra, A. (2004). El estado del arte en la investigación en las ciencias sociales. En: *La práctica investigativa en ciencias sociales*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, 28-42. Recuperado de: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/dcs-upn/20121130050742/estado.pdf> [Consulta: marzo 28, 2019]
- Jiménez, M. (2009). *La construcción del estado del arte en la formación para la investigación en el posgrado en educación*. Publicación del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación iisue-unam, México, pp. 123-151. Recuperado de: <http://www.iisue.unam.mx/libros>. [Consulta: febrero, 23, 2019].
- Londoño, O. L. (2006). *Cómo escribir artículos científicos*. Universidad Cooperativa de Colombia. Bogotá: EDUCC.
- Londoño, O., Maldonado, L. y Calderón, L. (2016). *Guía para construir estados del arte*. Bogotá: IKONC.
- Lucero, F. Y Ormaechea, A. (2010). *El estado del arte ¿dónde buscar?* Estado del arte en comunicación. (Web-blog-post) Recuperado de: <https://estadodelarteencomunicacion.wordpress.com/2010/07/07/el-estado-del-arte-%C2%BFdonde-buscar/>. [Consulta: febrero 23, 2019].
- Normas APA (2018). (Web-blog-post). Recuperado de: <https://normasapa.net/que-es-el-estado-del-arte/>. [Consulta: enero 22, 2019]
- Pérez, W. (2018). *Aptitud para investigar*. Recuperado de: <https://elsancarlistau.com/2018/01/24/aptitud-para-investigar/>. [Consulta: enero 22, 2019]
- Ramírez, J. (2011). *Cómo diseñar una investigación académica*. Costa Rica. Editorial Montes de María Editores.
- Rivas, L. (2011). *Las nueve competencias de un investigador*. Revista Investigación Administrativa, núm. 108, julio-diciembre, 2011, pp. 34-54. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456045339003>. [Consulta: febrero 23, 2019]
- Sánchez-Olavarría, C. (2017). *La construcción del estado del arte: una estrategia de formación en posgrado*. Debates en Evaluación y Currículum/Congreso Internacional de Educación
-

