



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

---

## TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

**“CARACTERIZACION DE LIXIVIADOS DE RESIDUOS  
ORGANICOS DE LA NARANJA DE LAS JUGUERAS DE ALAMO  
TEMAPACHE VER.”**

**PARA OBTENER EL TITULO DE**  
Ingeniero(a) en Industrias Alimentarias

## PRESENTA

Lucia Martínez Hernández

## DIRECTOR DE TESIS

M.B. Alejandro Cruz Hernandez

## CO- DIRECTOR DE TESIS

M.C. Pascual Hernandez Bautista

## **DEDICATORIA**

A Dios: por acompañarme y guiarme a lo largo de mis estudios, ser mi fortaleza, darme una vida llena de aprendizajes, paciencia y sabiduría para hacerlo realidad.

A mis padres: por su apoyo económico y espiritual, por confiar en mí, brindarme la oportunidad de culminar mis estudios superiores, ya que el apoyo ha sido incondicional por lo cual el esfuerzo y arduo trabajo realizado en estos diez semestres de estudios han sido valiosos tanto como una experiencia inolvidable la cual he pasado con mis seres queridos demostrando que cada día se puede mejorar.

A mis tíos: que han sido como mis segundos padres, sé que nunca podre agradecerles lo suficiente por su apoyo constante, su confianza, los valores que me han inculcado a lo largo de mi vida y las oportunidades que me han brindado. A mi tío Fausto quiero darte las gracias por todo, siempre vivirás en mi corazón nunca te olvidaré.

A mis hermanos: quienes han contribuido a mis logros, porque gracias a su apoyo y el de mi familia he logrado mis metas y objetivos.

Gracias a mis compañeros por confiar en mí, brindarme una verdadera amistad, ayudarme, entender siempre lo que necesitaba en cualquier etapa de mi educación y hacer de mi viaje de aprendizaje una parte de mi vida que nunca quiero olvidar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias Dios por derramar tus bendiciones sobre mi vida y mi familia. En cuidarme ante los peligros y permitirme de cumplir otro de mis sueños.

AL INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE ALAMO TEMAPACHE por permitirme desarrollar una carrera profesional y darme sus enseñanzas.

Al M.C Pascual Hernández Bautista, por su participación en el jurado y por el tiempo que dedicaron para la revisión de este documento.

A mi tutor el M.B Alejandro Cruz Hernandez ,gracias por su tiempo y paciencia para brindarme sus conocimientos y ayudarme en el trascurso de mi tesis.

Agradezco al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEYCIDET) por integrarme al rubro de estudiantes becados del proyecto "Creación del Centro de Desarrollo Tecnológico de Productos Postcosecha y Subproductos de Veracruz" con clave CJ AR 052/202

## RESUMEN

La generación de residuos agroindustriales son un problema global, ya que, en algunos casos tratados adecuadamente, y es agravante en el proceso de la contaminación ambiental. Caso contrario los residuos agroindustriales tienen un gran potencial para su uso en diversos procesos, como, el desarrollo de nuevos productos, como fertilizante gracias a su variada composición química. En Álamo Temapache ver. las empresas procesadoras de jugo vierten sus desechos agroindustriales a la interperie, ríos y suelos, ocasionando daños severos. Por lo que, en este trabajo de investigación se caracterizó el lixiviado de 3 industrias procesadoras de jugo de la ciudad. Donde los parámetros fueron similares a los reportados por otros autores, los sólidos totales fueron de 20 a 39 g/L de lixiviado, los SV de 60 a 70 g/L, las cenizas de 2.094 a 2.457 g/L, mientras que la DQO osciló de 38 000 a 60 000 mgO<sub>2</sub>/L y el pH de 3 a 3.7, ya que los cítricos rondan en pH ácidos.

Palabras clave: *Lixiviados, Demanda química de Oxígeno, Residuos Orgánicos*

## ABSTRACT

The generation of agroindustrial waste is a global problem, since, in some cases, properly treated, and it is aggravating in the process of environmental pollution. Otherwise, agroindustrial waste has great potential for use in various processes, such as the development of new products, as fertilizer thanks to its varied chemical composition. In Álamo Temapache Veracruz, juice processing companies dump their agro-industrial waste into the open air, rivers and soil, causing severe damage. Therefore, in this research work, the leachate from 3 juice processing industries in the city was characterized. Where the parameters were similar to those reported by other authors, the total solids were 20 to 39 g/L of leachate, the SV from 60 to 70 g/L, the ashes from 2,094 to 2,457 g/L, while the COD ranged from 38,000 to 60,000 mgO<sub>2</sub>/L and the pH from 3 to 3.7, since citrus fruits hover around acidic pHs.

Keywords: *Leachate, Chemical Oxygen Demand, Organic Waste*

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO I.-INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.-ANTECEDENTES.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.-JUSTIFICACION .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4.-HIPÓTESIS.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.-OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
1.5.1.-Objetivo General.....	17
1.5.1.1.-Objetivos específicos.....	17
<b>CAPITULO II.-MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1.-Definición de Naranja.....	18
2.1.1-Origen.....	18
2.1.2.-Características.....	18
2.1.3.-Taxonomía y morfología.....	18
2.2.1-Beneficios de la cascara de naranja .....	19
2.2.1.1-Fuente de fibra natural.....	19
2.2.1.2.-Reductor de colesterol. ....	20
2.2.1.3-Refuerzo para bajar de peso. ....	20
2.2.2-Composición química de cáscara de cítricos. ....	20
2.2.3.-Cáscara de naranja deshidratada.....	20
2.3.-Bagazo .....	21
2.4.-Lixiviados .....	21
2.4.1.-Características de los lixiviados.....	22
<b>CAPITULO IV.-ESTADO DE ARTE.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO IV.-METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
4.1.- Obtención de residuos de la industria de cítricos de Álamo Temapache .....	24

4.2.- Acondicionamiento de lixiviados .....	24
4.3.-Diseño experimental .....	24
4.4.- Determinacion de pH y Acidez.....	24
4.5.- Determinación de oxígeno (DO) .....	25
4.6.- Determinacion mediante métodos gravimétricos .....	25
4.6.1 Determinacion de Solidos Totales.....	25
4.6.2.- Determinación de cenizas.....	25
4.6.2.- Solidos Volátiles (SV) .....	26
4.6.3- Determinación DQO (Demanda Química de Oxígeno).....	26
4.6.4.-Determinacion de la conductividad eléctrica .....	27
<b>CAPITULO V.-ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
5.1.- Caracterización de parámetros.....	28
5.1.1.- Determinación de pH .....	28
5.1.2.-Determinación de ST .....	29
5.1.3.-Determinación de SV.....	30
5.1.4.-Determinación de cenizas .....	31
4.1.5.-Determinación de conductividad eléctrica y salinidad .....	32
5.1.6-Oxígeno disuelto (DO) .....	34
5.2.-Demanda química de Oxígeno (DQO) .....	35
<b>CAPITULO VI.-CONCLUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>39</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la naranja	19
Tabla 2. Diseño experimental	24
Tabla 3.- Concentraciones de curva de calibración	26
Tabla 4.- ANOVA (Ph)	28
Tabla 5.- ANOVA (ST)	29
Tabla 6.- ANOVA ( SV )	30
Tabla 7- ANOVA (CENIZAS)	31
Tabla 8.- ANOVA (Conductividad eléctrica)	33
Tabla 9.- ANOVA (Salinidad)	34
Tabla 10.- ANOVA (D.O)	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Determinación de pH	29
Figura 2.- Determinación de solidos totales	30
Figura 3.- Determinación de Solidos volátiles	31
Figura 4.- Determinación de cenizas	32
Figura 5.- Determinación de la conductividad eléctrica	33
Figura 6.- Determinación de salinidad	34
Figura 7.- Determinación de D.O	35
Figura 8.- Curva de calibración	36
Figura 9.- Determinación de DQO	36

## TABLA DE SÍMBOLOS

DQO: Demanda Química de Oxígeno

O<sub>2</sub>: Oxígeno

ST: Sólidos Totales

SV: Sólidos Volátiles

CE: Conductividad Eléctrica

DC: Determinación de Cenizas

SATL: Salinidad

DO: Oxígeno Disuelto

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: Ácido Sulfúrico

C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>KO<sub>4</sub>: Biftalato de Potasio

H<sub>2</sub>O: Agua Destilada

HgSO<sub>4</sub>: Sulfato de Mercurio

K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: Dicromato de Potasio

STV: Sólidos Volátiles totales

mL: Mililitros

mgO<sub>2</sub>/L: Miligramos de oxígeno por litro

JA1: Juguera de Álamo 1

JA2: Juguera de Álamo 2

JA3: Juguera de Álamo 3

## CAPITULO I.-INTRODUCCIÓN

La ciudad de Álamo Temapache es conocida como la Capital de la Naranja, pues una de sus principales actividades económicas es la producción de naranja (SIAP, 2017). Incluso, es uno de los productores más importantes en México y en el mundo. Durante el procesamiento de frutas cítricas, aproximadamente el 50 % del peso de la fruta se desperdicia en forma de cáscaras y pulpa (bagazo), que incluye semillas y membranas, así como la cáscara interna, llamada albedo que comprende alrededor del 17 % del peso total de la fruta, y la cáscara exterior, o flavedo que comprende el 10 % del peso total de la fruta. Alrededor del 30% de toda la producción de cítricos se destina al procesamiento, principalmente la producción de jugo), Como resultado, “la cáscara de naranja constituye una gran parte de aproximadamente 25 millones de toneladas de residuos de cítricos generados a nivel mundial en 2016”.

Dentro del territorio Alamense se encuentran cinco industrias procesadoras de naranja que producen residuos sólidos como la cascara de naranja (Bada et al., 2013) conocidos como Lixiviados. Es un líquido que se produce cuando un líquido penetra en un sólido y arrastra con él la mayoría de los compuestos presentes. Está claro que nuestros sólidos son residuos y nuestros líquidos (Nores, 2020). La lixiviación es el resultado de la absorción de líquido por los residuos durante el proceso de estabilización; es decir, líquido que sube a la superficie o se filtra en el suelo. Una de sus principales fuentes es el agua de lluvia depositada en la zona afectada, o agua de la composición de los residuos y la humedad, que escurre y penetra a través de los huecos y capas de los residuos, provocando diversas reacciones y procesos físico-químicos y biológicos. El color de la lixiviación varía de 3.000 a 15.000 unidades de color (UC) y varía desde marrón grisáceo marrón cuando está fresco hasta viscosa negra cuando está envejecido. El lixiviado tiene un fuerte olor fétido y sus características físicas y químicas varían mucho en cantidad y calidad, lo que da como resultado que el lixiviado sea catalogado como uno de los residuos más contaminados y más peligrosos para las comunidades afectadas y el personal técnico que lo tiene para lidiar con eso de los residuos. El lixiviado tiene un alto contenido de DQO y TOC, es decir, una gran cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas con grandes variaciones. Estas sustancias incluyen metales pesados

(y su potencial impacto en los ecosistemas acuáticos), altos niveles de sólidos totales y disueltos, la presencia de nitrógeno en forma de amoníaco, altas concentraciones de cloruros, diversos compuestos orgánicos y grandes cambios de pH. Lo anterior depende del tipo de residuo (pH, edad, temperatura) y del estado de estabilidad del residuo.

Los lixiviados pueden eventualmente retirarse y tratados mediante técnicas fisicoquímicas y biológicos para evitar daños ambientales. Y las opciones de tratamiento pueden ser la reutilización del lixiviado, el tratamiento in situ aeróbico, anaeróbico o fisicoquímico.

La industria alimentaria es uno de los sectores más importantes a escala internacional que realiza productos para el consumo. Que a su vez generan residuos que de otro modo podrían ser aprovechados, reciclados o revalorizados. Otro enfoque consiste en revalorizar y utilizar las cáscaras de naranja sobrantes para obtener productos con valor añadido. Se produce un líquido que puede producir altos niveles de contaminación ambiental. La producción de este fluido es una fuente potencial de peligros ambientales y debe manejarse de manera adecuada y segura. O puede haber un mayor impacto en el medio ambiente por la degradación del suelo, las aguas superficiales y subterráneas por escorrentías incontroladas o filtraciones a través de capas permeables, así como el impacto en los acuíferos ya que tardan años en recuperarse. Por todo lo anterior, el objetivo fue determinar las propiedades fisicoquímicas de los lixiviados de residuos orgánicos de 3 industrias procesadoras de cítricos Álamo Temapache.

## 1.1.-ANTECEDENTES

Generan grandes cantidades de subproductos o desechos agroindustriales son considerados un problema ambiental (Restrepo et al., 2011). La disposición inadecuada provoca cambios en diversos entornos abióticos, bióticos y socioeconómicos. De esta manera, se puede establecer que la disposición de este tipo de residuos es un problema de gestión para diversas empresas manufactureras (Ramírez, 2012). El aprovechamiento de residuos agroindustriales permite solucionar diversos problemas ambientales provocados por la generación y disposición.

Los lixiviados provenientes de los residuos agroindustriales más estudiados son los provenientes de frutas (Murillo et al., 2010), bagazo de agave (Alonso et al., 2012), cachaza (Montenegro et al., 2015; Palma et al., 2016); la cascarilla de arroz, los desechos cítricos (bagazo y cáscara), la cáscara del plátano, el zuro de maíz (Sánchez et al., 2010; Vergara, 2015); la zoca de café (Aristizábal, 2015). Algunos de estos lixiviados provienen de productos que contienen celulosa, lignina, aceites esenciales en mayor proporción (Alonso et al., 2012; Saval, 2012). Además, pueden llegar a contener compuestos fenólicos, pigmentos con actividad antioxidante y microbiana (Murillo et al., 2010) que estos lixiviados pudieran presentar, como los residuos cítricos (Alzate et al., 2011).

La composición química de los lixiviados es fundamental para el desarrollo de estrategias de correcciones en la selección de un buen tratamiento (Zai et al., 2004; Tralhão et al., 2010). Los tratamientos para estos lixiviados son biológicos; debido a la carga elevada de DQO, no son tan eficientes, sin embargo, puede mejorarse jugando con las condiciones de microorganismos (Azmi et al., 2016)

El tiempo de un vertedero de bagazo en el suelo, hace que se forma materia orgánica disuelta que reduce la eficiencia de tratamientos biológicos para la eliminación de DQO (Aloui et al., 2009; Azmi et al., 2016). Además, existen otros métodos; la coagulación es otro método de proceso de eliminación de DQO (Aloui et al., 2009), así, como los procesos de oxidación avanzada basados en ozonización (Amr el al., 2013), intercambio iónico (Bashir et al., 2015).

## **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los últimos años, uno de los problemas principales que se han detectado en el municipio de la ciudad de Álamo Temapache, es que las industrias procesadoras de cítricos presentan grandes cantidades de desechos de cáscara de naranja al año, lo cual constituyen un 50% de masa de fruta húmeda, supuesto a la fuerte contaminación derivado de las descargas de las jugueras sobre el canal del Oro Verde y terrenos cercanos al río Pantepec, los lixiviados de la procesadora escurren a través del drenaje y sobre las calles, lo cual puede causar enfermedades gastrointestinales. Cuando la temperatura alcanza altas temperaturas, los desechos se pudren y emiten un olor fétido que los hogares de la zona tienen que soportar las 24 horas del día y arrojar los desechos al aire libre y en los mismos canales, lo que demuestra un claro daño ambiental.

Es importante crear alternativas, para mitigar la exposición de los residuos agroindustriales, y minimizar la problemática de contaminación ambiental, una alternativa es el consumo para el ganado, sin embargo, son demasiadas toneladas. Por lo que este proyecto se realizó para determinar las propiedades fisicoquímicas de lixiviados de residuos orgánicos de 3 jugueras de Álamo Temapache para detectar alternativas que contribuyan no dañar o contaminar al medio ambiente.

### **1.3.-JUSTIFICACION**

Debido a la problemática de las industrias procesadoras de jugo y su disposición final, en este trabajo se trata de buscar propuestas que contribuyan no dañar o contaminar al medio ambiente, principalmente el agua de los arroyos, ríos y el aire etc. Por ello, en el laboratorio de Poscosecha del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache se está trabajado con el tema de “Caracterización de lixiviados orgánicos de las jugueras de la ciudad de Álamo Temapche”. Para poder buscar una solución al problema, debido a que el lixiviado es un peligro que requiere de un buen manejo. Para mitigar impactos ambientales como consecuencia la degradación de suelos, aguas superficiales y subterráneas por escurrimiento no controlado o por filtración a través de formaciones permeables, además la afectación de los acuíferos provoca inutilizados por largo tiempo ya que su regeneración toma muchos años.



## **1.4.-HIPÓTESIS**

La caracterización química de los lixiviados de bagazo de naranja de las procesadoras de jugo cítrico, serán con altos contenidos de sólidos (ST) y demanda química de oxígeno (DQO), lo que permitirá establecer alternativas para su disposición final.

## **1.5.-OBJETIVOS**

### **1.5.1.-Objetivo General**

Determinar las propiedades fisicoquímicas de lixiviados de residuos orgánicos de 3 jugueras de Álamo Temapache

#### **1.5.1.1.-Objetivos específicos**

- ❖ Determinar el efecto del pH de los lixiviados de las industrias procesadoras de jugo
- ❖ Determinar las características (ST, SV, Salinidad, D.O, Conductividad) de los lixiviados de las procesadoras de jugo
- ❖ Analizar la demanda química de oxígeno (DQO) de los lixiviados de las procesadoras de jugo
- ❖ Presentar alternativas de disposición de los lixiviados.

## **CAPITULO II.-MARCO TEÓRICO**

### **2.1.-Definición de Naranja**

Una naranja es un fruto cítrico que se obtiene a partir de variedades dulces, amargas y otras variedades o híbridos de naranjos originarios de Asia (Febles, 2017). El árbol puede tener unos seis metros de altura, y cuyas flores reciben el nombre de azahar. Los frutos tienen apariencia esférica y miden aproximadamente de seis a ocho centímetros de diámetro (Pérez Porto J. G., 2020). Los frutos poseen un sabor agridulce gracias a sus altos niveles de vitamina C y limonoides y flavonoides,. (Pérez Porto, 2020). Dentro de los cítricos, la naranja dulce es la más cultivada de todos los cítricos, además, es la más importante. Le siguen sus parientes más cercanos: mandarina, limón, pomelo, lima y kumquat (Isabel, 2014).

#### **2.1.1-Origen**

Los orígenes de este dulce cítrico se remontan a los Estados Unidos del siglo XIX, específicamente al sur de California. El agrónomo William Wolfsky cruzó la naranja de Valencia y le puso el nombre de la ciudad española famosa por sus naranjos dulce (Citrofrut, 2020).

#### **2.1.2.-Características**

La naranja es de forma esférica con varillas más o menos planas (ABARCA, 2007). Su tamaño es de un diámetro medio y oscila entre 6 y 10 cm. Mientras que su peso oscila entre 150 g 200 g (ABARCA, 2007). El color de la capa exterior, llamada exocarpio, es de colores brillantes y contiene vesículas aceitosas (flavedo). Debajo de la piel lisa o rugosa, según la variedad, aparece otra piel blanca que envuelve el fruto y protege la pulpa, o albedo, que es muy porosa y de color anaranjado (ABARCA, 2007).

#### **2.1.3.-Taxonomía y morfología**

La taxonomía de la naranja (Tabla 1) se refiere a las diferentes especies que existen de ellas, su clasificación, cultivares y las mezclas e injertos dentro del género Citrus y aquellos relacionados, ubicados en el cultivo y en la naturaleza.

Tabla 1. Taxonomía de la naranja

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
Tipo	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotiledónea</i>
Familia	<i>Rutaceae</i>
Genero	<i>Citrus</i>
Especie	<i>Citrus sinensis (L.)</i>
Nombre común	Naranja dulce
Nombre científico	<i>Citrus sinensis L</i>

Fuente: (Avilán y Bautista, 1992).

## **2.2.-Cascara de naranja**

La piel es la principal fracción de desperdicio y representa alrededor del 50% del peso total de la fruta. Se pueden generar más desechos cuando se consideran las frutas cultivadas en áreas tropicales porque tienen una proporción de cáscara/cáscara más alta en comparación con las frutas subtropicales. La composición química de los residuos de cítricos depende de muchos factores, tales como: variedad de cítricos, proporciones de frutos, grado de madurez, origen geográfico y sistema de extracción del jugo. La composición de cada residuo es crucial para la aplicación del residuo. (Hernández, 2014).

La cáscara de la naranja presenta una tonalidad entre amarilla y rojiza, al igual que la pulpa. Dicha pulpa, que se desarrolla segmentada en gajos, es comestible y se destaca por contener una gran cantidad jugo (Alexander, 2020).

### **2.2.1-Beneficios de la cascara de naranja**

#### **2.2.1.1-Fuente de fibra natural.**

La cáscara de una naranja contiene más fitonutrientes y flavonoides que la pulpa, uno de los cuales es la pectina, una fibra natural que protege el estómago de posibles inflamaciones y ayuda a mantener los niveles de azúcar en sangre; Problemas estomacales como exceso de ácido estomacal, acidez estomacal, gases o diarrea. Unos 100 gramos de piel de naranja contienen 10,6 gramos de fibra natural. Una buena forma de aprovechar las propiedades de la piel de naranja a nivel digestivo es beber la infusión después de una comida copiosa o grasa. (Ramírez, 2023).

### **2.2.1.2.-Reductor de colesterol.**

La cáscara de naranja contiene hesperidina, un flavonoide que ayuda al metabolismo de los lípidos en sangre; el contenido de hesperidina en la piel de naranja es un 20% mayor que en la pulpa y el jugo, lo que es clave para reducir las grasas en sangre y favorecer su eliminación, mientras que, como otros cítricos, la piel de naranja es rica en limonina, responsable por el sabor amargo de la fruta. (Ramírez, 2023).

### **2.2.1.3-Refuerzo para bajar de peso.**

La cáscara de naranja se considera un estimulante metabólico, por lo que es un aliado natural para perder peso. La piel de naranja, por otro lado, ayuda a combatir el estreñimiento, que en ocasiones se asocia con dietas de adelgazamiento. Esto se debe a que contiene polisacáridos insolubles como la pectina<sup>9</sup>, que favorecen el buen funcionamiento del sistema digestivo, lo que a su vez se asocia con la pérdida de peso(Ramírez, 2023).

### **2.2.2-Composición química de cáscara de cítricos.**

La composición química de las pieles de diferentes cítricos contiene algunos oligoelementos, ácido ascórbico, carotenoides, fibra, polifenoles totales, etc. Se ha demostrado que las cáscaras de cítricos son una buena fuente de fibra dietética y compuestos fenólicos que pueden usarse para preparar alimentos funcionales utilizando las propiedades de la fibra y los compuestos antioxidantes en una sola formulación. (Ramírez, 2023).

### **2.2.3.-Cáscara de naranja deshidratada.**

Cítricos naranjas deshidratados (se descartó el Citrus Duck). Para alimentación animal El proceso de deshidratación-maceración es una técnica que se utiliza para obtener alimentos moderadamente húmedos y con buenas propiedades sensoriales, así como para enriquecer alimentos funcionales y alargar su vida útil. El tejido de naranja tiene un alto potencial de maceración debido a los espacios intercelulares, lo que resulta en la incorporación de solutos a la cáscara seca de naranja. Los cítricos de naranja secos (Citrus x sinensis) añaden valor a los cítricos, pero se descartan debido a propiedades beneficiosas desconocidas, especialmente el contenido de fibra dietética insoluble. La composición química de varias cáscaras de cítricos contiene algunos oligoelementos, ácido ascórbico, carotenoides, fibras dietéticas, polifenoles totales, etc. Se ha demostrado que las cáscaras de cítricos son una buena fuente

de fibra dietética y compuestos fenólicos que pueden usarse para preparar alimentos funcionales utilizando las propiedades de la fibra y los compuestos antioxidantes en una sola formulación. (Ramírez, 2023).

### **2.3.-Bagazo**

El bagazo es un residuo fibroso que contiene celulosa como componente principal (Mahmud & Anannya, 2021), este residuo se utiliza en diversas aplicaciones, como en las industrias papeleras, combustibles (Hernandez-Salas et al., 2009). El bagazo es el resultado final de las empresas del sector agroindustrial (Restrepo et al., 2011). Y la disposición final no adecuada ocasiona alteraciones en sistemas bióticos, abióticos y socioeconómicos, siendo los principales objetivos de la eliminación de estos residuos (Ramírez S, 2012).

### **2.4.-Lixiviados**

Se trata de subproductos derivados de desechos agroindustriales, sólidos domésticos o cualquier líquido contaminado producido a partir del agua y filtrado a través de instalaciones de tratamiento de residuos (Cheremisinoff, 1997) y que causan contaminación ambiental (Sridhar et al., 2020) que se encuentran en las aguas superficiales. en aguas subterráneas. Un líquido atrae diferentes partículas de un sólido por el que pasa (Guzmán, 2023). Se producen por la liberación del exceso de agua de los residuos sólidos y la infiltración del agua de lluvia en las formaciones de residuos sólidos que se encuentran en la fase combinada.

Los lixiviados se consideran el contaminante más importante de los vertederos. El proceso de filtración ocurre durante la fermentación y descomposición de la materia orgánica y es el resultado de la filtración del agua de lluvia que se filtra a través de los escombros y arrastra compuestos químicos y materiales biológicos. Son altamente contaminantes y suponen una amenaza para el medio ambiente y la salud de los seres vivos, por lo que deben ser tratados adecuadamente. (Portillo., 2020).

La calidad del lixiviado depende principalmente del tipo de residuo y de la fase estable en la que se encuentra. En cuanto a la calidad del agua residual, la infiltración tiene una alta carga de DQO y TOC considerando las condiciones iniciales, es decir. contiene grandes cantidades de sustancias orgánicas e inorgánicas con alta variabilidad, tales como: metales pesados,

elevados sólidos totales y sólidos disueltos, presencia de amoníaco en forma de nitrógeno, cloruros, muchos compuestos orgánicos y grandes cambios de pH. (Tamayo, 2019).

#### **2.4.1.-Características de los lixiviados**

Por lo general, los lixiviados se producen en vertederos y lugares donde se acumulan residuos (principalmente orgánicos). Por lo tanto, para prevenir o al menos reducir la aparición de lixiviación, los residuos se reciclan y se depositan en vertederos, pero con toneladas de residuos que se generan y envían a vertederos todos los días en todo el mundo, la lixiviación es un problema inmanejable. La composición del lixiviado depende de cada región, dependiendo del suelo en el que se ubican los residuos, la proporción de residuos orgánicos, la cantidad de agua de precipitación.

- ✚ Aspecto desagradable, negro o amarillo, denso, con olor agrio.
- ✚ En ocasiones pueden quedar restos de espuma.
- ✚ En la mayoría de los climas templados y tropicales donde se acumulan desechos orgánicos, es casi inevitable que se produzcan lixiviados, es decir uno lleva al otro.

## CAPITULO IV.-ESTADO DE ARTE

La población ha aumentado en los últimos años, y esto ha generado mayor demanda de productos alimentarios (Naik et al., 2023). En este caso, los desechos agroalimentarios han atraído a científicos, ya que los desechos se arrojan o se queman y representan una amenaza al ambiente y al ser humano, resultado una preocupación más. A pesar de que los residuos agroindustriales son un complejo de importantes químicos como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales, fibras (Naik et al., 2023). Que pueden ser aprovechados para la generación de nuevos productos. Dentro de estos residuos agroindustriales, el bagazo de naranja, es una de las principales problemáticas de la zona norte del estado de Veracruz, ya que una sola industria procesadora de cítricos genera de 112 500 a 187 500 toneladas.

Durante el proceso de extracción de jugo, se estima que el 50% del peso de la fruta se convierte en bagazo (Cypriano et al., 2018). Y el manejo resulta complicado, por su pH ácido, alta humedad y su contenido compuestos volátiles (aceites esenciales- Calabrò et al., 2020).

Algunas empresas han creado alternativas, como la alimentación animal, la combustión para las propias calderas, el composteo, la pirolisis, vertederos, biogás, sin embargo, existen ventajas y desventajas, por lo que aún no está del todo la justificación de la disposición final de estos desechos.

Para Mamma y Cristakopoulos, (2014), el bagazo como alimentación animal es muy pobre en cuanto a su contenido proteico. Por otro lado, la deshidratación como preparación de alimento animal, resulta no viable por su gran gasto energético (Mohsin et al., 2022). Algunos han aplicado óxido de calcio y se ha logrado reducir hasta un 40% de humedad en la etapa de deshidratación mecánica (Barbosa, 2020)

## CAPITULO IV.-METODOLOGÍA

### 4.1.- Obtención de residuos de la industria de cítricos de Álamo Temapache

Las muestras fueron recolectadas en 3 procesadoras de jugo de la ciudad de Álamo Temapache Ver. durante los meses de febrero y marzo, se llevó al centro de investigación de alimentos y Ambiental (CIAA) para su proceso.

### 4.2.- Acondicionamiento de lixiviados

Las muestras fueron trituradas con ayuda de una licuadora comercial, donde se le extrajo el líquido (Lixiviado) y fueron filtradas con papel Whatman #1. Las muestras fueron guardadas en vasos de precipitado y colocadas a  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  en un refrigerador comercial. Para su posterior análisis

### 4.3.-Diseño experimental

Se analizaron 3 formulaciones (TABLA 2) donde se le llamo M1, M2 Y M3. Las 3 muestras que se analizaron son de las jugueras; citrúfrut Álamo, Procitrus y la juguera de Tierra Blanca Booxter. A las muestras se les determinaron las características fisicoquímicas.

Tabla 2.Diseño experimental

Parámetros	JA1	JA2	JA3
pH	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
ST	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
SV	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
DO	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
Conductividad	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
Cenizas	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
Salinidad	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$
DQO	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$	$x \pm \sigma$

### 4.4.- Determinacion de pH y Acidez

Para la determinación de pH se tomaron 10 mL de cada formulación y se midieron con un pH-metro a  $20^{\circ}\text{C}$  por triplicado.



#### **4.5.- Determinación de oxígeno (DO)**

Para la determinación del oxígeno del lixiviado se ocupó el equipo (medidor de oxígeno-SMART SENSOR AR) se tomaron 10 ml de cada muestra y se midieron por triplicado. El electrodo del sensor de Oxígeno fue calibrado con agua destilada y se sumergió en las muestras durante 10 s.

#### **4.6.- Determinación mediante métodos gravimétricos**

##### **4.6.1 Determinación de Sólidos Totales**

Antes de comenzar el análisis, los crisoles fueron puestos a temperatura constante; donde se colocaron en una estufa (STATUS THERMAL) a 105°C durante 24 horas. Posteriormente se colocaron en un desecador durante 10 min y se registraron los pesos.

Para la determinación de sólidos totales (ST) se realizó mediante la NMX-AA-034-SCFI-2001, se colocaron 5 ml de lixiviado por triplicado y fueron sometidas a 105°C durante 24 horas. Y se determinó mediante la siguiente ecuación

$$ST \text{ mg/L} = (G1 - G) * 1000/vol$$

Dónde: G1, es peso del residuo más el crisol en mg/L, G es el peso del crisol en mg y Vol, es el volumen de la muestra en mL.

##### **4.6.2.- Determinación de cenizas**

Una vez que se determinó ST, se procedió a la determinación de cenizas mediante la NMX-AA-034-SCFI-2001; donde los crisoles de ST fueron llevados a una mufla a 550°C durante 30 minutos. Para la expresión de resultados se realizó mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Cenizas} = A - B * 100$$

Donde A es la proveniente de ST, B es la muestra proveniente de la mufla.

#### 4.6.2.- Sólidos Volátiles (SV)

Los crisoles más las muestras de los lixiviados fueron colocadas en una mufla a 550°C durante 30 min. Y los ST se determinaron se mediante la NMX-AA-034-SCFI-2001. Con ayuda de la siguiente ecuación. Donde; G1 es el peso del residuo más el crisol menos G2 (peso de la cápsula con el residuo, después de la calcinación, en mg).

$$SVT = (G1 - G2) * 1000/vol$$

#### 4.6.3- Determinación DQO (Demanda Química de Oxígeno)

Se prepararon dos soluciones, la primera fue la Solución digestiva que constaba pesar 2.0432 g de Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), previamente secado a 105 °C por 2 horas y 33.4 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado con 6.6 g sulfato de mercurio ( $HgSO_4$ ) en 100mL de agua destilada, posteriormente se aforó a 200 mL. La solución de ácido sulfúrico, consto de 100 mL de agua destilada de le agrego 44 mL de  $H_2SO_4$ .

Para la curva de calibración se utilizó Biftalato de potasio ( $C_8H_5KO_4$ ), previamente seco a 120°C en 2 horas. Y se disolvió 170 mg en 100 mL de agua destilada y aforo a 200 mL. Para la curva se realizaron 5 concentraciones: 10;100; 250; 350; 450 mgO<sub>2</sub>/L (Tabla 3) por triplicado.

**Tabla 3.- Concentraciones de curva de calibración**

Estándar mg/L DQO	Volumen solución Biftalato 0.0834 M (mL)	Volumen a aforar (mL)
10	1	50
100	10	50
250	25	50
350	35	50
450	45	50

En tubos de ensayo de 10 mL se añadió alícuotas de muestras y se aforaron a 1.25 ml, se llevó a vortex durante 3 s y se añadió 0.75mL de la solución digestiva cuidadosamente, y

finalmente se agregaron 1.75 mL de Ácido sulfúrico y se homogenizo suavemente invirtiendo. Posteriormente las muestras fueron colocadas en una estufa a 150°C durante 30 min. Para realizar la digestión. Y al finalizar fueron colocadas a temperatura ambiente. Y la absorbancia se midió a 600 nm en un espectrofotómetro.

El % de DQO se cuantifico con ayuda de la ecuación de la curva de calibración y fue expresada en mgO<sub>2</sub>/L.

#### **4.6.4.-Determinacion de la conductividad eléctrica**

Se colocaron 20 mL de lixiviado e un matraz Erlenmeyer y se colocó el electrodo para proceder a la lectura.

## CAPITULO V.-ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 5.1.- Caracterización de parámetros

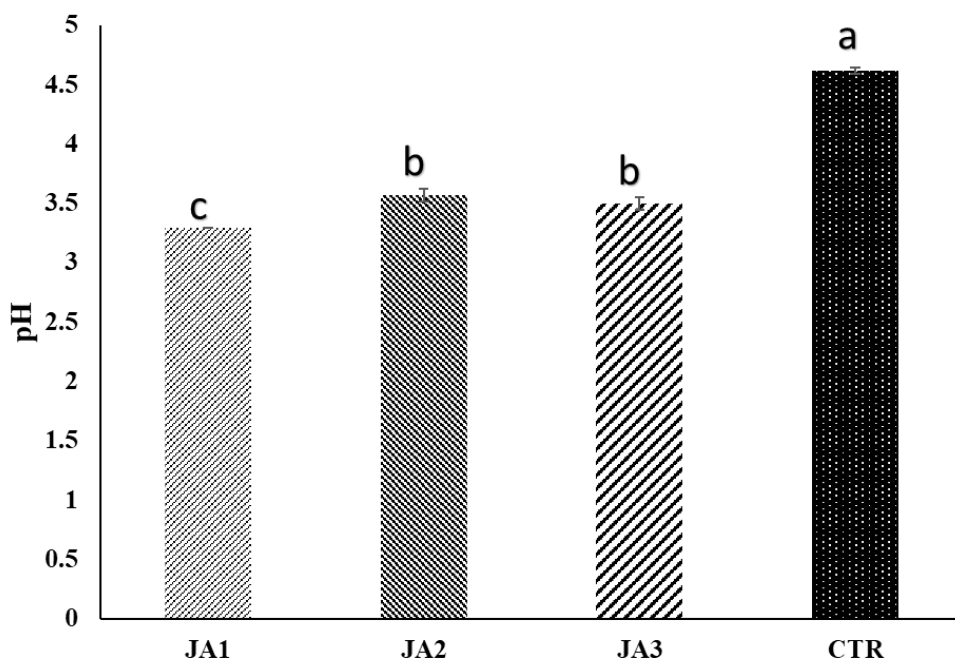
#### 5.1.1.- Determinación de pH

Se realizó un ANOVA (TABLA 4) para determinar el efecto del pH entre los tratamientos, y se observó que al menos 3 muestras de lixiviados son diferentes al arrojar una  $F=652.01$  mayor a  $P$ . y posteriormente se analizaron las medias mediante un Test de Tukey con una  $p=0.05$ . Donde las muestras de lixiviado (FIGURA 1) con respecto al control son diferentes ( $p<0.05$ ), el PH del control (bagazo) fue de 4.6, sin embargo, las muestras de los lixiviados arrojaron un pH de 3.3 a 3.7.

Algunos autores mencionan que los valores de lixiviados recientes son ácidos de 3 a 3.7, y con forme pasa el tiempo su tornan alcalinos con valores de 8.5 a 10 (pH en un relleno sanitario se mueve desde valores ácidos (pH 3.7) en la fase de operación, hasta valores alcalinos (pH 8.5) algunos años después de haber sido clausurado (Pillay 1985; Diamadopoulos 1994; Ozturk et al. 1999; Inanc et al., 2000). Un parámetro importante es el pH, ya que para poder dar un tratamiento de producción de biogás debe estar más a la neutralidad, ya que a parámetros de neutralidad algunas bacterias pueden hacer la función de la digestión de materia orgánica (Briseño, 2017)

Tabla 4.- ANOVA (Ph)

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>
Muestra	3	3.19483	1.06494	652.01	0.000
Error	8	0.01307	0.00163		
Total	11	3.20789			



**Figura 1.- Determinación de pH**

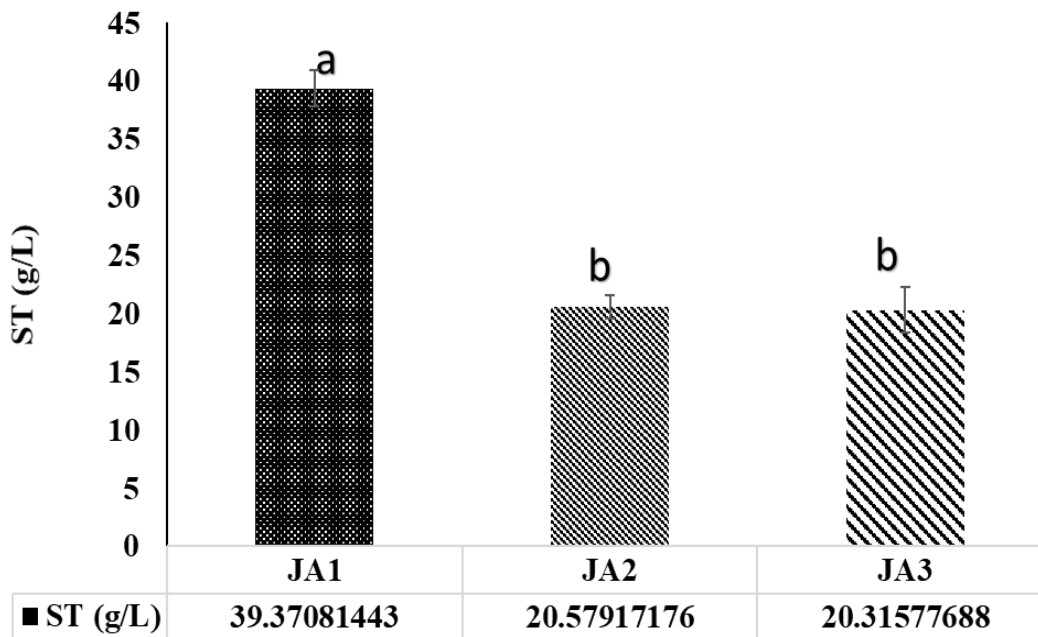
Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas. CTR=control.

### 5.1.2.-Determinación de ST

Con respecto a la cuantificación de Sólidos Totales (ST), el análisis de ANOVA (TABLA 5) arrojó que al menos una muestra es diferente con una  $F= 152.54$  mayor a  $P$ . En la FIGURA 2, se puede observar las comparaciones de los lixiviados, y el lixiviado JA1 obtuvo 39.370 g/L de ST, es estadísticamente diferente ( $p<0.05$ ) a las demás muestras de los lixiviados. Mientras que JA2 y JA3 obtuvieron 20.579 y 20.311 g/L (estadísticamente idénticas).

**Tabla 5.- ANOVA (ST)**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Muestra	2	716.29	358.145	152.54	0.000
Error	6	14.09	2.348		
Total	8	730.38			



**Figura 2.- Determinación de solidos totales**

Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas.

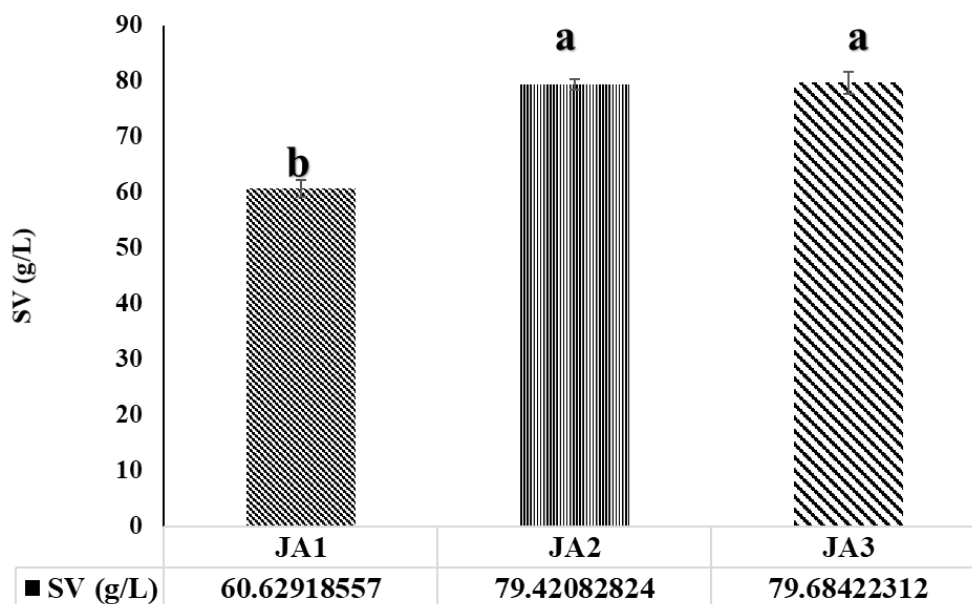
### 5.1.3.-Determinación de SV

En cuanto a la determinación de Solidos Volátiles (SV), mediante el ANOVA (TABLA 6) se determinó que al menos una muestra del lixiviado es diferente ( $F=152$ ,  $P=0$ ) con un grado de confiabilidad del 95%. Y mediante la comparación de medias de los lixiviados mediante el Test de Tukey, las muestras de JA2 y JA3 con 79.420 y 79.68 g/L, son idénticas ( $p<0.05$ ), no así para el lixiviado (JA1). Los SV son un parámetro típico para analizar la eficiencia de los procesos biológicos (Koch, 2015).

**Tabla 6.- ANOVA ( SV )**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Muestra	2	716.29	358.145	152.54	0.000
Error	6	14.09	2.348		

Total	8	730.38			
-------	---	--------	--	--	--



**Figura 3.- Determinación de Solidos volátiles**

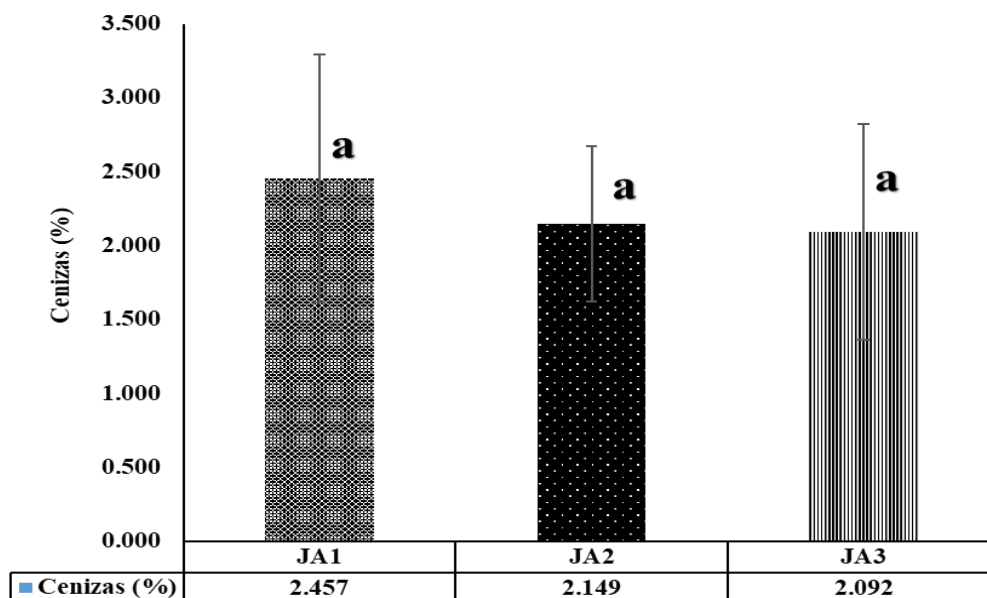
Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas.

#### 5.1.4.-Determinación de cenizas

Los resultados de la cuantificación de cenizas, mediante el análisis estadístico (ANOVA), se puede observar (TABLA 7) que F es menor a P., por lo tanto, no existen diferencias entre tratamientos. Y los datos fueron corroborados con la ayuda el Test de Tukey, con una confiabilidad del 95%. Ya que las tres muestras de lixiviados (FIGURA 3) arrojaron 2.457, 2.149 y 2.092% de cenizas totales.

**Tabla 7- ANOVA (CENIZAS)**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Lixiviado	2	0.2318	0.1159	0.08	0.927
Error	6	9.0764	1.5127		
Total	8	9.3082			



**Figura 4.- Determinación de cenizas**

Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas.

#### **4.1.5.-Determinación de conductividad eléctrica y salinidad**

Los lixiviados son altamente contaminantes porque se filtran en el suelo y cambian física y químicamente la calidad del agua subterránea y, por tanto, la calidad del agua superficial consumida por las personas y animales circundantes. El ANOVA (TABLA 8) de la conductividad eléctrica (CE) indicó, en los lixiviados hay diferencias entre las industrias procesadoras de jugo, pues se puede observar en la FIGURA 5, la JA1 tiene una CE de 4.553ds/m, es 1.72 veces mayor a las muestras JA2 y JA3 ( $p < 0.05$ ). Con respecto a la salinidad, se muestra un comportamiento similar a la conductividad, donde, la muestra JA1 (0.220%) es estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ) con respecto a JA2 y JA3 (0.127 y 0.147%) de salinidad.



La CE de los lixiviados del bagazo de naranja de las procesadoras de jugo es similar a lo reportado por (Gayosso et al., 2016), en lixiviado bagazo de zargazo (5.89 ds/m), sin embargo, el lixiviado de coco fue menor (2.71 ds/m). El bagazo de naranja se deposita en suelos y ocasiona eliminación total de la flora donde esta es depositada. Esto pudiera deberse al alto contenido de sales. Rosa et al, 2002 y Eyra et al., 2008, mencionan que el alto contenido en sales representa un riesgo cuando se usan como sustrato para el crecimiento de cultivos. Por otro lado, Katerji et al., (2000) reportó efectos negativos en cultivo por usar lixiviados con una alta CE y afecta el rendimiento, la evapotranspiración, el potencial hídrico de la hoja y la conductancia estomática. Además, la CE afecto la germinación de las plantas por efectos osmóticos y grandes cantidades de iones (Prisco y O'leary, 1970).

Tabla 8.-ANOVA (Conductividad eléctrica)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Lixiviado	2	6365956	3182978	3080.30	0.000
Error	6	6200	1033		
Total	8	6372156			

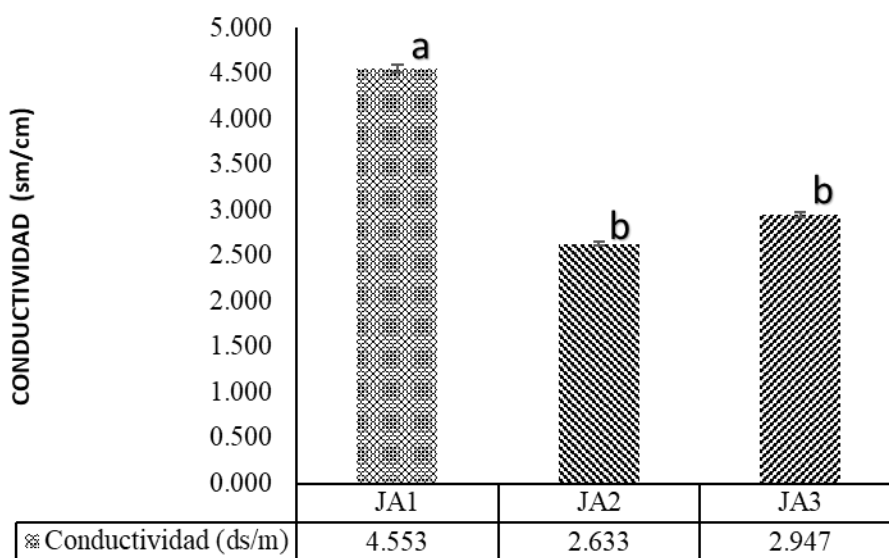
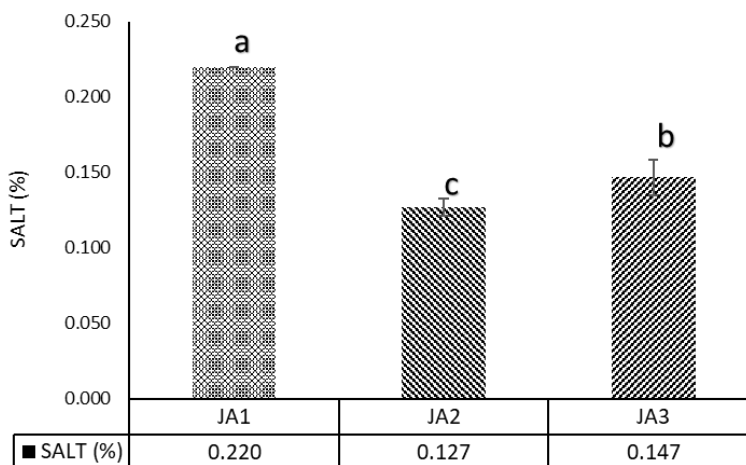


Figura 5.- Determinación de la conductividad eléctrica

Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas

**Tabla 9.- ANOVA (Salinidad)**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lixiviado	2	0.014489	0.007244	130.40	0.000
Error	6	0.000333	0.000056		
Total	8	0.014822			



**Figura 6.- Determinación de salinidad**

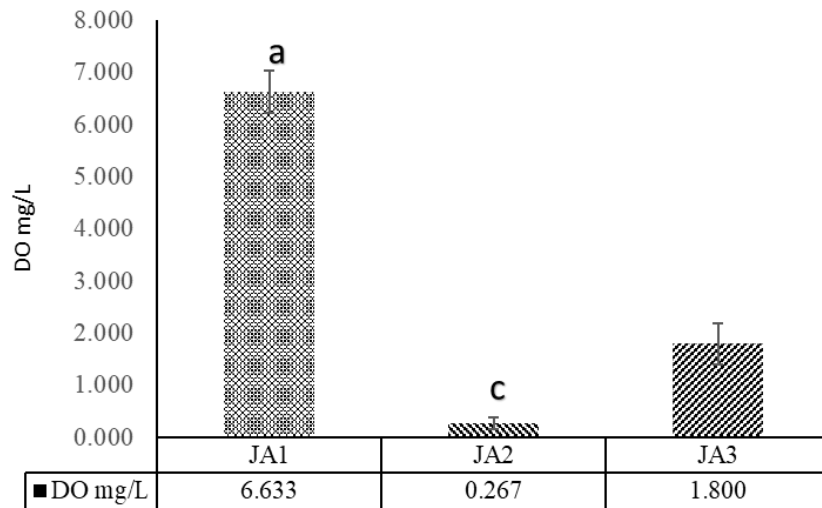
Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas

### 5.1.6-Oxígeno disuelto (DO)

En la TABLA 10 se puede observar la DO, donde; la muestra del lixiviado (FIGURA 7) JA1 dio 6.633 mg/L, 3.7 veces mayor a la muestra JA3 y 24 veces a la JA2 ( $p < 0.05$ ). Por su parte, es evidente que existen diferencias significativas entre los análisis de las muestras. Además, el resultado de lixiviado pudiera deberse a que las de JA2 y JA3 tenían más tiempo como desecho en las jugueras. De acuerdo a la SEMARNAT, la DO es un indicador de contaminación del agua.

**Tabla 10.- ANOVA (D.O)**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Lixiviado	2	66.2467	33.1233	295.16	0.000
Error	6	0.6733	0.1122		
Total	8	66.9200			

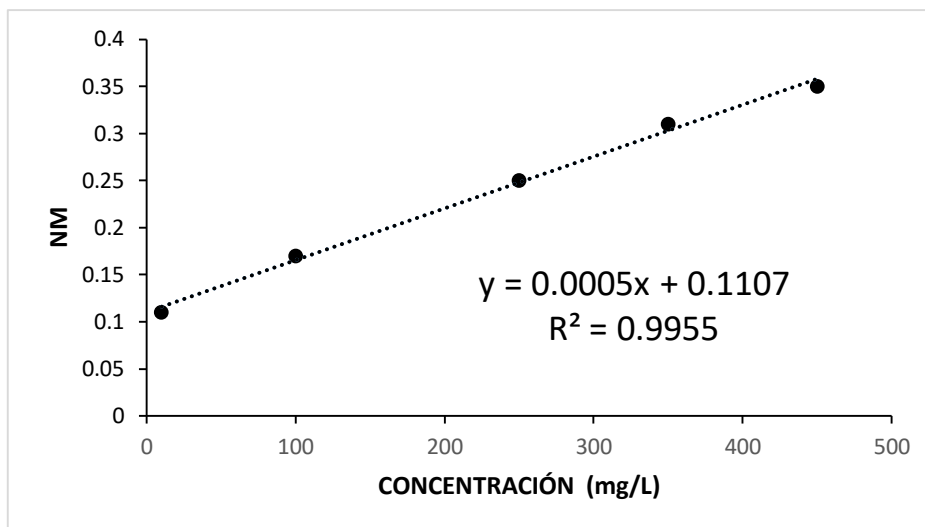


**Figura 7.-Determinación de D.O**

Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas

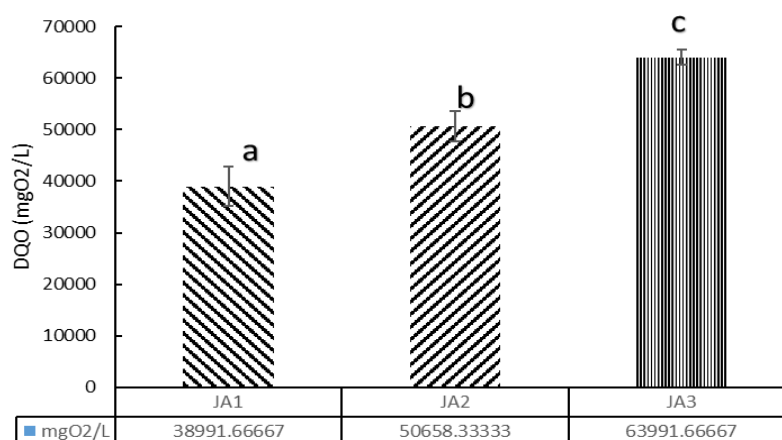
## 5.2.-Demanda química de Oxígeno (DQO)

Se realizó una curva de calibración (FIGURA 8) donde la ecuación fue  $0.0005x + 0.1107$  con una  $R^2 = 0.9955$ , y con esta ecuación se pudo cuantificar la demanda química de oxígeno de las muestras de lixiviados de las industrias procesadoras de jugo.



**Figura 8.- Curva de calibración**

En la FIGURA 9 se muestran los valores obtenidos de DQO, los lixiviados muestran diferencias significativas (Tukey,  $p < 0.05$ ), donde la muestra de JA2 arrojó 63 991.666 mgO<sub>2</sub>/L de DQO, 1.6 veces mayor que JA2 y 1.2 veces que JA1. Los resultados arrojados de los lixiviados del bagazo arrojaron datos dentro de los registrados para otro tipo de lixiviados (20 000 a 80 000 mg/L-Robinson y Gronow 1993). En los lixiviados de café, sus rangos oscilan de 50 000 a 70 000 mg/L de DQO (Zambrano y Cardenas, 2000). Otros autores, como Tello y Fernández (2012), reportaron 28000mg/L de DQO en lixiviados de pecas de residuos sólidos urbanos.



**Figura 9.- Determinación de DQO**

Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas

Los lixiviados poseen propiedades fisicoquímicas de los lixiviados resultan tóxicos, sin embargo, pueden ser tratados mediante tratamientos biológicos, resulta que, a mayor concentración de DQO, mayor es el porcentaje de inhibición (Torres, Pizarro, 2010). Por lo tanto, para poder elegir un buen tratamiento de los lixiviados no es sencillo (Longsdon, 2002).

## CAPITULO VI.-CONCLUSIÓN

Actualmente, la generación de residuos agroindustriales son un problema global, ya que en la mayoría de los casos no son tratados adecuadamente, y es agravante en el proceso de la contaminación ambiental. No obstante, los residuos agroindustriales tienen un gran potencial para su uso en diversos procesos, como, el desarrollo de nuevos productos. Esto gracias a su variada composición química, y gracias a estos parámetros se pueden promover alternativas para el control de estos lixiviados agroindustriales.

En esta investigación se caracterizaron 3 lixiviados de residuos agroindustriales de 3 industrias procesadoras de jugo de la ciudad de Álamo Temapache Ver., donde los parámetros fueron similares a los reportados por otros autores, el pH oscilo de 3 a 3.7, ya que los cítricos rondan en pH ácidos, los sólidos totales fueron de 20 a 39 g/L de lixiviado, los SV de 60 a 70 g/L, las cenizas de 2.094 a 2.457 g/L y la demanda química de oxígeno fue de 38 000 a 60 000 mgO<sub>2</sub>/L. con estos resultados se pueden proponer soluciones de tratamiento de los residuos agroindustriales, antes de ser depositados a la interperie, ya que por su elevada DQO tiene a inhibir el crecimiento de los cultivos y/o plantas. Otro factor importante es lo ácido de este lixiviado, ya que también tienen un impacto negativo, ya que a pH ácidos afecta a absorción de los nutrientes del suelo y del propio lixiviado por las plantas, por lo tanto, Prasad y Power, (1997) establecen que el pH debe ser de 6.5 a 7 para obtener mejores rendimientos.

Por lo que la propuesta es; primero neutralizar lixiviado y posteriormente realizar un proceso biológico, para eliminar el exceso de DQO y así se pueda utilizar como abono orgánico.

## BIBLIOGRAFIA

- Abarca, C. S. (2007). Desarrollo De Un Aderezo A Partir De Un Cítrico. Obtenido De [Http://Sappi.Ipn.Mx/Cgpi/Archivos\\_Anexo/20060294\\_2868.Pdf](Http://Sappi.Ipn.Mx/Cgpi/Archivos_Anexo/20060294_2868.Pdf)
- Alexander, M. A. (2020). Desarrollo De Una Galleta A Partir De La Sustitución Parcial De Harina De Trigo Por Las Obtenidas De Las Cáscaras De Naranja (*Citrus × Sinensis*) Y Zanahoria (*Daucus Carota*). Obtenido De <Http://Repositorio.Ucsg.Edu.Ec/Bitstream/3317/15267/1/T-Ucsg-Pre-Tec-Cia-64.Pdf>
- Alonso M, Ramírez C Y Rigal L. (2012). Valorización De Residuos Agroindustriales Del Tequila Para Alimentación De Rumiantes. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente*, 18(3):449-457.
- Aloui, F.; Kchaou, S.; Sayadi, S. (2009). Tratamientos Físicoquímicos De Aguas Residuales Con Tensioactivos Aniónicos: Efecto Sobre La Biodegradabilidad Aeróbica. *J. Peligro. Madre.*, 164 , 353–359.
- Alzate M, Jiménez C Y Londoño J. (2011). Aprovechamiento De Residuo Agroindustriales Para Mejorar La Calidad Sensorial Y Nutricional De Productosavícolas. *Producción + Limpia*, 6(1):108-127.
- Amr, Ssa; Aziz, Ha; Adlan, Mn (2013). Optimización Del Tratamiento De Lixiviados Estabilizados Utilizando Ozono/Persulfato En El Proceso De Oxidación Avanzada. *Gestión De Residuos*.
- Aristizábal V. (2015). Jet Biofuel Production From Agroindustrial Wastes Through Furfural Platform. Trabajo De Grado, Universidad Nacional De Colombia, Manizales. Alonso M, Ramírez C Y Rigal L.
- Avilán, L., F. Leal Y D. Bautista. (1992). Manual De Fruticultura. Principios Y Manejo De La Producción. Editorial América. 2da Edición. Tomo Ii. Caracas. Venezuela. 1.203-1.319 Pp
- Azmi, Wh; Sharma, Kv; Mamat, R.; Najafi, G.; Mohamad, (2016). Ms La Mejora De La Conductividad Térmica Efectiva Y La Viscosidad Dinámica Efectiva De Los Nanofluidos: Una Revisión. *Renovar. Sostener. Energía Rev.53* , 1046–1058.
- Barbosa, A. M., Rocha, T. A., Saldarriaga, J. F., Estiati, I., Freire, F. B., & Freire, J. T. (2020). Alternative Drying Of Orange Bagasse In Vibrofluidized Bed For Use In Combustion.

Chemical Engineering And Processing-Process Intensification, 152107941.  
<https://doi.org/10.1016/j.cep.2020.107941>

Bashir, Mj; Aziz, Ha; Amr, Ssa; Sethupathi, Sap; Ng, (2015), California; Lim, Jw La Competencia De Diversas Estrategias Aplicadas En El Tratamiento De Lixiviados De Vertederos Municipales Tropicales. *Desalinización. Tratamiento De Agua.*, 2382–2395.

Bióloga, D. A. P. Z. (2021). Naranja, Características, Variedades, Propiedades Y Beneficios. Naranja Árbol. *Naturaleza Y Ecología*.  
<https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/tipos-de-frutas/naranja-tiposbeneficios-naranja-arbol>.

Briseño, L. (2017). Producción De Biogás A Través De La Codigestión De Residuos Sólidos Y Semisólidos: Hacia Una Planta Centralizada De Biogás Para La Generación De Energía. Obtenido De [https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/186/1/Producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s%20a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20codigesti%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20y%20semis%C3%B3lidos%20hacia%20una%20planta%20centralizada%20de%20biog%C3%](https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/186/1/Producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s%20a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20codigesti%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20y%20semis%C3%B3lidos%20hacia%20una%20planta%20centralizada%20de%20biog%C3%BA)

Calabrò, P. S., Fazzino, F., Sidari, R., & Zema, D. (2020). Optimization Of Orange Peel Waste Ensiling For Sustainable Anaerobic Digestion . *Renewable Energy*, 154 , 849-862.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.047>

Carbajal, L. M. B. (2013). Competitividad De Las Pequeñas Y Medianas Empresas (Pymes) Agroindustriales En Cítricos De Álamo, Veracruz. *Redalyc.Org*.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456045215005>

Carreira, M. (2022, 10 Junio). *Beneficios Y Propiedades De La Naranja Para La Salud Canalsalud*. Blog Salud Mapfre.

Cheremisinoff, N. P, 1996. *Biotechnology For Waste Y Wastewater Treatment* [Book]. - Weatwood, New Jerary : Noyes Publications.

Citrofrut. (07 De Febrero De 2023). *Conoce A La Naranja De Oro: La Naranja Valencia*. Obtenido De <https://citrofrut.com/noticias/conoce-a-la-naranja-de-oro-la-naranja-valencia/>.

Citrofrut. (2020). *Somos Productores Y Procesadores De Naranja Valencia*. Obtenido De <https://citrofrut.com/es/naranja-valencia.php>



- Cypriano, D. Z., Lopes Da Silva, L., & Tasic, L. (2018). High Value-Added Products From The Orange Juice Industry Waste. *Waste Management*, 79, 71-78. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.020>
- Da Silva, M. A. F., Da Boit Martinello, K., Knani, S., Lütke, S. F., Machado, L., Manera, C., Perondi, D., Godinho, M., Collazzo, G. C., Silva, L. F., & Dotto, G. L. (2022). Pyrolysis Of Citrus Wastes For The Simultaneous Production Of Adsorbents For Cu(Ii), H<sub>2</sub>, And D-Limonene. *Waste Management*, 152, 17–29.
- Diamadopoulou E (1994) Characterization And Treatment Of Recirculation-Stabilized Leachate. *Water Research* 28 (12): 2439-2445.
- Evaluación De La Generación De Lixiviados En Pacas Impermeabilizadas De Residuos Sólidos Urbanos. Experimento A Gran Escala Pilar Tello Espinoza Y Georgina Fernández Villagómez Posgrado En Ingeniería Ambiental, Facultad De Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma De México \*Autor Responsable; Ptello@Hpambiental.Com (Recibido Agosto 2011, Aceptado Diciembre 2011)
- Eyras Mc; Defosse Ge; Dellatorre F (2008). Seaweed Compost As An Amendment For Horticultural Soils In Patagonia, Argentina. *Compost Science & Utilization*, 16(2):119-124.
- Febles, I. M. (2017). *La Naranja, Origen, Propiedades Y Beneficios* . Obtenido De [http://www.guerrillero.cu/la-naranja-origen-propiedades-y-beneficios-](http://www.guerrillero.cu/la-naranja-origen-propiedades-y-beneficios/) I/#:~:Text=La%20naranja%20es%20una%20fruta,O%20el%20sureste%20de%20china.
- Galindo-Segura, L. A., Pérez-Vázquez, A., Ramírez-Martínez, A., López Romero, G., & Gómez-Merino, F. C. (2023). El Manejo Del Bagazo De Naranja En La Zona Centro Del Estado De Veracruz. *Terra Latinoamericana*, 41, 1-8. E1673. <https://doi.org/10.28940/Terra.V41i0.1673>
- Galindo-Segura, L. A., (2016). Pérez-Vázquez, A., Ramírez-Martínez, A., López-Romero, G., & Gayosso Rodríguez Et Al. Sales En Lavados De Fibra De Coco *Ciencia Y Tecnol. Agrop. México* Vol. 4 Núm. 1: 20-26
- Gómez-Meriño, F. C. (2023). El Manejo Del Bagazo De Naranja En La Zona Centro Del Estado De Veracruz. *Terra Latinoamericana*, 41 <https://doi.org/10.28940/Terra.V41i0.1673>

- González, R. (2022). 8 Propiedades Medicinales De La Cáscara De Naranja. *Nuestra Raíz*.  
<https://Nuestraraizmexico.Com/Blogs/News/8-Propiedades-Medicinales-De-Lacascara-De-Naranja>
- Hernández, I. V. (2014). Fortificación De Cáscara De Naranja (C. Sinensis Var Valencia) Por Impregnación Con Miel. Obtenido De  
<https://Cdigital.Uv.Mx/Bitstream/Handle/123456789/46746/Lopezhernandezveronica.Pdf;Jsessionid=7d43da672ce457f0c79165769dfb1e01?Sequence=2>
- Hernández-Salas J., Villa-Ramírez Ms, Veloz-Rendón Js, Rivera-Hernández Kn, González-César Ra, Plascencia-Espinosa Ma, Trejo-Estrada Sr,. (2009). Hidrólisis Y Fermentación Comparativas De Caña De Azúcar Y Bagazo De Agave. *Biores. Tecnología* ; 100 : 1238-1245.
- Huamani Tueros, F. A. (2017). Caracterización De Lixiviados Obtenidos A Partir De Los Residuos Orgánicos, En El Aa. Hh Santa Rosa Del Sauce 2017.
- Inanc B, Calli B, Saatci A (2000) Characterization And Anaerobic Treatment Of The Sanitary Landfill Leachate In Istanbul. *Water Science And Technology* 41 (3): 223-230.
- Isabel, Z. C. (2014). Concepto De Naranja. Obtenido De Facultad Ciencias Agropecuarias Especialidad Agroindustrias: <https://Core.Ac.Uk/Download/Pdf/157800119.Pdf>
- Katerji N; Van Hoorn Jw; Hamdy A; Mastroilli M., (2000). Salt Tolerance Classification Of Crops According To Soil Salinity And To Water Stress Day Index. *Agricultural Water Management*, 43(1):99-109.
- Li, Y., Tang, C., & He, Q. (2021). Effect Of Orange (Citrus Sinensis L.) Peel Essential Oil On Characteristics Of Blend Films Based On Chitosan And Fish Skin Gelatin. *Food Bioscience*, 41, 100927. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100927>
- London, G. (2002). Guía Para La Selección De Procesos De Tratamiento De Agua.
- Mahmud Ma, Anannya Fr. (2021)., Sugarcane Bagasse - A Source Of Cellulosic Fiber For Diverse Applications. *Heliyon*. Aug 13;7(8):E07771. Doi: 10.1016/j.heliyon.2021.E07771. Pmid: 34458615; Pmcid: Pmc8379461.

- Mahmud, M. A., & Anannya, F. R. (2021). Sugarcane Bagasse - A Source Of Cellulosic Fiber For Diverse Applications. *Heliyon*, 7(8), E07771. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.E07771>
- Mariana, O., Omarini, A. B., José-Andrés, G., Micaela, B., Julio, Z., Javier, B., Roy, D., Ludmila, L., Marcelo, B., Ariel, C. C., Pejchinovski, I., & Marcelo, F. H. (2023). Valorization Routes Of Citrus Waste In The Orange Value Chain Through The Biorefinery Concept: The Argentina Case Study. *Chemical Engineering And Processing*, 189, 109407.
- Marisa, N. (2020). El Origen De La Naranja. Naranjas Marisa. <https://naranjasmarisa.com/el-origen-de-la-naranja/>
- Martinez-Fernandez, N.-C. (2017). Caracterización Físicoquímica De Desechos De Naranja (Citrus Sinensis) Y Lechuga. *Revista De Energía Química Y Física*, 49-56.
- Mayor Torrez, T. (2018). Caracterización De Lixiviados Como Alternativa Que Contribuya A La Mitigación De Contaminantes. *Ion*.
- Méndez Novelo, R. I., García Reyes, R. B., Castillo Borges, E. R., & Sauri Riancho, M. R. (2010). Tratamiento De Lixiviados Por Oxidación Fenton. *Ingeniería E Investigación*, 30(1), 80-85
- Montenegro S, Ararat M Y Betancur J. (2015). Cachaza Y Carbonilla: Residuos Agroindustriales Con Potencial De Fertilización Biológica Nitrogenada. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 6(1):84-90.
- Murillo E, Sánchez W Y Méndez J. (2010). Potencial Antioxidante De Residuos Agroindustriales De Tres Frutas De Alto Consumo En El Tolima. *Scientia Et Technica*, 17(46):138-143.
- Murillo E, Sánchez W Y Méndez J. 2010. Potencial Antioxidante De Residuos Agroindustriales De Tres Frutas De Alto Consumo En El Tolima. *Scientia Et Technica*, 17(46):138-143.
- Murphy, C. (2019). Todo Sobre La Naranja. *Spanish Fruits & Delicacies*. <https://www.spanishfruitsanddelicacies.com/blogs/news/la-naranja-fuente-de-salud>
- Naik, B., Kumar, V., Rizwanuddin, S. *Et Al*. (2023). Residuos Agroindustriales: Un Sustrato Rentable Y Ecológico Para Producir Amilasa. *Proceso De Producción De Alimentos Y Nutr* 5 , 30 <https://doi.org/10.1186/S43014-023-00143-2>
- Nores, M. R. (2020). *Lixiviados: La Importancia De Una Gestión Eficiente*. Obtenido De <https://es.linkedin.com/pulse/lixivados-la-importancia-de-una-gesti%C3%B3n-eficiente-rey-nores>

- Norma Mexicana Nmx-Aa-034-Scfi-2015 Análisis De Agua - Medición De Sólidos Y Sales Disueltas En Aguas Naturales, Residuales Y Residuales Tratadas – Método De Prueba (Cancela A La Nmx-Aa-034-Scfi-2001)
- Ozcurt, I., Altinbas, M.; Arıkan, O. (1999) Pollution Problems Of Sanitary Landfill Leachat And Treatment Techniques. Proceedings Of Civil Management, Human And Enviromental Problems Symposium 99. 17-18 February, Istambul, Turkey.
- Padilla-Camberos, E., Sanchez-Hernandez, I. M., Torres-Gonzalez, O. R., Del Rosario Gallegos-Ortiz, M., Méndez-Mona, A. L., Baez-Moratilla, P., & Floresfernández, J. M. (2022). Natural Essential Oil Mix Of Sweet Orange Peel, Cumin, And Allspice Elicits Anti-Inflammatory Activity And Pharmacological Safety Similar To Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs. *Saudi Journal Of Biological Sciences*, 29(5), 3830
- Palma D, Zavala J, Cámara J, Ruiz E Y Salgado S. (2016). Uso De Residuos De La Agroindustria De La Caña De Azúcar (Saccharum Spp.) Para Elaboración De Abonos Orgánicos. *Agroproductividad*, 9(7):29-34.
- Pantoja, V. (2016). *Utilización Del Bagazo De La Caña De Azúcar Para La Fabricación De Complementos Decorativos Para El Hogar*". Obtenido De <File:///C:/Users/Lucia%20marinez/Downloads/76123.Pdf>
- Pardo, S. C. (2023). *Valorización De Lixiviados Provenientes De Residuos Orgánicos Usados En La Producción De Etanol En El Departamento De Santander* . Obtenido De <Https://Noesis.Uis.Edu.Co/Server/Api/Core/Bitstreams/43edcf0b-597c-4076-B2f6-378f6f3a7011/Content>
- Perea, E. (2023). Producción De Naranja Cae 50% En Veracruz; Estiman Pérdidas Por 16 Mil Mdp. *Imagen Agropecuaria*.
- Pérez Porto, J. G. (2020). Obtenido De <Https://Definicion.De/Naranja/#:~:Text=La%20naranja%20es%20el%20fruto,Fruta%20con%20diversas%20propiedades%20medicinales>.
- Pillay G. – (1985)., Etude Des Proprietes D'adsorption Des Mdchfers D'incineration Cl'ordures Menageres. Application A Reparation Des Lixiviats De Decharge, Lyon: Institut National Des Sciences Appliquees De Lyon, , Pp. 12-129.

- Portillo., S. R. (2020). *Lixiviados: Definición, Ejemplos Y Tratamiento*. Obtenido De <https://www.ecologiaverde.com/lixiviados-definicion-ejemplos-y-tratamiento-2713.html>
- Prasad, R. And Power, J. F. (1997). *Soil Fertility Management For Sustainable Agriculture*. Lewis Publishers. Boca Raton. New York. 356p.
- Prisco Jt; Oleary Jw (1970). Osmotic And Toxic Effects Of Salinity On Germination Of Phaseolus Vulgaris L. Seeds. *Turrialba*. 20(2):177- 184.
- Ramírez S. (2012). Aprovechamiento De Residuos Agroindustriales, Cascarrilla De Arroz (Oriza Sativa) Y Residuos De Papa (*Solanun Tuberosun*) Para La Producción De Trichoderma Spp. Trabajo De Grado, Universidad Técnica De Ambato, Ambato
- Ramírez, D. G. (2023). Beneficios De La Naranja, Propiedades Y Cómo Consumirla. Obtenido De <https://www.tuasaude.com/es/beneficios-de-la-naranja/>
- Restrepo M. (2006). Producción Más Limpia En La Industria Alimentaria. *Producción + Limpia*, 1(1):87-101
- Robinson H.D. Y Gronow J.R. (1993). Review of Landfill Leachate Composition In The Uk. *Proceedings Sardinia. Fourth International Landfill Symposium, Cagliari, Italy*, 821-832.
- Roger Iván Méndez Novelo, E. R. (2009). Comparación De Cuatro Tratamientos Fisicoquímicos De Lixiviados. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*.
- Rosas D, Ortiz H, Herrera J Y Leyva O. (2016). Revalorización De Algunos Residuos Agroindustriales Y Su Potencial De Aplicación A Suelos Agrícolas. *Agroproductividad*, 9(8):18-23.
- Saval S. (2012). Aprovechamiento De Residuos Agroindustriales: Pasado,Presente Y Futuro. *Bio-Tecnología*, 16(2):14-16.
- Semarnat , Secretaria De Medio Ambientes Recursos Naturales
- Sharma, P., Vishvakarma, R. P., Gautam, K., Vimal, A., Gaur, V. K., Farooqui, A., Varjani, S., & Younis, K. (2022). Valorization Of Citrus Peel Waste For The Sustainable Production Of Value-Added Products. *Bioresource Technology*, 351, 127064.
- SIAP. (2019). Servicio De Información Agroalimentaria Y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

- Sierra, H. (1996). *Efecto De La Recirculacion De Lixiviados En La Velocidad De Composteo*.  
Obtenido De
- Solís-Castro, Z. Y.-A. (2018). La Conductividad Como Parámetro Predictivo De La Dureza Del Agua En Pozos Y Nacientes De Costa Rica. *Tecnología En Marcha*,, 35-46.
- Tamayo, L. V. (2019). *Tratamiento De Lixiviados De Relleno Sanitario Por Medio De*. Obtenido De [https://Ciencia.Lasalle.Edu.Co/Cgi/Viewcontent.Cgi?Article=2156&Context=Ing\\_Ambiental\\_Sanitaria](https://Ciencia.Lasalle.Edu.Co/Cgi/Viewcontent.Cgi?Article=2156&Context=Ing_Ambiental_Sanitaria)
- Tello Espinoza Pilar Y Fernández Villagómez Georgina (2012) Evaluación De La Generación De Lixiviados En Pacas Impermeabilizadas De Residuos Sólidos Urbanos. Experimento A Gran Escala. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 Sup. (1) 83-87, 2012
- Torres, C. A. G., & Millán, Y. P. (2015). Caracterización Del Lixiviado Agroecológico A Partir De Residuos Orgánicos De Cultivos. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 6(2), 169-182.
- Torres, Pizarro, A., (2010). Actividad Metagémica Específica: Una Herramienta De Control Y Optimización De Sistemas De Tratamiento Anaerobio De Aguas Residuales. *Ingeniería De Recursos Naturales Y Del Ambiente Vol.9 P 5-14*
- Tralhão, L.; Coutinho-Rodrigues, J.; Alçada-Almeida, L. (2010) Un Enfoque De Modelado Multiobjetivo Para Localizar Contenedores Multicompartimentos Para Residuos Urbanos Clasificados. *Gestión De Residuos.*, 30, 2418–2429.
- Trujillo, U. (2012). *Analisis Bromatológico Del Bagazo De La Naranja* . Obtenido De [Http://Repositoriodigital.Tuxtla.Tecnm.Mx/Xmli/Bitstream/Handle/123456789/2832/Mdrpiq2012044.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](http://Repositoriodigital.Tuxtla.Tecnm.Mx/Xmli/Bitstream/Handle/123456789/2832/Mdrpiq2012044.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
- Vadillo Pérez, C. C. (1998). *Contaminación Por Lixiviados De Vertederos De Residuos Sólidos Urbanos En Acuíferos Carbonatados:Vertedero De La Mina (Provincia De Málaga)*. Obtenido De Departamento De Geología. Facultad De Ciencias. Universidad De Málaga: [Https://Aguas.Igme.Es/Igme/Publica/Pdflib3/Vadillo.Pdf](https://Aguas.Igme.Es/Igme/Publica/Pdflib3/Vadillo.Pdf)
- Valorización De Residuos Agroindustriales Del Tequila Para Alimentación De Rumiantes. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente*, 18(3):449-457.

- Vergara J. 2015. Estudio Comparativo Del Rendimiento De Furfural A Partir De Diferentes Residuos Agrícolas (Cascarilla De Arroz, Bagazo De Caña, Zuro De Maíz). Trabajo De Grado, Universidad De Guayaquil, Guayaquil.
- Zai, M.; Ferchichi, M.; Ismai, A.; Jenayeh, M.; Hammami, H. (2004)., Rehabilitación Del Vertedero De El Yahoudia, Túnez. *Gestión De Residuos.* , 24 , 1023–1034.
- Zambrano F., D.A.; Cárdenas C., J. (2000)., Manejo Y Tratamiento Primario De Lixiviados Producidos En La Tecnología Becolsub. Chinchiná : Cenicafé,. 8 P. (Avances Técnicos No. 280)
- Zambrano, Franco, D. A., Cardenas, Cardenas, J. (2000) .Manejo En El Tratamiento Primario De Lixiviados Producidos En Latecnologia Becolsub. Federacion General De Cafeteros De Colombia
- Zhang, X., Zhaoju, Z., Ren, S., Yuchan, D., Xu, J., Zhang, S., Gao, J., & Zhang, Q. (2022). Metabolomic Navigated Citrus Waste Repurposing To Restore Amino Acids Disorder In Neural Lesion. *Food Chemistry*, 387, 132933.