



Universidad de Concepción del Uruguay
Centro Regional Rosario
Facultad de Ciencias Agrarias

LICENCIATURA EN BROMATOLOGÍA

“DETERMINACIÓN DE METAL PLOMO EN SUELO Y EN TOMATES CHERRY”

(Lycopersicum esculentum)

SAMANTA JESICA AGÜERO

Tesis presentada para completar los requisitos del plan de estudios de la
Licenciatura en Bromatología

Directora de Tesina: LORENA C. PIRONA

Contenido

INDICE DE IMÁGENES Y TABLAS	3
RESUMEN	4
GLOSARIO	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO DEL TRABAJO	11
HIPÓTESIS	13
ANTECEDENTES	14
Caracterización del contaminante:	14
Características Físicas:	17
Toxico cinética y rol biológico:	18
Técnicas para determinar plomo	21
Valores máximos aceptables de Plomo y Cadmio en humanos	21
Efectos del Plomo en la Salud	23
Efectos ambientales del Plomo	27
DESARROLLO	29
Caracterización del sitio:	29
EXPERIMENTACIÓN: Materiales y Métodos	32
Metodología para la determinación de Plomo	32
Equipamiento necesario:	33
INVESTIGACION DE PLOMO EN TOMATE CHERRY ENANO <i>Lycopersicum esculentum</i>	35
Características del fruto:	35
Frutos:	36
COMPOSICION QUIMICA DEL TOMATE	37
Temperaturas optimas:	38
Suelo requerido:	38
Luz requerida:	39
Siembra:	39
Riego :	39
Abonado o fertilización:	40
Entutorado o tutorado del tomate:	40
Plagas habituales del tomate:	41
Enfermedades habituales del tomate:	41
Recolección: -Duración del cultivo de 140 a 200 días.	42
Principales criterios de elección:	42
Principales tipos de tomate comercializados:	42
EXPERIMENTACIÓN	43
Equipamiento utilizado:	46
INFORME DE PROTOCOLO ANALÍTICO	47
RESULTADOS ESPERADOS	49
CONCLUSIÓN FINAL	49
BIBLIOGRAFÍA	51

INDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

- I. *Ubicación geográfica de la localidad de San Gregorio - Departamento General López - Provincia de Santa Fe*
- II. *Formas de ingreso de plomo al cuerpo humano*
- III. *Región sur de la provincia de Santa Fe*
- IV. *Imagen satelital - Ameghino 719, San Gregorio, Sur de Santa Fe*
- V. *Fuentes de exposición al plomo – OMS*
- VI. *Rangos y contenidos medios de Plomo en vegetales de consumo*
- VII. *Toxicidad del plomo-OMS*
- VIII. *Efectos de la exposición al plomo en niños*

- IX. *Plombemia en operarios de Coronel Domínguez*

- X. *Plomo en polvo urbano recogido en calles de Manchester*
- XI.
- XII. *PAISES CON CONTROL DE PLOMO EN PINTURAS*

- XIII. *Imagen división de parcela*

- XIV. *Lycopersicum esculentum*

- XV. *Composición Química del tomate*

- XVI. *Cultivo anual del tomate*

- XVII. *Imagen de la huerta. Detrás se observan depósitos de cajas de baterías y objetos oxidados que contribuyen a la contaminación de la huerta*

- XVIII. *Imagen lateral de la huerta*

- XIX. *Planta de tomate cherry*

- XX. *Muestra de tomates*

RESUMEN

La presente investigación surge gracias al cultivo de distintos frutos destinados a consumo humano en una parcela en la que se realizaba el armado de baterías para automóviles durante más de 15 años.

Suponiendo una contaminación segura de los vegetales de la huerta, la propuesta es el estudio del principal metal pesado presente en baterías con contenido de plomo, como óxido de plomo.

Se detallarán las características del contaminante, su rol biológico en el cuerpo humano y las consecuencias que trae su ingestión indirecta y también las características del suelo en el que se lleva a cabo la huerta, que es en la localidad de San Gregorio, en el sur de la provincia de Santa Fe.

Por último se encuentran descriptas las experimentaciones llevadas a cabo para tomar muestras del suelo y luego en tomates cherry, que son el fruto en el que fue enfocado este trabajo.

En los informes de los protocolos analíticos, se podrá constatar la absorción y bioacumulación de plomo en suelo y tomates, ya que el armado de baterías en esa misma superficie no se realiza hace más de 20 años.

GLOSARIO

KM: Kilómetros

Ecotono: se denomina a una zona de transición entre dos ecosistemas diferentes o fronteras ecológicas. Es la zona de máxima interacción, y por lo tanto con mayor riqueza biológica.

Fitogeográficas: se define como una rama de la biogeografía, y ésta a su vez incorpora elementos de la biología y la geografía.

Mm: Milímetros

Hapludol Éntico: Tipo de suelo predominante en el sur de Santa Fe

NE-SO: Noreste- Sudoeste

Ppb: Partes por billón

CMP: 0,05 mg/ m³ (Dcto 295/03)

mg/m³: miligramo por metro cubico

IARC: Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

OMS: Organización Mundial de la Salud

ITSP: Ingesta tolerable seminal provisional

ug/ Kg: Microgramo por kilogramo

kg/dm³: Kilogramo por decímetro cúbico

mcg/día: microgramo por día

Hematíes: Glóbulos rojos

mg kg⁻¹: miligramo por cada kilo

EAA/ HG: Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito.

Tricomias simples: Los tricomas son apéndices epidérmicos con diversa forma, estructura y función. Son útiles en taxonomía, para caracterizar especies, géneros.

Pecioladas: El pecíolo o peciolo es el rabillo que une la lámina de una hoja a su base foliar o al tallo.

Bipinatisectas: Se denomina así a la hoja de nervadura pinnada, cuando está tan profundamente dividida, que los segmentos resultantes alcanzan el nervio medio.

Lóculos: Cavidad del ovario o del fruto en la que están dispuestos las semillas.

Aporcado: La labor de aporcado consiste en recoger tierra en el entorno de la planta y amontonarla junto a ella haciendo un pequeño montículo.

Plantas heliófilas: que precisan una fuerte iluminación. Son las llamadas "plantas de exterior" o plantas de sol.

INTRODUCCIÓN

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, traslocar y acumular nutrientes (*Lasat, 2000*), sin embargo, algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos, traslocados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos.

La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso de su entrada en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen de (1) el movimiento de los metales desde la solución suelo a la raíz de la planta, (2) el paso de los metales por las membranas de las células corticales de la raíz, (3) el transporte de los metales desde las células corticales al xilema desde donde la solución con metales se transporta de la raíz a los tallos, y (4) la posible movilización de los metales desde las hojas hacia tejidos de almacenamiento usados como alimento (semillas, tubérculos y frutos) por el floema. Después de la absorción por los vegetales los metales están disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria (*John y Leventhal, 1995*).

Otro mecanismo de ingreso de sustancias potencialmente tóxicas a las plantas, como los metales pesados, es mediante la absorción foliar. La disponibilidad a través de las hojas de algunos elementos traza provenientes de fuentes aéreas puede tener un impacto significativo en la contaminación de las plantas y también es de particular importancia en la aplicación de fertilizantes foliares

(Kabata – Pendias, 2000). La absorción foliar es mediada por una fase de penetración cuticular y un mecanismo de carácter metabólico que considera la acumulación de los elementos contra un gradiente de concentración.

Las especies vegetales, incluidos algunos cultivos, tienen la capacidad de acumular metales en sus tejidos. Las plantas capaces de absorber y acumular metales por sobre lo establecido como normal para otras especies en los mismos suelos se llaman hiperacumuladoras y se encuentran principalmente en suelos que son ricos en metales por condiciones geoquímicas naturales o contaminación antropogénica. Las plantas hiperacumuladoras generalmente tienen poca biomasa debido a que ellas utilizan más energía en los mecanismos necesarios para adaptarse a las altas concentraciones de metal en sus tejidos (Kabata –Pendias, 2000).

La capacidad de las plantas para bioacumular metales y otros posibles contaminantes varía según la especie vegetal y la naturaleza de los contaminantes. Los tallos de arveja (*pisum sativum*) acumulan más cadmio que plomo en suelos tratados con dosis crecientes de metales. Estas diferencias en la absorción de metales puede ser atribuida a la capacidad de retención del metal por el suelo y a la interacción planta-raíz-metal (Naidu et al. 2003). El comportamiento de la planta frente a los metales pesados depende de cada metal.

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una

importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.

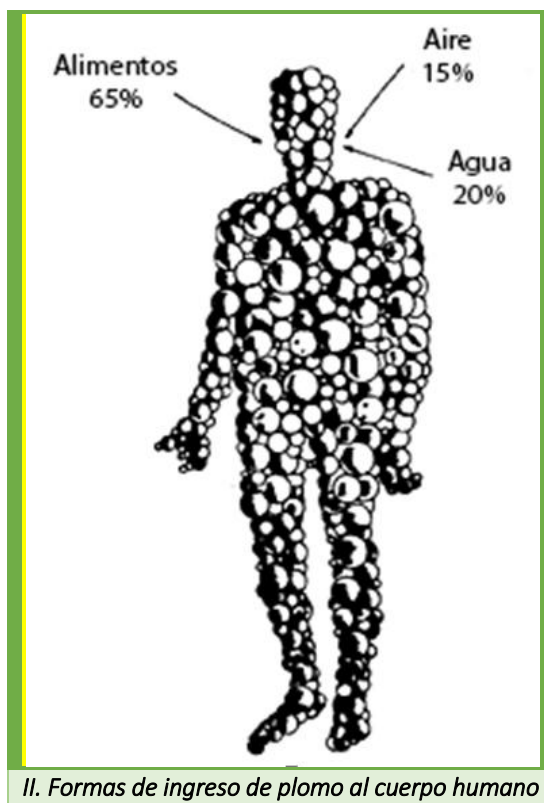
Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo.

Más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. También puede contener plomo el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o con soldadura a base de este metal.

En la actualidad, buena parte del plomo comercializado en los mercados mundiales se obtiene por medio del reciclaje.

En este caso, como actividad humana, entiéndase en una superficie muy próxima a la huerta, el armado de baterías para automóviles con placas de óxido de plomo entre otros componentes, lo que supone una contaminación segura de ese suelo y por ende de las verduras que produce la huerta familiar para consumo diario.

El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede ingresar en el cuerpo humano a través de alimentos (65%), agua (20%) y aire (15%).



La exposición al plomo es nociva para algunas partes del organismo, siendo las más afectadas el cerebro y el sistema nervioso, los riñones, la sangre y el sistema reproductor en ambos sexos.¹

En determinadas formas (Pb^{+2}), se considera que el plomo pudiera ser cancerígeno y existe algo de preocupación por su influencia negativa sobre el desarrollo del feto y de la capacidad mental de los niños pequeños, que podrían sufrir alteraciones en su coeficiente intelectual. Ahora bien estos

¹ <https://saluddelplanetatierra.weebly.com/efectos-del-plomo-sobre-la-salud-humana.html>

síntomas clínicos solo se encuentran en individuos expuestos muy intensamente al plomo.

La Organización Mundial de la Salud ha incluido el plomo dentro de una lista de diez productos químicos causantes de graves problemas de salud pública que exigen la intervención de los Estados Miembros para proteger la salud de los trabajadores, los niños y las mujeres en edad fecunda.

Actualmente la OMS elaborando una serie de directrices para la prevención y el tratamiento de la intoxicación por plomo; su finalidad es ofrecer a los responsables de la formulación de políticas, las autoridades de salud pública y los profesionales sanitarios una orientación de base científica sobre las medidas que se pueden adoptar para proteger la salud de la población, tanto infantil como adulta, frente a la exposición al plomo.

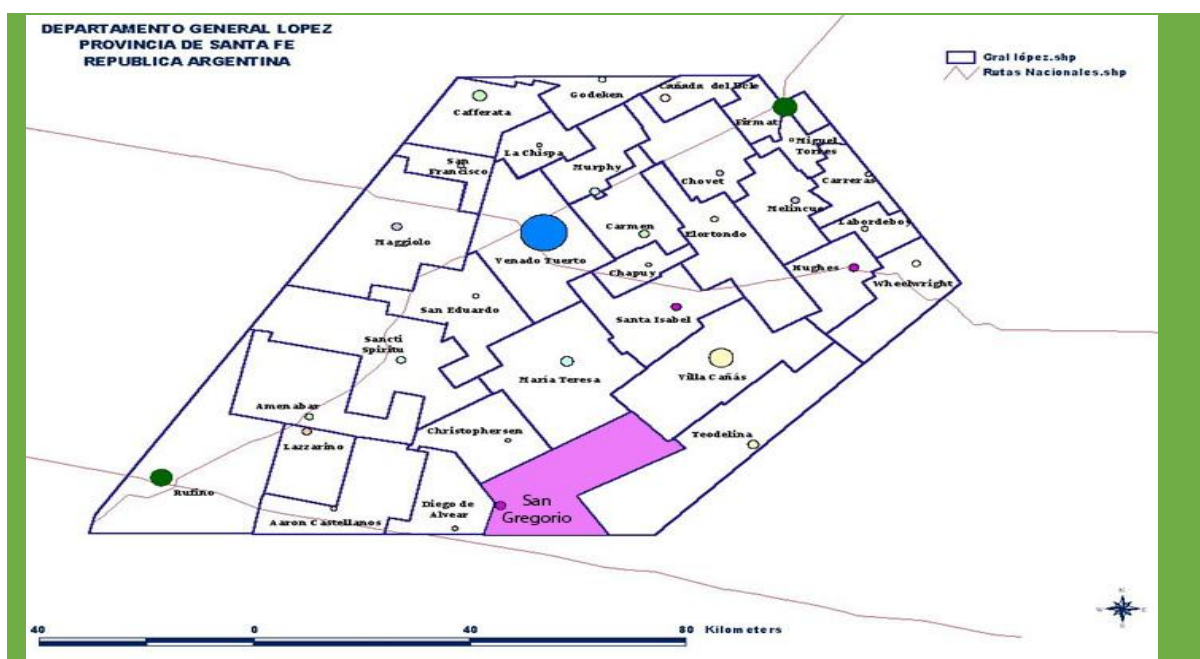
OBJETIVO DEL TRABAJO

A partir de suelo contaminado con Plomo, debido al uso de este metal para la fabricación de baterías para autos y luego de no haber protegido el suelo y suponiendo el impacto ambiental del mismo, se llevará a cabo una investigación que confirme su presencia a raíz de un cambio de uso de suelo de industrial a agrícola, ya que la misma superficie donde se trabajaba en el armado de baterías se utilizará como huerta domestica.

La contaminación sobre el suelo se produjo de forma directa, debido a los derrames accidentales en la manipulación de óxido de plomo, combinado con ácido sulfúrico 1250, entre otros elementos, durante más de 15 años sobre el terreno donde se realizara la huerta.

Una vez confirmada la presencia del plomo en suelo, se procederá a una segunda instancia de investigación en la que nos interesa conocer si el metal es absorbido por los frutos de esta huerta, puntualmente analizaremos tomates cherry *Lycopersicum esculentum*.

Dicha huerta se llevará a cabo en la localidad de San Gregorio, departamento General López, al sur de la provincia de Santa Fe, en el límite con el norte de la provincia de Buenos Aires. Esta localidad de 55.000 hectáreas divididas en 138 manzanas, se encuentra a 242 km de la ciudad de Rosario.



1. Ubicación geográfica de la localidad de San Gregorio - Departamento General López - Provincia de Santa Fe

HIPÓTESIS

Debido a la acción de diferentes actividades industriales es posible la contaminación de suelo con altos niveles de este Plomo.

En esta investigación se intentara detectar y cuantificar el contenido de plomo en suelo en una primera etapa.

Luego, como los frutos son capaces de absorción y bioacumulación de metales pesados, **suponemos que encontraremos restos de Plomo también en tomates**, por lo que los analizaremos.

De confirmarse, este será el medio con el que este metal ingresa a nuestro organismo por vía oral.

No existen antecedentes bibliográficos de contaminación de plomo en huertas.

Planteo de hipótesis: Se intentará determinar, a partir de la siembra de tomates cherry *Lycopersicum esculentum* en suelo contaminado con Plomo, si los tomates cherry absorberán el contaminante, pudiendo transferirse de esta forma a humanos por la ingesta de los mismos.

ANTECEDENTES

Caracterización del contaminante:

El plomo pertenece al grupo de elementos metálicos conocido como metales del bloque p que están situados junto a los metaloides o semimetales en la tabla periódica.

Este tipo de elementos tienden a ser blandos y presentan puntos de fusión bajos, propiedades que también se pueden atribuir al plomo, dado que forma parte de este grupo de elementos.

El plomo es una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo afectando a diversos sistemas del organismo, con efectos especialmente dañinos en los niños de corta edad.

Este metal se distribuye por el organismo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos y se deposita en dientes y huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo.

Para evaluar el grado de exposición humana, se suele medir la concentración de plomo en sangre.

El plomo presente en los huesos es liberado hacia la sangre durante el embarazo y se convierte en una fuente de exposición para el feto.

No existe un nivel umbral de exposición al plomo que pueda considerarse seguro.²

La exposición a este metal es prevenible.

En agua los compuestos inorgánicos del plomo son virtualmente insolubles en agua con excepción del $Pb(NO_3)_2$ y del $Pb(CH_3COO)_2$

Fuentes de exposición



V. Fuentes de exposición al plomo - OMS

- Ocupacional: Fundición de mineral (Blenda), fábrica de acumuladores, metalurgia del plomo y del zinc, pigmentos, reciclado de baterías, soldaduras.
- No ocupacional: agua, alimentos

² <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

- Niveles guía de Calidad de Agua de Consumo: 50 ppb (C. A. A.)
- CMP: 0,05 mg/ m³ (Dcto 295/03)
- Concentración Admisible para Períodos Largos (24 hs): 0,001 mg/m³
(Res N° 201/04-ANEXO 1 – Prov. Santa Fe)

Diversos estudios demostraron que la disminución de los niveles ambientales de Plomo ha ido correlacionado directamente con una disminución significativa del Plomo en los alimentos.

Los alimentos con mayor contenido de Plomo son las verduras, luego los cereales, tubérculos y frutas. También la carne, pescados y mariscos, hígado y riñón.

Es muy importante la presencia de Plomo en músculo y vísceras de animales de caza habiendo diferencias entre los ánades (patos) y animales de caza que no viven en zonas húmedas. Estas diferencias obedecen a la forma de cazarlos y/o a los hábitos alimenticios propios de cada especie más que a diferencias cinéticas. La cantidad de Plomo depositada en hígado y riñón se incrementa con la edad del animal.

La IARC (Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer) cataloga al Plomo inorgánico en el Grupo 2B (Posible Cancerígeno) mientras que para el Plomo orgánico en el Grupo 3 (No hay evidencias suficientes).

La FAO / OMS establece una ITSP de 25 ug/ Kg equivalente a 214 ug/ día para una persona de 60 kg.

Compite con el Calcio en la absorción, distribución y depósito óseo.

La vida media de este material es de 20 años en el cuerpo humano.

Es importante mencionar que se trata de un elemento tóxico y peligroso para la



salud humana, resultando mortal si se inhala, se ingiere o si existe una intensa y prolongada exposición a determinadas formas del elemento.

Características Físicas:

- El plomo en su forma natural es sólido. Es un elemento químico de aspecto gris azulado.
- El número atómico es 82. Su peso atómico es 207,21.
- El símbolo químico del plomo es Pb.
- El punto de fusión del plomo es de 600,61 grados Kelvin o de 328,46 grados celsius o grados centígrados
- El punto de ebullición del plomo es de 2022 grados Kelvin o de 1749,85 grados Celsius o grados centígrados.
- Es poco soluble en agua. Su densidad es de 11,34 kg/dm³.
- En las baterías para automóviles el plomo se encuentra mayormente en su estado de oxidación Pb⁺², como óxido de plomo.

Toxico cinética y rol biológico:

El plomo inorgánico se absorbe por la vía respiratoria y la digestiva. Los compuestos orgánicos se absorben, además, vía cutánea.

Generalmente, la absorción gastrointestinal está en torno al 10 % de la dosis ingerida, pero en niños puede llegar al 50 %, y aumenta aún más si hay déficit de hierro, calcio o zinc.

La absorción pulmonar varía con la dimensión de las partículas y volumen corriente respiratorio.³

Un adulto sin riesgo profesional, puede ingerir hasta 100 mcg/día de plomo, procedentes de la comida y agua potable. Años atrás, en los Estados Unidos., se han medido dosis ingeridas diarias de hasta 300 mcg/día. Dado que la capacidad de excreción de plomo es limitada, se calcula que con una dosis superior a 100 mcg/día, se puede producir un acúmulo continuo de plomo. Sin embargo, para que se lleguen a producir síntomas, el acúmulo debe ser mayor, y se han de ingerir 500 mcg o más cada día de plomo.

En los niños, dada su mayor absorción, este balance positivo, se producirá con ingestiones superiores a los 5 mcg/kg/día.

Para un adulto, la dosis letal en intoxicación aguda, es de 0,5 gramos.

³ <https://www.uninet.edu/tratado/c100804.html>

Una vez absorbido, el plomo circula en sangre periférica, transportado por los hematíes en un 95%. Se distribuye con lentitud y se deposita en un 90% en los huesos, donde es relativamente inactivo. El 10% restante se distribuye por otros órganos, especialmente cerebro, hígado y riñones.

Del 80 al 90 % del plomo se elimina por las heces. El restante 10% se elimina por orina, por un proceso de filtración y posiblemente de excreción activa por los túbulos renales. Pequeñas cantidades de plomo se eliminan con el pelo, las uñas, sudor, y saliva.

El plomo puede atravesar la placenta, la barrera hemato-encefálica y puede encontrarse en la leche humana.

Se considera que la vida media del plomo circulante es de unos 2 meses, pero la del depositado en los huesos puede aproximarse a los 30 años.

El plomo orgánico (tetraetilo), que es el que está presente en combustibles, es metabolizado a trietilo (un potente neurotóxico) y plomo inorgánico, el cual sigue la cinética antes mencionada.

Fitotoxicidad del Plomo

El plomo varía en los horizontes superficiales del suelo en un rango de 3 a 189 mg kg⁻¹, mientras que los valores medios para tipos de suelo varían entre 10 a 67 mg kg⁻¹, con un promedio de 32 mg kg⁻¹.

(Davies,1977) estableció que el límite superior para el contenido de Pb de un suelo normal podría ser 70 mg kg⁻¹.La solubilidad del Plomo puede disminuir mediante el encalado.

En condiciones alcalinas precipita como hidróxido, fosfato o carbonato, y también se promueve la formación de complejos orgánicos estables de Plomo. La acidez creciente del suelo puede aumentar la solubilidad de Plomo, pero su movilización generalmente es más lenta que su acumulación en las capas de suelo ricas en materia orgánica. La localización característica del Plomo cerca de la superficie del suelo, se relaciona principalmente con la acumulación superficial de materia orgánica.

En suelos contaminados con Plomo, éste se encuentra comúnmente asociado a Cd y Zn (*Hettiarachchi y Pierzynski, 2002*)

La barrera suelo-planta limita la trasmisión de Plomo a la cadena alimenticia, ya sea por procesos de inmovilización química en el suelo (*Laperche et al, 1997*), o limitando el crecimiento de las plantas antes que el Plomo absorbido alcance niveles que pueden ser dañinos para el ser humano.

La absorción y translocación de Plomo por depositación atmosférica en las hojas puede llegar a ser un 73 a 95% del contenido de Plomo total en plantas de hoja (como espinacas y cereales)

La estabilización del Plomo en suelos contaminados puede lograrse mediante la aplicación de fósforo y óxido de manganeso.

Sin embargo, estos tratamientos afectan la biodisponibilidad de otros metales (Cd y Zn) (*Hettiarachchi y Pierzynski, 2002*).

Además, la continua remoción de plomo y otros elementos químicos inducidos por el crecimiento de las plantas puede afectar la biodisponibilidad de Plomo en el suelo.

En las plantas el plomo se almacena principalmente en las raíces, siendo mínima su presencia en las estructuras reproductivas.

Técnicas para determinar plomo

- Espectroscopia de absorción atómica
- Voltametría
- EAA/ HG

Valores máximos aceptables de Plomo y Cadmio en humanos

- Pb 10 mg/ kg
- Cd 0.3 mg/ kg

VI. RANGOS Y CONTENIDOS MEDIOS DE Plomo EN VEGETALES DE CONSUMO (*Kabata-Pendias 2000*)

En el siguiente cuadro se observan comparaciones de contenido de plomo en distintos frutos, consumidos habitualmente en la dieta de los argentinos.

PLANTA	ORGANO	RANGO(mg kg ⁻¹ , peso seco)
Trigo	Granos	0,1 -1,0
Cebada	Granos	0,1 -1,5
Avena	Granos	0,05 -2,0
Centeno	Granos	0,06 -1,3
Arroz	Granos	0,002 -0,07
Maíz	Granos	0,3 -3,0
Poroto	Vainas	1,5 -2,0
Repollo	Hojas	1,7 -2,3
Lechuga	Hojas	0,7 -3,6
Zanahoria	Raíz	0,5 -3,0
Cebolla	Bulbo	1,1 -2
Papa	Tubérculo	0,5 -3,0
TOMATE	Fruto	1,0 -3,0
Manzano	Fruto	0,05 -0,2
Pastos*	Hojas	0,01 -35
Trébol**	Hojas	1,0 -18,8
* Las medias no superan las 4,6 mg.kg-1		
** Las medias no superan las 8 mg.kg-1		

La absorción de plomo como metal en estado de oxidación en el suelo sigue la relación de *Langmuir*, que relaciona la adsorción de moléculas en una superficie sólida con la presión de gas o concentración de un medio que se encuentre encima de la superficie sólida a una temperatura constante; incrementándose en función del incremento del pH desde 3.0 hasta 8.5. En este sentido, *Nikazar y Afshari (2005)* en un estudio sobre la adsorción de Pb (II), Cd (II) y Cr (VI) sobre paja y salvado de trigo empleando técnicas de columna observaron que la adsorción de Pb (II), Cd (II) y Cr (VI) aumenta al crecer el pH, y disminuye cuando se aumenta la temperatura y la velocidad de flujo de la solución.

Sin embargo, *Blaylock et al. (1997)* han mostrado que en el suelo con un pH entre 5.5 y 7.5 la solubilidad del plomo es controlada por fosfato o precipitados de carbonato y muy poco plomo está disponible para las plantas incluso aunque éstas presenten la capacidad genética para acumularlo.

En la investigación sobre la fitotoxicidad del plomo predomina el estudio de la capacidad de acumulación del plomo y su posible transmisión hacia el hombre a través de la cadena trófica.

Por tal razón, las plantas son útiles para conocer los mecanismos de absorción y transporte de plomo con el objeto de conseguir la selección y el desarrollo de variedades tolerantes, capaces de aumentar la acumulación del elemento en sus tejidos.

Los microorganismos del suelo pueden afectar la disponibilidad del metal pesado por procesos de biosorción, bioacumulación y solubilización.

Efectos del Plomo en la Salud

Los alimentos, como frutas, vegetales, carnes, granos, mariscos, refrescos y vino pueden contener cantidades significativas de Plomo.

El humo de los cigarrillos también lo contiene, aunque en pequeñas cantidades.

El mayor peligro para los humanos proviene de la inhalación de vapor o de Polvo.

#BanLeadPaint

COMPROBADO: EL PLOMO ES TÓXICO

Es perjudicial para todos y **daña:**

- EL CEREBRO
- LOS RIÑONES
- EL HÍGADO
- LA SANGRE
- EL SISTEMA REPRODUCTIVO

Niños pequeños
Son los más vulnerables. Su sistema nervioso está en desarrollo y absorbe **cantidades de 4 a 5 veces superiores** a los adultos, lo que puede causar:

- discapacidad intelectual
- bajo rendimiento escolar
- problemas de conducta

Adultos
La exposición al plomo aumenta el riesgo de:

- cardiopatía isquémica
- accidente cerebrovascular

Embarazadas
La exposición al plomo daña muchos órganos, pero también afecta a:

- el desarrollo fetal

Ningún grado de exposición al plomo es seguro

Organización Mundial de la Salud

VII. Toxicidad del plomo-OMS

En el caso de los compuestos organoplúmbicos, la absorción a través de la piel puede llegar a ser significativa.

El Plomo puede ingresar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué de los sistemas de tratamiento de aguas públicas son ahora requeridos llevar a cabo un ajuste de pH en agua que sirve para el uso del agua potable.

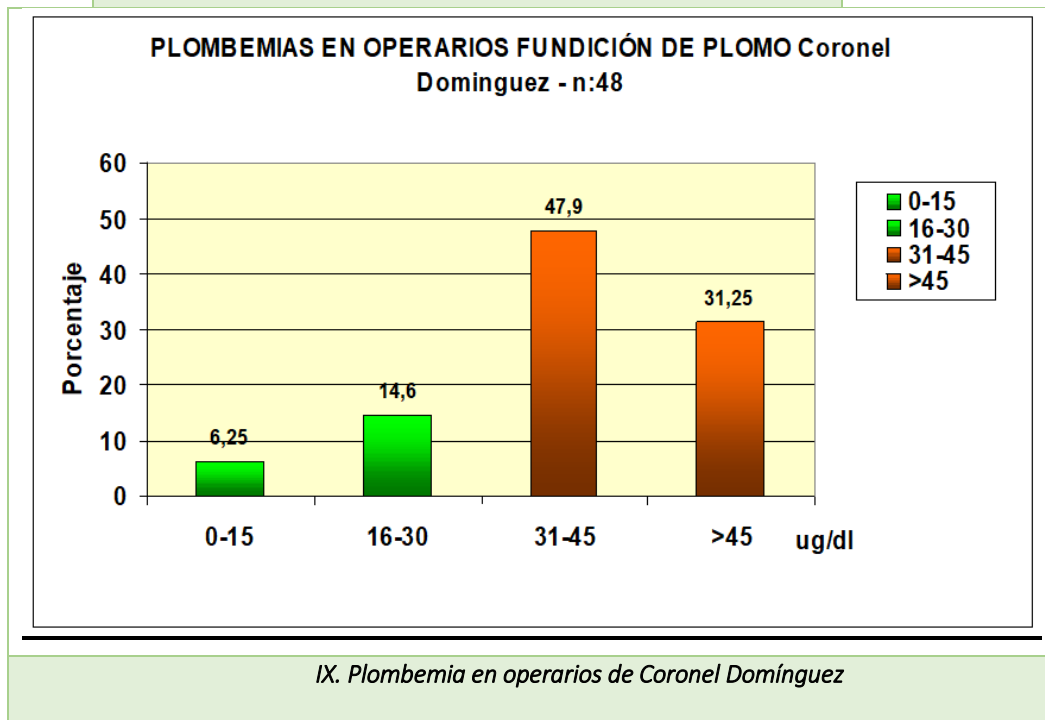
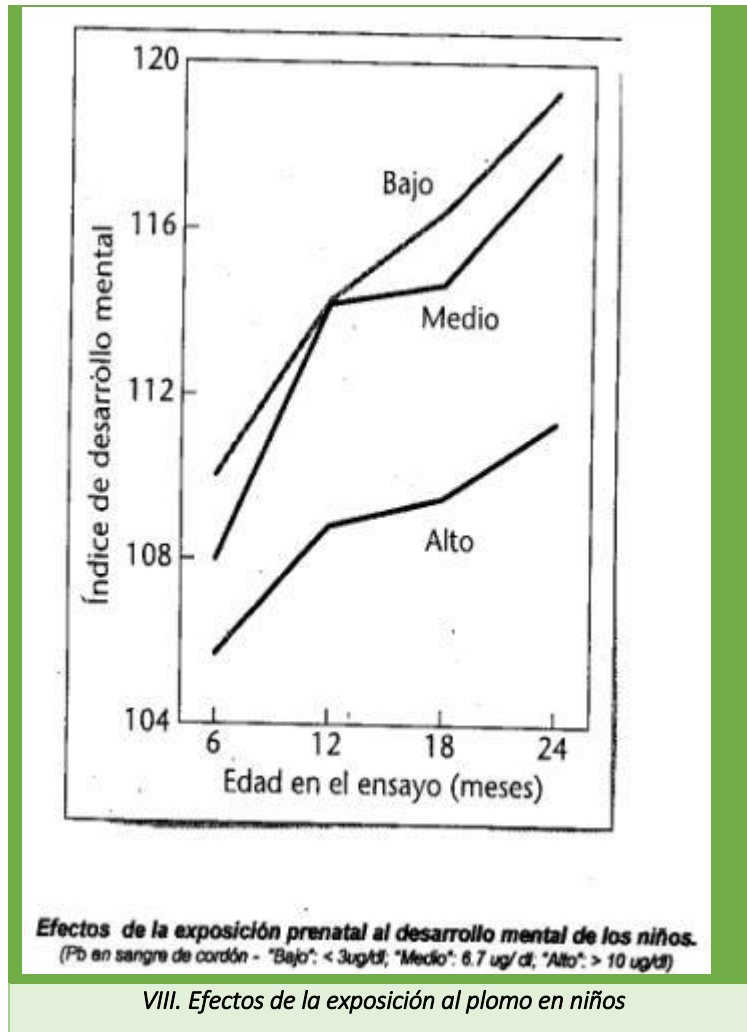
Con la información recolectada puede decirse que el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son:

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia;
- Incremento de la presión sanguínea;
- Daño a los riñones;
- Daño al cerebro;
- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma;
- Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños;
- Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión; comportamiento impulsivo e hipersensibilidad;
- Dolores de cabeza, vértigo e insomnio;
- El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre; debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer;
- Disminución del apetito y la energía;
- Estreñimiento y cólicos abdominales;
- Los niveles de plomo muy altos pueden causar encefalopatía aguda con vómito, marcha inestable, debilidad muscular, convulsiones o coma.⁴

Los siguientes cuadros visualizan la incidencia de plomo en niños

⁴ <https://saluddelplanetatierra.weebly.com/efectos-del-plomo-sobre-la-salud-humana.html>



Efectos ambientales del Plomo

Este ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Debido a la aplicación del plomo en gasolinas tiene lugar un ciclo no natural del Plomo.

En los motores de los coches es quemado junto con las gasolinas, eso genera sales de Plomo (cloruros, bromuros, óxidos). Estas sales ingresan en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o la superficie de aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera. Parte de este Plomo caerá de nuevo sobre la tierra cuando llueva. Este ciclo causado por la producción humana está mucho más extendido que el ciclo natural del plomo. Otras actividades humanas, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también contribuyen.

El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías en los sistemas de transportes (los nuevos códigos de construcción exigen soldaduras libres de plomo) y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo.

Este metal pesado se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo; los cuales experimentarán efectos en su salud por envenenamiento.

Los efectos sobre la salud de los crustáceos pueden tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de Plomo presente.

Las funciones en el fitoplancton pueden ser perturbadas cuando interfiere con el Plomo. El fitoplancton es una fuente importante de producción de oxígeno en mares y muchos grandes animales marinos lo comen.

Las funciones del suelo son perturbadas por la intervención del Plomo, especialmente cerca de las autopistas y tierras de cultivos, donde concentraciones extremas pueden estar presentes. Los organismos del suelo también sufren envenenamiento por Plomo.

El Plomo es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también ingresar en las cadenas alimenticias.⁵

CATEGORÍA	1975 Pb ppm (N° de muestras)	1997 ppm Pb (N° de muestras)
>100 autos/hora	1001= 40 (180)	577=53 (17)
>10 autos/hora	933= 186 (53)	536=93 (13)
Patios, jardines, parques	1014= 206 (49)	572=77 (47)

X. Plomo en polvo urbano recogido en calles de Manchester

En Argentina están prohibidas las naftas con Plomo desde el año 1996, y en las pinturas desde 2004.⁶

⁵ Apuntes de Toxicología, Girolami Héctor Ricardo.

⁶ <https://www.conicet.gov.ar/plomo-el-enemigo-silencioso/>



DESARROLLO

Caracterización del sitio:

El relieve santafesino es una extensa llanura inclinada en dirección noroeste-sudeste, cuyos sedimentos han ido colmando una gran fosa tectónica de hundimiento. La hidrografía presenta como rasgo destacado la presencia del río Paraná, que también cumple la función de límite provincial.

Además existen numerosos ríos "tributarios", entre ellos el Salado del Norte, Carcarañá y Arroyo del Medio desde la costa oeste.

La zona sur de la provincia presenta un régimen térmico y precipitaciones acordes a la llanura pampeana. Unos 50 km al sur de la ciudad de Santa Fe, se encuentra el ecotono del trópico, dividiéndose dos provincias fitogeográficas: la de las "Eragrostoideas" (al norte) y la de las "Festucoideas" (al sur).

El norte tiene temperaturas más elevadas, con precipitaciones superiores a los 1200 mm en el este, disminuyendo hacia el oeste. Presenta además una marcada estación seca en el invierno (pertenece a la provincia fitogeográfica tropical de las "Eragrostoideas").

En la provincia de Santa Fe los vientos predominantes son los del norte, nordeste, sudeste y sudoeste, y en menor grado los del oeste y noroeste. Los vientos locales más destacados son: el del norte cálido, seco y sofocante, el pampero frío, seco y violento que sopla del sudoeste, y la sudestada húmeda y poco violento.



III. Región sur de la provincia de Santa Fe



IV. Imagen satelital - Ameghino 719, San Gregorio, Sur de Santa Fe

Con respecto al suelo de la zona del sur de Santa Fe, corresponde a un Serie Saforcada.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA: Hapludol Éntico

FAMILIA: Limos gruesa, mixta, térmica

DRENAJE: Algo excesivo

TEXTURA DEL HORIZONTE SUPERFICIAL: Areno-Franca

La Serie Saforcada es un suelo liviano, profundo y excesivamente drenado, que ha desarrollado en los sedimentos eólicos areno-francos y arenosos de origen medanoso que cruzan en forma de cordones de dirección NE-SO, el sureste del departamento General López.

Siendo un suelo de escaso desarrollo, solo es identificable su horizonte superficial oscuro, y provisto de más de 1% de materia orgánica.⁷

⁷ http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/suelos/__series/saf/saforcada_descripcion_general.htm

EXPERIMENTACIÓN: Materiales y Métodos

ETAPA 1:

- 1) Tal como se planteó en la hipótesis se supone que hay Plomo en la parcela, por lo que se procede a la delimitación del área a analizar.

Metodología para la determinación de Plomo

- 2) Obtención de la muestra de suelo:

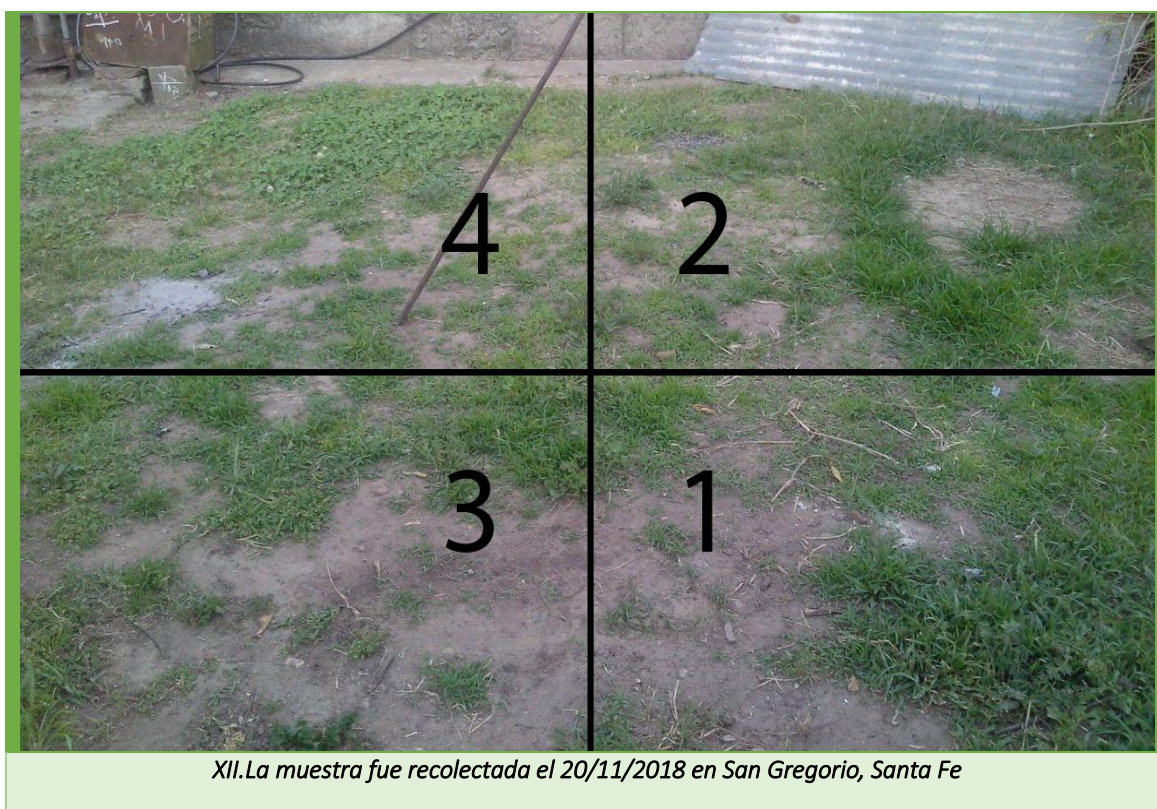
La muestra se tomó en una parcela de tierra de 4 m de ancho por 5 m de largo, donde se realizara la plantación de tomate cherry, calabaza y lechuga.

- 3) Utilizando el método de muestreo compuesto, la superficie delimitada se cuarteó.
- 4) Se tomaron un 80g de tierra aproximadamente de cada subdivisión a 30/35 cm de profundidad del suelo.
- 5) Las submuestras fueron unificadas para conformar una muestra, la cual se coloco en un recipiente hermético.
- 6) Inmediatamente se refrigero el recipiente, hasta su traslado a Laboratorio Americano en la ciudad de Rosario, que es donde se llevo a cabo el análisis fisicoquímico con la técnica de Espectrofotometría de absorción atómica.


Equipamiento necesario:

- Pala
- Cuchara
- Recipiente recolector
- Bolsa de polietileno
- Heladera

A continuación, imágenes de la parcela de donde se tomó la muestra y resultado de protocolo analítico:



El resultado de la muestra analizada en Laboratorio Americano, mediante la metodología analítica AOAC OFF, METHOD 16th ED 984.19 (Espectroscopia de absorción atómica), es el siguiente:



INFORME DE RESULTADOS

Rosario, 10 de Diciembre de 2015

N° FQ 01/004202


Cliente: Agüero Samanta Jesica
Naturaleza de la muestra: Tierra
Extraída por: Agüero Samanta Jesica
Temperatura de conservación: Temperatura Ambiente
Fecha de extracción de la muestra: 24/11/2015
Fecha de recepción: 24/11/2015
Fecha de ejecución de los ensayos: 24/11/2015 – 10/12/2015
Otros datos: NI

Análisis Físico Químico

N° de muestra: 169.913

Determinación de Plomo (Pb)
Según Norma AOAC OFF. METHOD 16th ED. 984.19.....: 8,68 mg/100g

Límite de cuantificación: 0,001 mg/100g


LIC. SILVANA G. BARCIA
N° ICIE 2-3270-0
Directora Técnica
LABORATORIO AMERICANO

Notas:
NI: No informado
Los resultados informados corresponden a la muestra recibida
El tiempo de conservación del sobrante es de 7 días después de emitido el presente informe
No se debe reproducir el presente informe de resultados, sin aprobación escrita de Laboratorio Americano

Los resultados del laboratorio confirman presencia de Plomo en suelo.

A continuación, se procederá a investigar si el Plomo del suelo es absorbido por los frutos de la huerta y tal como se comenta anteriormente se ampliara la investigación con **Tomate -*Lycopersicum esculentum***

INVESTIGACION DE PLOMO EN TOMATE CHERRY ENANO ***Lycopersicum esculentum***

Nombre científico o latino: *Lycopersicum esculentum* = *Solanum lycopersicum*

Características del fruto:

Familia: Solanáceas (Solanaceae).

Origen: Suroeste de América.

El tomate es una planta anual, pero a veces puede perdurar más de un año en el terreno.



XIII. *Lycopersicum esculentum*

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano (cercano a 4 cm en la base) y con tricomas simples y glandulares. Hojas de tamaño medio a grande (10 a 50 cm), alternas, pecioladas, bipinatisectas (con folíolos a su vez divididos) y con numerosos tricomas simples y glandulares. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta.

Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

Frutos:

El fruto puede ser redondeado, achatado o con forma de pera.

La tomatara produce desde diminutos frutos del tamaño de una cereza, hasta enormes frutos de hasta 750 gr.

La mayoría de las variedades son rojas, pero las hay también en naranja, amarillo, rosa e incluso.

El fruto de tomate corresponde a una típica baya, generada a partir de un ovario sincárpico de dos o más carpelos, con una placentación axial, y con numerosos óvulos.

Esta baya en madurez presenta un pericarpio carnoso, que encierra dos o más lóculos y una placenta con una parte carnosa en el eje central y con una parte gelatinosa que llena parcialmente los lóculos, en la cual se ubican las numerosas semillas.

La coloración de los frutos maduros varía desde amarillo a rojo y está dada por la degradación de la clorofila y el desarrollo de pigmentos carotenoides (amarillo-anaranjados) y licopeno, pigmento típico de este fruto, de color rojo.

El fruto de tomate presenta un alto contenido de agua y, excepto por su valor

de vitamina A y C, no se destaca por ningún otro componente nutricional.

COMPOSICION QUIMICA DEL TOMATE

A continuación se detalla la composición química del tomate en 100 g del mismo.

Agua	94%
Hidratos de carbono	3% (fibra 1%)
Proteínas	1%
Lípidos	0, 3%
Potasio	258 mg/100 g
Sodio	3 mg/100 g
Calcio	10 mg/100 g
Hierro	0, 6 mg/100 g
Fósforo	24 mg/100 g
Vitamina C	26 mg/100 g
Vitamina A (retinol)	207. mg/100 g
Tiamina (Vit B1)	0, 06 mg/100 g
Riboflavina (Vit. B2)	0, 04 mg/100 g
Niacina (Vit. B3)	28 mgr/100 g
<i>XIV. Composición Química del tomate</i>	

Fuente: <http://www.cultivemacasa.com/info/32/tomate>

El tomate es una fuente de antioxidantes (relacionados con la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares como cáncer, cataratas y cardiopatías), especialmente de vitamina E y en menor medida de vitamina C. También contiene betacarotenos y flavonoides, como quercitina y licopina (éste es el que le confiere el típico color rojo), también con potencialidad preventiva, especialmente en cuanto a los problemas de próstata.

Otro elemento interesante es el potasio, aunque este mineral pierde su efecto si el tomate se toma en zumo preparado, por su alto contenido en sal.

CULTIVO DE LA TOMATERA

A continuación se detallaran las características necesarias para un correcto desarrollo del fruto, desde la siembra hasta la recolección.

Temperaturas optimas:

- Clima templado-cálido.
- No gusta del frío y muere con las heladas. En las regiones frescas hay que elegir un lugar soleado y cálido, a ser posible resguardado con una pared.
- Temperatura óptima 20°-24°C.
- Temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación.
- La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C o superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.
- El tomate se puede cultivar al aire libre o en invernadero.

El cultivo en invernadero aumenta la producción.

Suelo requerido:

- Blando y bien estercolado.
- El suelo deberá ser profundo, fértil, estar abonado y enriquecido con materia orgánica.
- Se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.
- En los terrenos pobres y poco profundos es aconsejable utilizar bolsas llenas de compost o macetas grandes.

- En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados.

Luz requerida:

-Necesitan mucho sol. Son auténticas plantas heliófilas.

-Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de floración y fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta.

Siembra:

	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
Siembra												
Trasplante												
Cosecha												
<i>XV. Cultivo anual del tomate</i>												

Fuente: https://www.planetahuerto.es/revista/el-tomate-un-cultivo-complejo_00012

-En hileras dobles de 80 cm de distancia y 50 cm entre plantas.

-Los plantines de tomates, necesitan mucho riego y una buena exposición al sol.

-Hay que comprobar que las plantitas se han vigorizado antes de replantarlas.

-Se las riega bien el día antes.

Riego :

-Las tomateras requieren de un riego regular pero no excesivo; suele ser suficiente con una o dos veces a la semana.

-Los riegos irregulares causan un desarrollo irregular del fruto y su agrietamiento.

-La humedad relativa óptima oscila entre 60-80%.

-Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Abonado o fertilización:

-Cuando los primeros racimos muestran sus diminutos frutos, se comienza con la aplicación de un abono rico en potasio que se suministra cada semana junto con el agua.

Entutorado o tutorado del tomate:

-Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida.

De este modo, se mejora la aireación general de la planta y se favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello, repercute en la producción final, calidad del fruto y control de enfermedades.

-La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia), el cual se sujeta de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la misma (1,8-2,4m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo, se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que alcanza el alambre.

Poda:

-Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante cuando aparecen de los primeros tallos laterales. Se eliminan tallos y las hojas más senescentes, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo, se determina el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomate tipo Cherry se suelen dejar hasta 3 y 4 tallos.

Plagas habituales del tomate:

- Gusano verde.
- Pulgones.
- Mosca blanca.
- Araña roja.
- Seca del tomate.
- Nematodos (Heteroderas, Tylenchus, Meloidogynes)

Enfermedades habituales del tomate:

- Pseudomonas (bacteriosis).
- Pythium.
- Mildiu.
- Negrón.
- Antracnosis.
- Cladosporiosis.
- Verticiliosis.
- Fusariosis.

- Mosaico del tabaco.
- Podredumbre apical.

Recolección:

- Duración del cultivo de 140 a 200 días.
- Se recogen los frutos mediante un corte nítido en la unión del pecíolo al tallo cuando ya tienen color, pero aún no están maduros; la recogida frecuente acelera el desarrollo de los que quedan, mientras que los cortados, maduran con rapidez en el interior.
- Antes de las primeras heladas habrá que recoger cualquier tomate verde que quede en la planta y se le madurará en interior.

Principales criterios de elección:

- Características de la variedad comercial:
- Vigor de la planta, características del fruto, resistencia a enfermedades.
- Mercado de destino.
- Suelo.
- Clima.
- Calidad del agua de riego.

Principales tipos de tomate comercializados:

- **Tipo Beef**
- **Tipo Marmande**
- **Tipo Vemone**
- **Tipo Moneymaker**
- **Tipo Cocktail**

- **Tipo Cereza (Cherry):** Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes desde 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso, se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.

- **Tipo Larga Vida**

- **Tipo Liso**

- **Tipo Ramillete**

- **Entre otros**

EXPERIMENTACIÓN

ETAPA 2:

DETERMINACION DE PLOMO EN TOMATES CHERRY *Lycopersicum esculentum*

1) ESTADO DEL SITIO: Los tomates se cultivaron en las parcelas N°1 y N°2, delimitadas en la imagen.



VXI. Imagen de la huerta. Detrás se observan depósitos de cajas de baterías y objetos oxidados que contribuyen a la contaminación de la huerta.

2) PLANTACIÓN:

Las semillas de tomate cherry enano *Lycopersicum esculentum* fueron colocadas en dos hileras de 1 m de largo aproximadamente, separadas entre sí por una distancia de 20 cm, abarcando mayormente las zonas 1 y 2, que son las zonas de investigación.

A su lado también se plantaron semillas de calabaza y lechuga, que se desarrollaron en las zonas 3 y 4.



XVII. Imagen lateral de la huerta

3) RECOLECCION:

Luego de 75 días aproximadamente, de los tomates de zonas 1 y 2 ya maduros se tomaron 20, y de estos 20 se escogieron 10 tomates al azar para enviar a determinación de plomo.



XVIII: Planta de tomate cherry. No se observan a simple vista irregularidades en hojas ni en frutos.

4) La muestra seleccionada de 10 tomates se colocó en una bolsa de polietileno con cierre hermético y se resguardó la muestra a temperatura de congelación a -12°C hasta su traslado (refrigerado) a Laboratorio Americano, lugar donde se realizó el análisis fisicoquímico: Espectroscopia de absorción atómica.

Equipamiento utilizado:

- Tijera
- Bolsa de polietileno con cierre hermético
- Heladera

A continuación, las imágenes de los frutos que fueron cosechados y el informe del protocolo analítico.



INFORME DE PROTOCOLO ANALÍTICO

Determinado por la técnica AOAC 984.19 METHOD 16, detallada anteriormente.

La muestra fue tomada el 21/4/2018 en San Gregorio, Santa Fe



Laboratorio
Americano

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

N° FQ 01/008876

Rosario, 30 de Mayo de 2018


DATOS DE REFERENCIA

Cliente	Jesica Agüero
Naturaleza de la muestra	Tomates Cherry
Extraída por	Jesica Agüero
Temperatura de conservación	Temperatura Ambiente
Fecha de extracción de la muestra	02/05/2018
Fecha de recepción	02/05/2018
Fecha de ejecución de los ensayos	02/05/2018 – 30/05/2018
Otros datos	NI

1- ANALISIS FISICO-QUIMICO

N° de muestra: 186.835

Determinación	Resultado	Unidad	Método AOAC
Plomo	0,36	mg/Kg	984.19


LIC. SILVANA G. BARCIA
N° ICIE 2-3270-0
Directora Técnica
LABORATORIO AMERICANO

Notas:

- NI No informado. Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida declinando toda responsabilidad acerca de los métodos de muestra y manipulaciones realizadas hasta su recepción en el laboratorio.
- El tiempo de conservación del sobrante es de 7 días después de emitido el presente informe.
- No se debe reproducir el presente informe de resultados, sin aprobación escrita del Laboratorio Americano. El laboratorio no se hace responsable por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe. Las condiciones técnicas y comerciales aplicables a este servicio son las acordadas en el momento de aceptación del presupuesto.

Página 1 de 1

Queda comprobado entonces que el Plomo pasa a los frutos y ese es el medio por el que lo ingerimos.

RESULTADOS ESPERADOS

Sabiendo que la tasa de absorción de distintos contaminantes depende de las propiedades de los suelos, y que el plomo es muy poco móvil (menos móvil que, por ejemplo, el cadmio), se estima que se cumplirá la hipótesis de que el suelo contaminado con plomo provocará el ingreso por las raíces, avanzara por los tallos y llegara a los distintos frutos que se cultiven en ese suelo.

CONCLUSIÓN FINAL

Según los valores obtenidos en las determinaciones de Plomo en suelo (8,68 mg/100g) y en tomates (0,36 mg/kg), se supone la absorción del contaminante mediante raíces para la especie de tomates *Lycopersicum esculentum*.

Se sugiere llevar a cabo más determinaciones para afirmar la tendencia, ya que el tomate es uno de los frutos más cultivadas en huertas domésticas y uno de los ingredientes más comunes en ensaladas.

Con esta investigación, se confirma la absorción y bioacumulación de plomo en los frutos, por lo que se puede concluir que éstos son una fuente silenciosa y hasta ahora poco tenida en cuenta de contaminación en seres humanos.

Dependiendo la frecuencia de consumo, son las consecuencias más o menos graves.

El fruto, en este caso específico de tomate cherry de la especie *Lycopersicum esculentum*, no es apto para consumo humano.

Es importante la concientización del análisis de los suelos para huertas familiares ya que pueden tener contaminantes desconocidos y muy nocivos.

También que desde el gobierno se tomen medidas de prohibición de plomo y sus derivados en productos de uso común, ya que como mencionamos, la contaminación puede ser además de ambiental, por inhalación de partículas, por difusión en pinturas y gasolinas, entre otros productos.

BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- www.infoagro.com
http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/suelos/_series/saf/saforcada_descripcion_general.htm
- Apuntes de la materia Toxicología, UCU –Héctor Ricardo Girolami
- www.lenntech.es
- <https://saluddelplanetatierra.weebly.com/efectos-del-plomo-sobre-la-salud-humana.html>
- http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/6_metales_pesados_cultivos.pdf
- <https://elementos.org.es/plomo>
- <https://www.uninet.edu/tratado/c100804.html>
- <https://www.conicet.gov.ar/plomo-el-enemigo-silencioso/>
<http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol341.htm>
- <http://www.cultivemacasa.com/info/32/tomate>
- https://www.planetahuerto.es/revista/el-tomate-un-cultivo-complejo_00012