

# Calidad microbiológica de verduras de San Miguel de Tucumán

Mariana E. Rubio Molina y Liliana del V. Di Marco

Laboratorio de Estudios Ambientales y Alimentarios, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

## Resumen

Este trabajo tiene por objetivo analizar la carga de contaminación microbiana que contienen zanahorias, tomates y remolachas, obtenidas de diversos puntos de venta en San Miguel de Tucumán. Se sospecha que los cultivos pueden estar expuestos a contaminación fecal por uso de aguas residuales para el riego. Por otra parte, las técnicas de manipulación contribuyen a la contaminación de las mismas y las altas temperaturas que se alcanzan en la ciudad pueden favorecer la multiplicación bacteriana. El método utilizado en el análisis es el del Número Más Probable, para la determinación de coliformes totales y fecales. Se realiza la prueba del chi cuadrado para encontrar una relación en la proporción de contaminación de las tres verduras. Materiales: tubos de ensayo, campanas Durham, estufa, baño termostático, autoclave y campana. Medios: Mac Conkey, Agua Peptonada y EC Medio. De las muestras analizadas, el 98,15% presenta coliformes. El 50% de los tomates, el 66,7% de las zanahorias y el 55,6% de las remolachas dan positivo en la determinación de coliformes fecales. La proporción de contaminación se demuestra igual en las tres verduras. Se considera necesaria la implementación de regulaciones de calidad más estrictas que protejan al consumidor. Se recomienda ampliar la investigación realizando las pruebas bioquímicas para determinación de *Escherichia Coli* y su tipificación.

**Palabras clave:** coliformes totales, coliformes fecales, tomate, zanahoria, remolacha, número más probable.

## *Microbiological quality of vegetables in San Miguel de Tucumán*

### **Abstract**

*The aim of this scientific work is to assess the bacterial contamination load in carrots, tomatoes and beetroots sold in San Miguel de Tucumán. This analysis arises under the assumption that vegetable crops may be exposed to wastewater used for irrigation. Apart from that, human manipulation may contribute to increase vegetable contamination, and high temperatures in the area can favor the proliferation of bacteria. The Most Probable Number (MPN) technique is used to find total and fecal coliforms. Chi squared test is performed to find a relationship in the amount of contamination of the three vegetables. Laboratory Equipment: test tubes, Durham tubes, heater, thermostatic bath, autoclave and a laboratory hood. Broths: Mac Conkey, Peptone Water and EC Broth. From all the analyzed samples, the 98,15% of them reveals the presence of coliforms. 50% of tomatoes, 66.7% of carrots and 55.6% of beetroots, have shown the existence of fecal coliforms. The amount of contamination is proven to be the same in all three vegetables. The implementation of more stringent regulations is considered to be necessary in order to protect consumers. Further research is recommended for identification and characterization of *Escherichia coli*.*

**Key words:** total coliforms, fecal coliforms, tomato, carrot, beetroot, most probable number.

## Introducción

El consumo de verduras crudas contaminadas ha producido en el pasado diversos brotes de enfermedades. Algunos han sido atribuidos al tomate contaminado con *Salmonella* y a la cebolla contaminada con *Shigella*. Por otra parte, se encontraron cepas patógenas de *Escherichia Coli*, como la *E. Coli* enterohemorrágica O:157 H:7, en espinacas y cebollas. **Rivera Jacinto et al.** (2009). Es por esto que toma importancia el control de la calidad microbiológica de las verduras de consumo crudo, ya que al no cocinarse a altas temperaturas, los microorganismos patógenos prevalecen.

Se utilizan como indicadores de la calidad de los alimentos al grupo bacteriológico "coliformes", bacilos gram negativo que fermentan la lactosa a 37°C, produciendo ácido y gas. Dentro de este grupo de microorganismos, se distinguen los "coliformes fecales", que fermentan la lactosa a 44°C. Dichas bacterias forman parte de la flora intestinal de los animales de sangre caliente y de los seres humanos, por lo tanto, se encuentran en sus heces. Es por esto que se consideran que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. **Campos Pinilla** (2003).

Aproximadamente el 90% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli*. Si bien la mayoría de sus cepas no son nocivas, algunas son enteropatógenas y presentan distintos niveles de virulencia. Puede producir infección de vías urinarias, sepsis, meningitis y enfermedades diarreicas. **Romero Cabello** (2007).

Está demostrado que los coliformes son bacterias que participan activamente en la alteración de los alimentos frescos, al mismo tiempo que son los más importantes patógenos de origen entérico transmitidos por los alimentos. Además, al estar demostrado que los coliformes fecales provienen del tracto intestinal de hombres y mamíferos, son los microorganismos indicadores de contaminación fecal más valiosos para la evaluación higiénica de alimentos crudos o de productos que no han sido sometidos a tratamientos de inocuidad, como lavado o cocción. Por ende, su presencia indica que puede haber existido contaminación fecal y que el consumidor podría estar expuesto a patógenos entéricos cuando ingiere el alimento. **Mossel et al.** (2003).

Este trabajo tiene por finalidad la evaluación de la carga contaminante microbiológica que contienen las

verduras en el momento en que son adquiridas por el consumidor. Para ello, se realiza un análisis bacteriológico de tres verduras de consumo crudo y uso cotidiano en San Miguel de Tucumán: zanahorias, tomates y remolachas. La determinación experimental revela la presencia de coliformes totales y fecales. Un resultado positivo indica malas condiciones sanitarias. Esto puede ser consecuencia de contaminación fecal en el origen, probablemente seguida de cierta multiplicación debido al almacenamiento del alimento a temperaturas que permiten el crecimiento de enterobacterias, contaminación cruzada, o transporte y manipulación inadecuados.

Las altas temperaturas que se alcanzan en la ciudad de San Miguel de Tucumán, sobre todo en las estaciones más cálidas, pueden potenciar el desarrollo de los microorganismos en los alimentos.

Las temperaturas máximas absolutas alcanzadas en la provincia de Tucumán durante el período de toma de muestras del presente trabajo se ven reflejadas en la figura 1.

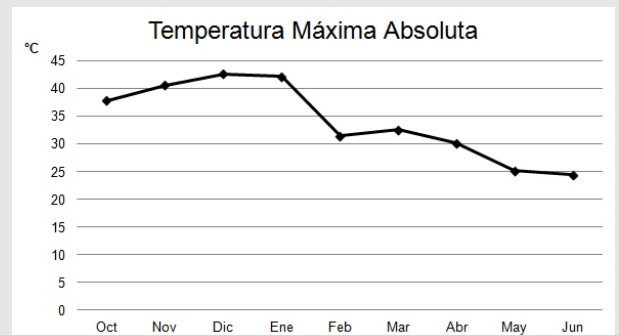


Fig. 1 Registro de temperaturas máximas absolutas en el período de muestreo Octubre 2013 a Junio 2014.

Se observa que las máximas que se alcanzan en Tucumán, sobre todo en los meses comprendidos entre Octubre y Enero, son superiores a 37°C, superando a veces los 42°C. Estas son temperaturas óptimas para el crecimiento de los coliformes, incluso para el desarrollo de los coliformes fecales termotolerantes, que crecen a 44°C.

En cuanto a la contaminación fecal en verduras, se sospecha que el principal causante es el riego de los cultivos con aguas servidas. Debido a que las sustancias fertilizantes que contienen las aguas residuales tienen un impacto muy positivo en el crecimiento de

los cultivos, es frecuente que sean utilizadas para riego. **Srivastava** (2003).

Estudios en Estados Unidos probaron que los agricultores que utilizan aguas servidas para riego agregan pocos o ningún fertilizante químico a sus cultivos, ya que el agua residual contiene alto contenido de nitrógeno. **Ayers and Westcot** (1985).

Si bien esta situación favorece al agricultor, que sustituye fertilizantes químicos costosos, por fertilizantes naturales gratuitos provenientes de las aguas servidas; puede significar un riesgo para el consumidor.

## Muestreo

El estudio se basó en 54 muestras de verduras, 18 muestras de cada verdura. Todas ellas provienen de los siguientes puntos de expendio de San Miguel de Tucumán:

- \*Verdulería Rojas Paz 100
- \*Verdulería San Martín 4000
- \*Verdulería Mendoza 3100
- \*Supermercado VEA Avenida Mate de Luna 2850
- \*Verdulería Marcos Paz 300
- \*Verdulería Av. Gobernador del Campo 100
- \*Verdulería Av. Independencia 2200
- \*Verdulería Av. Colón 2300
- \*Verdulería Crisóstomo Álvarez 500
- \*Verdulería Ayacucho 100

La toma de las muestras se mantuvo fiel al procedimiento de compra que realiza un consumidor. El vendedor coloca con la mano la verdura en una bolsa y se la entrega al cliente.

---

**Las altas temperaturas que se alcanzan en la ciudad de San Miguel de Tucumán, sobre todo en las estaciones más cálidas, pueden potenciar el desarrollo de los microorganismos en los alimentos.**

---

## Materiales y método

Los medios de cultivo utilizados son los siguientes:

- \* Agua Peptonada
- \* Caldo Mac Conkey
- \* EC Medio

Los demás elementos necesarios para llevar a cabo el

procedimiento experimental son:

- \* Agua destilada
- \* Hipoclorito de sodio
- \* Tubos de ensayo de 20ml y 30ml
- \* Campanas de Durham
- \* Erlenmeyers
- \* Probetas de 100 ml y 250 ml
- \* Pipetas de 10 ml y de 1 ml
- \* Ansa
- \* Bomba manual para pipetear
- \* Mezclador
- \* Tapones
- \* Grilla
- \* Balanza digital
- \* Mechero
- \* Estufa
- \* Baño Termostático
- \* Autoclave
- \* Campana

La técnica usada en esta investigación se basa en diluciones seriadas que miden la concentración de un microorganismo objetivo en una muestra a través de un valor estimado llamado el Número Más Probable (NMP). Para poder implementar el método del Número Más Probable, se debe asumir que las bacterias están distribuidas al azar en la muestra, sin formar aglomeraciones y sin repelerse entre sí. Además, debe suponerse que cada tubo inoculado que contenga al menos un microorganismo viable producirá un crecimiento detectable. Los tubos individuales de la muestra se consideran independientes entre sí.

En esencia, el método del NMP diluye las muestras a un grado tal, que la siembra en los tubos puede o no contener organismos viables. El resultado, llámese al número de tubos y al número de tubos repicados en cada dilución, permitirá estimar la concentración de bacterias presentes en la muestra original sin diluir a partir de una tabla estadística. **Blodgett** (2010).

El procedimiento experimental comienza con la preparación de los medios de cultivo siguiendo las instrucciones de los mismos, y el fraccionamiento en los tubos y erlenmeyers correspondientes. Para trabajar una muestra es necesario fraccionar las siguientes cantidades:

- \* 60 ml de Agua Peptonada en un erlenmeyer.
- \* 6 tubos de 20 ml de capacidad con 10 ml de Mac Conkey de simple concentración, cada uno con campanitas Durham.

\* 3 tubos de 30 ml de capacidad con 10 ml de Mac Conkey de doble concentración, cada uno con campanitas Durham.

\* 9 tubos de 20 ml de capacidad con 10 ml de EC Medio cada uno con campanitas Durham.

Luego, todo el material fraccionado es esterilizado en autoclave durante 20 minutos. Una vez que los medios están fríos, se puede proceder a la siembra.

Esta se inicia con la colocación de 10 g de muestra en el agua peptonada, luego se lo deja en la estufa a 37°C durante 30 minutos. La peptona proporciona nutrientes necesarios para el desarrollo microbiano.

De entre las prácticas propuestas por la técnica del NMP, la utilizada en este trabajo consiste en sembrar 9 porciones del agua peptonada con la muestra de la siguiente manera:

\* 3 porciones de 10 ml en tubos con caldo Mac Conkey de doble concentración con campanitas Durham.

\* 3 porciones de 1 ml en tubos con caldo Mac Conkey de simple concentración con campanitas Durham.

\* 3 porciones de 0,1 ml en tubos con caldo Mac Conkey de simple concentración con campanitas Durham.

Previo al sembrado, las pipetas son esterilizadas en la estufa a 200°C durante dos horas.

Dichos tubos se colocan en estufa a 37°C durante 24

horas. Son positivos aquellos que presenten reacción de fermentación de la lactosa y al mismo tiempo producción de gas. Visualmente, esto se traduce a un virio en el color del Mac Conkey, de violeta a amarillo, y la producción de gas se manifiesta como burbujas dentro de la campana de Durham. Se comparan los resultados obtenidos con la tabla del Número Más Probable y se determina el NMP de coliformes totales en la muestra.

A continuación, con la ayuda de un ansa, se siembra en EC Medio aquellos tubos que dieron resultados positivos. Los tubos repicados son incubados en baño termostático a 44°C durante 24 horas. Transcurrido dicho período de tiempo, se evalúa si los tubos son positivos en función de la presencia de turbidez (crecimiento bacteriano) y producción de gas simultáneamente.

La figura 2 representa esquemáticamente el proceso de siembra.

En base al número de tubos positivos, se deduce el NMP de coliformes fecales, mediante la consulta a la tabla de NMP.

Los intervalos que define la tabla tienen un 95% de confianza. Esto quiere decir, que, antes de que los tubos sean inoculados, existe al menos un 95% de probabilidades de que el intervalo de confianza asociado con el eventual resultado encierre el verdadero valor de la concentración. **Blodgett** (2010).



Fig. 2 Esquema de la siembra con la técnica de NMP.

Resultados

El estudio demuestra que el 98,1% de las muestras analizadas presenta altos valores de NMP de coliformes. Casi la totalidad de las muestras, exceptuando una sola muestra de tomate están contaminadas, es decir que tienen un  $NMP \geq 3$ . Estos resultados están representados en la figura 3.

Es alarmante que un porcentaje tan elevado de las muestras estudiadas contenga valores de NMP tan altos. Esto revela condiciones de inocuidad deficientes de las verduras en cuestión.

Se encontraron también en las muestras coliformes fecales, aunque en menores porcentajes que los totales. El 57,4% de las muestras estudiadas dio positivo a la determinación de coliformes fecales. La figura 5 detalla cuántas muestras revelan un  $NMP \geq 3$  de coliformes fecales, lo que implica la existencia de tales bacterias en las muestras.

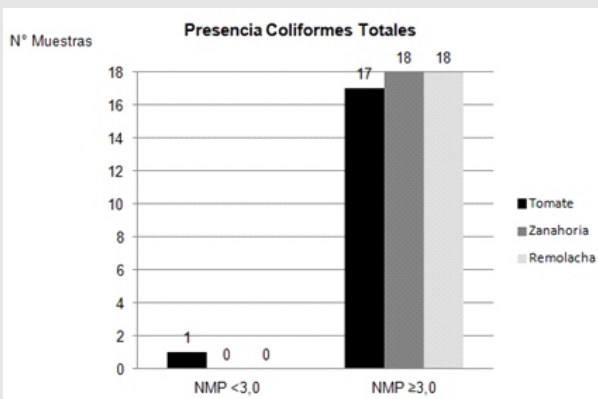


Fig. 3 Presencia de coliformes totales en verduras que se expenden en San Miguel de Tucumán.

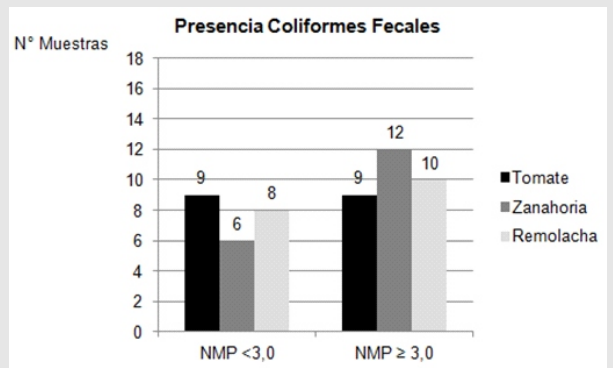


Fig. 5 Presencia de coliformes fecales en verduras que se expenden en San Miguel de Tucumán.

La figura 4 muestra los NMP de coliformes totales obtenidos del análisis, agrupados en intervalos. Evidencia que una gran cantidad de muestras tienen un NMP muy elevado.

La figura 6, muestra los diferentes NMP de coliformes fecales obtenidos agrupados en intervalos.

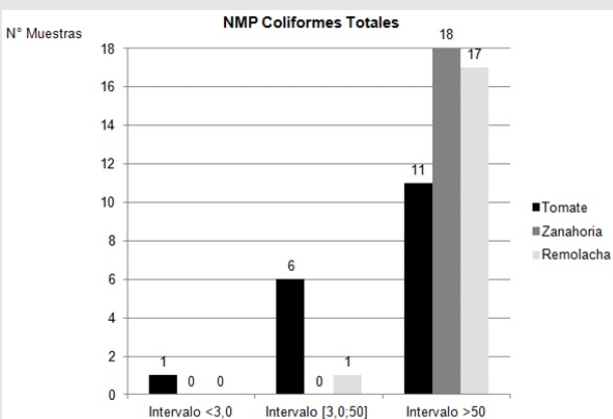


Fig. 4 NMP de coliformes totales agrupados en intervalos, en verduras que se expenden en San Miguel de Tucumán.

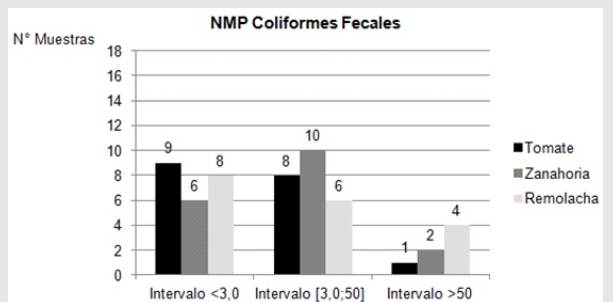


Fig. 6 NMP de coliformes fecales agrupados en intervalos, en verduras que se expenden en San Miguel de Tucumán.

Se evidencia que si bien hay un alto número de muestras que están contaminadas por coliformes fecales, no es tan alto el número de muestras que contienen valores elevados de NMP, como sucede con los coliformes totales.

Se observa que la zanahoria presenta la mayor carga de coliformes fecales, seguida por la remolacha, y, en último lugar, el tomate.

Presentan indicadores de contaminación fecal el 50% de los tomates, el 66,7% de las zanahorias y el 55,6% de las remolachas.

Se puede apreciar que, en general, las muestras de zanahoria presentan mayor carga microbiológica, seguidas por las de remolacha. Las muestras de tomate analizadas son las que revelan menores NMP de coliformes.

### Análisis estadístico de los datos

Se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos con el objetivo de determinar si la proporción de contaminación es la misma en todas las verduras. Se utilizó la prueba del Chi Cuadrado, con un nivel de significación de 0,05. Se introdujeron los datos obtenidos del estudio en el programa estadístico STATA11.

El test de hipótesis es el siguiente:

Ho: La proporción de contaminación es igual en todas las verduras.

H1: La proporción de contaminación no es la misma en todas las verduras.

Si el parámetro obtenido "p" es mayor a 0,05, se considera válida la hipótesis cero (Ho). Caso contrario, se la rechaza y vale la hipótesis uno (H1).

Las tablas 1 y 2 muestran los resultados obtenidos del STATA11.

Tabla 1: Prueba del Chi Cuadrado aplicada a los resultados obtenidos en la determinación de Coliformes Totales en verduras que se expenden en San Miguel de Tucumán.

Coliformes Totales			
Verdura	Positivo	Negativo	Total
Tomate	17	1	18
	94,44%	5,56%	100%
Zanahoria	18	0	18
	100%	0%	100%
Remolacha	18	0	18
	100%	0%	100%
Total	53	1	54
	98,15%	1,85%	100%
$\chi^2$	2,0377	p	0,361

Tabla 2: Prueba del Chi Cuadrado aplicada a los resultados obtenidos en la determinación de Coliformes Fecales en verduras que se expenden en San Miguel de Tucumán.

Coliformes Fecales			
Verdura	Positivo	Negativo	Total
Tomate	9	9	18
	50%	50%	100%
Zanahoria	12	6	18
	66,67%	33,33%	100%
Remolacha	10	8	18
	55,56%	44,44%	100%
Total	31	23	54
	57,41%	42,59%	100%
$\chi^2$	1,0603	p	0,589

Los resultados revelan que no existen diferencias en la proporción de contaminación, tanto de coliformes totales como de fecales, en las tres verduras estudiadas.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos revelan que la calidad sanitaria de las muestras analizadas es deficiente. La presencia de coliformes en las verduras indica que existen potentes focos de contaminación, posiblemente en el origen (cultivos), y/o en el transporte, manipulación y almacenamiento de las mismas. Como la proporción de contaminación no varía de una verdura a otra, esto nos da una idea de la fuerte incidencia que tiene la manipulación de las verduras en la carga bacterio-



lógica contaminante de las mismas.

Los altos valores de NMP obtenidos, sobre todo de coliformes fecales, supone una alerta, ya que un alimento expuesto a contaminación fecal, puede ser portador de patógenos entéricos que representen una amenaza para la salud del consumidor.

Por lo tanto, se recomienda al consumidor aplicar medidas de precaución a la hora de consumir las verduras. Se sugiere que sean lavadas con cuidado una vez adquiridas, y que se evite el contacto entre las verduras lavadas con aquellas que no están. Por ejemplo, no guardar en el mismo cajón verduras limpias con aquellas que no lo están, para evitar la contaminación cruzada. Además, no es recomendable usar los mismos utensilios de cocina antes y después de lavarlas, sin antes higienizarlos.

Por otra parte, se debe tener especial cuidado en las estaciones cálidas, ya que las altas temperaturas alcanzadas pueden favorecer la multiplicación de organismos patógenos, como la *Escherichia Coli*.

Si bien estas medidas son necesarias dadas las condiciones de higiene que presentan las verduras en el momento de la venta, no son suficientes para solucionar el problema raíz.

Si bien el Código Alimentario Argentino establece los límites permisibles de bacterias patógenas en las verduras, no hay un control estricto sobre los puntos de venta. Los resultados obtenidos presumen la posibi-

lidad de que puedan desarrollarse microorganismos patógenos. Por lo tanto, las verduras contaminadas pueden transformarse en transmisores de enfermedades.

Si las regulaciones de calidad impuestas por la provincia referidas a la inocuidad de las verduras fueran más estrictas o estuvieran mejor controladas, se protegería al consumidor, evitando la posibilidad de que consuma un alimento que puede traer riesgos para su salud.

Es importante que los trabajadores del rubro, verduleros, transportistas, empacadores, etc. se capaciten para entender la importancia de su trabajo en el mantenimiento de una calidad estándar aceptable de las verduras.

Deben comprender también que existe la contaminación cruzada, por lo que deberían ambientar el sitio de expendio de acuerdo a las normativas establecidas y las reglas básicas de higiene.

Se recomienda ampliar la investigación para determinar la existencia de *Escherichia Coli* a partir de la realización de las propiedades bioquímicas. Luego, éstas podrían tipificarse, para saber si se trata de cepas patógenas riesgosas para la salud humana.

De esta manera, sería posible evaluar con más certeza el riesgo microbiológico al que está expuesto el consumidor.

## Referencias bibliográficas

**Ayers, R. S., Westcot, D. W.** (1985). *Water Quality for Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome © FAO. Roma, Italia.

**Blodgett, R.** (2010). *Bacteriological Analytical Manual, Appendix 2: Most Probable Number from Serial Dilutions*. U.S Department of Health and Human Services. Food and Drug Administration. Estados Unidos. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm109656.htm> 23/06/2014.

**Campos Pinilla, C.** (2003) Indicadores de Contaminación Fecal en Aguas. En: *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. (Delgado, C., Fall, C., Quentin, E., Jiménez Moleón, M., Alberich, M., Garrido Hoyos, S., López Vázquez, C. y García Pulido, D. ed.). Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA-CYTED) y Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIRA-UAEM). pp. 224-229.

**Mossel, D., Moreno García, B., Struijk, C.** (2003). *Microbiología de los alimentos: Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la integridad (inocuidad y calidad) microbiológica de los alimentos*. Acribia S.A. Zaragoza, España.

**Rivera Jacinto, M., Rodríguez Ulloa, C., Lopez Orbegoso, J.** (2009). "Contaminación Fecal en Hortalizas que se Expenden en Mercados de la Ciudad de Cajamarca, Perú", *Peru Med Exp Salud Publica*, Vol. 56, pp. 45-48.

**Romero Cabello, R.** (2007). *Microbiología y parasitología humana*. Editorial Médica Panamericana. México.

**Srivastava, S.** (2003). *Understanding Bacteria*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

## Bibliografía

**Análisis Microbiológico** (2014). Coliformes Fecales. Calidad Microbiológica. Bogotá, Colombia. Link: <http://www.calidadmicrobiologica.com/index.php/analisis-microbiologico/microbiologia/coliformes-fecales>. 14/08/2014.

**Código Alimentario Argentino** (2013) Capítulo XI. Artículos 819-981. Alimentos Vegetales. Argentina. [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo\\_XI.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XI.pdf) 01/09/2014

**Eliet Veliz, L., Llanes Ocaña J. G., Fernández, L. y Bataller Venta, M.** (2009). "Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica." *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Vol. 40, N° 1.

**Giaconi V.** (2004) *Cultivo de Hortalizas*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

**Mossel, D., Moreno García, B., Struijk, C.** (2003). *Microbiología de los alimentos: Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la integridad (inocuidad y calidad) microbiológica de los alimentos*. Acribia S.A. Zaragoza, España.

**Quiroga Campano, A.** (2010). "Optimización del cultivo de *Escherichia Coli* para la producción de cutinasas recombinantes." Ingeniero Civil en Biotecnología y Químico. Santiago, Chile.

**Ron, E., Davis, B.** (1971) "Growth Rate of *Escherichia coli* at Elevated Temperatures: Limitation by Methionine." *Journal of Bacteriology*, Vol. 107 N° 2: 391. Estados Unidos.

**Sección Agrometeorología** (2014). Datos Meteorológicos Históricos. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán, Argentina. 23/06/2014:  
<http://www.eeaoc.org.ar/agromet/graficos.php?estacn=18&desde=01%2F06%2F2014&hasta=10%2F06%2F2014&opcion=1>

## Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNT que otorgó una beca de investigación a una de las autoras.

Se agradece también a la Profesora Ana María Sfer y al Ayudante Estudiantil, Sr. Joaquín Forgas por su asesoramiento en Estadística Aplicada.



**Mariana Estefanía Rubio Molina**

Estudiante avanzado de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Tercer lugar del Cuadro de Honor de Carreras de Grado de la FACET, con el 77% de las materias aprobadas y promedio general de 8,71 al 30 de Abril de 2014. Beneficiaria de Beca de Investigación CIUNT, otorgada por la Secretaría de Ciencia y Técnica UNT. Beneficiaria de Beca ARFITEC para la realización del Máster Ingénierie de Systèmes Complexes en École Supérieure des Sciences et Technologies de l'Ingénieur de Nancy, Université de Lorraine, Nancy, Francia. Trabajó como Tutor Estudiantil en la FACET - UNT en el año 2013. También realizó una Práctica Educativa de Verano en SIDERCA S.A.I.C., Tenaris, Organización Techint, en los meses enero, febrero y marzo del 2013. Participó en la organización del X Congreso Argentino de Estudiantes de Ingeniería Industrial y Carreras Afines como coordinadora del área de Difusión y Web, realizado en Tucumán en el año 2012.

**Liliana del Valle Di Marco**

Bioquímica graduada de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la UNT y Magister en Salud Ambiental de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Profesora Adjunta, dedicación exclusiva, de las asignaturas "Ingeniería Ambiental" e "Higiene y Seguridad Laboral" para las carreras de Ingeniería Química, Industrial y Mecánica. Docente en la carrera de Posgrado "Especialización en Esterilización" de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la UNT. Directora de tesis del Doctorado en Alimentos, Directora de becaria del CIUNT. Ha participado y participa en proyectos de investigación financiados por CIUNT. Realiza investigaciones relacionadas con contaminación de alimentos en el LEAA (Laboratorio de Estudios Ambientales y Alimentarios de la FACET). Dirige alumnos en la realización de tesis de grado. Ha publicado numerosos trabajos en revistas nacionales e internacionales. Ha participado como ponente en Eventos científicos de nivel nacional e internacional. Ha realizado tareas de extensión en zonas agrícolas de la provincia. Miembro de la Comisión Académica de la carrera de Ingeniería Industrial.



REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA