

Evaluación de la calidad microbiológica del agua en producción pecuaria en municipios de Risaralda, Colombia-2017.

Evaluation of the microbiological quality of water in livestock production in municipalities of Risaralda, Colombia - 2017.

Juan M Jordán¹, Daniela Britto¹ est. MVZ; Margarita Mazo², MVZ Esp.

¹Universidad Tecnológica de Pereira.

²Docente Universidad Tecnológica de Pereira.

E-Mail: jmjordan@utp.edu.co

Resumen

Introducción: El agua, como componente fundamental de la vida, se usa en todas labores diarias. Las actividades productivas no son la excepción, y para éstas es requerida un agua de alta calidad debido a las tendencias de seguridad alimentaria y los riegos que esta representa para la salud pública. El agua es susceptible de ser contaminada con diversos elementos como lixiviados o sólidos, constituyéndose así en un vehículo transportador de agentes nocivos que pueden llegar tanto a animales como a los productos originados de éstos, y por consiguiente provocar enfermedades transmitidas por el agua y alimentos en los animales y humanos. Los coliformes son microorganismos comúnmente presentes en el agua, patógenos y causantes de un gran número de enfermedades en animales y humanos; por esto su cuantificación se establece como el indicador de la calidad microbiológica del agua. No conocer la calidad del agua se constituye en un riesgo para la salud animal, la cadena productiva y la salud humana. **Objetivo:** Conocer la calidad microbiológica del agua en municipios del Departamento de Risaralda, Colombia mediante el conteo de coliformes totales y fecales, usando la técnica de filtración de membrana. **Metodología:** Se evaluaron 200 muestras de agua, de predios del Departamento de Risaralda seleccionados por el Centro Integral de Diagnóstico Agropecuario de Risaralda. Se recolectaron 200 ml de agua en recipientes estériles de plástico, directamente de la fuente, la determinación de coliformes fecales y totales se realizó mediante el método de filtración de membrana con una dilución de 10:1. Se

implementó el medio de cultivo ENDO y FC, los resultados son reportados en Unidades Formadoras de colonia por 100ml de agua: UFC/100ml **Resultados:** Se obtuvieron los siguientes resultados, representados a través de Mediana (Me) y Rango Intercuartil (RIQ): 390±1090 y 80±230 UFC/100ml de coliformes totales y fecales respectivamente, para el Departamento de Risaralda y valores de 245±470, 1070±1140, 210±1110, 170±100, 1175±950, 170±110, 505±630, 190±420 y 810±1000 UFC/100 ml de coliformes totales y 30±50 , 80±230, 65±335, 60±80, 130±370, 60±50, 110±220, 60±180 y 180±220 UFC/100ml de coliformes fecales en los municipios de Apia, Balboa, Dosquebradas, Guática, La Celia, Mistrató, Pereira, Quinchía, y Santuario respectivamente. **Conclusiones:** Los resultados encontrados indican que el agua utilizada en estos predios del Departamento de Risaralda no es apta para uso y consumo en producción pecuaria lo que demuestra fallas de sanidad animal en la producción primaria. Pese a la existencia de legislación esta no permite garantizar la salud humana, salud animal e inocuidad de los productos que de ellos se obtiene, es necesario que en ésta se indiquen los valores máximos aceptables para uso y consumo en producción pecuaria, así como capacitar al productor sobre la importancia y el manejo del agua.

Palabras clave: *Coliforme, Enfermedades transmitidas por alimentos, Enfermedades transmitidas por el agua, Salud animal, Salud pública.*

Abstract

Water, as fundamental component of life, is used routinely. Livestock and agronomic production are not an exception. High quality water is required due the food safety trend. Water is susceptible to contamination with solids and leachate, which become it into a harmful agents carrier that can reach both animals and the products originating from them and consequently cause diseases in the human being. Coliforms are microorganisms commonly present in water. These are pathogens and causing a large number of diseases in animals and humans; For this reason its quantification is established as the water microbiological quality indicator. Ignore the quality of water constitutes a risk to animal health, the production chain and human health. **Objective:** To know the water microbiological quality in Risaralda department's municipalities by counting total and fecal coliforms, using the membrane filtration technique. Methodology: 200 water samples from the Risaralda Department were selected by the Integral Center for Agronomic Diagnosis of Risaralda. 200 ml of water were collected in sterile plastic containers directly from the source. The samples were stored in a polystyrene refrigerator at 6 ° C for transportation and processing in the laboratory. The determination of fecal and total coliforms was performed by the membrane filtration method with a 10: 1 dilution. The ENDO culture medium was incubated for total coliforms incubation at a temperature of 35 °C for 24 hours; And the FC culture medium for the incubation of fecal coliforms, at a temperature of 44°C for 24 hours. Subsequently, the colony count was reported as Colony Forming Units (CFU). **Results:** The following results are represented by Median (Me) and Interquartile Range (IQR). The results obtained are: 390 ± 1090 and 80 ± 230 CFU/100 ml of total coliforms and fecal coliforms, respectively, for Risaralda Department and values of 245 ± 470, 1070 ± 1140, 210 ± 1110, 170 ± 100, 1175 ± 950, 170 ± 110, 505 ± 630, 190 ± 420 and 810 ± 1000 CFU/100 ml of total coliforms, and 30 ± 50, 80 ± 230, 65 ± 335, 60 ± 80, 130 ± 370, 60 ± 50, 110 ± 220, 60 ± 180 and 180 ± 220 CFU/100 ml of fecal coliforms for Apía,

Balboa, Dosquebradas, Guática, La Celia, Mistrató, Pereira , Quinchía, and Santuario, respectively. **Conclusions:** The results indicate that the water used in these farms of the Risaralda Department is not suitable for use and consumption in livestock production, which demonstrates animal health failures in primary production. Despite the existence of legislation, this does not guarantee the human health, animal health and safety of the products obtained from them, it is necessary that it indicates the maximum acceptable values for use and consumption in livestock production, as well as to train the Producer on the importance and management of water.

Key words: Coliform, Foodborne Diseases, Waterborne Diseases, *Veterinary medicine*, Public Health.

Introducción

El agua, como fuente y componente fundamental de la vida, se usa en todas las labores diarias. Las actividades pecuarias no son la excepción, y para éstas es requerida un agua de alta calidad debido a las tendencias mundiales de seguridad alimentaria, por lo anterior es necesario hablar de “agua potable” la cual se define como el agua que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, es apta para el consumo humano como agua de bebida, para usar en preparación de alimentos o higiene personal (1, 2).

Este recurso es susceptible a ser contaminado por diferentes medios con diversos elementos como lixiviados o sólidos, los que a su vez pueden incluir gran cantidad de microorganismos. La falta de agua potable y saneamiento básico tiene impactos nefastos, en conjunto se consideran como la segunda causa de morbi-mortalidad para menores de cinco años y son el mayor componente que favorece la presencia de enfermedades asociadas con el ambiente; cuando se realizan intervenciones para mejorar las condiciones del agua, saneamiento e higiene se puede reducir

hasta en un 80% la prevalencia de enfermedades causadas por el agua y hasta un 50% en el caso de las diarreas (3).

La calidad del agua “es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.” (2)

Características físicas

Las características físicas del agua están dadas por los elementos, microorganismos y/o sustancias compuestas en ella. Estas características se establecen con unos valores máximos aceptables que, junto a otras características, permiten definir un agua potable para consumo humano y animal (1), ya que el agua requerida para los animales debe ser aquella que es apta para consumo humano según la normatividad vigente (1, 4); las características físicas y valores máximos aceptables se señalan a continuación:

Características	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Cuadro 1. Características físicas. Resolución 2115 de 2007

Características Microbiológicas

Las características microbiológicas del agua para consumo humano y animal también están enmarcadas en unos valores máximos aceptables. Éstos valores pueden ser determinados a través de los análisis microbiológicos, que son la serie de procedimientos que se efectúan en una muestra de agua, y tiene como finalidad

evaluar si hay presencia o no de microorganismos, llamados específicamente coliformes, así como el tipo y número de éstos microorganismos que existe, si se trata de una muestra contaminada. Las técnicas utilizadas tienen habilidad para detectar desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) o 1 microorganismo en 100 ml de agua. Las técnicas utilizadas para detectar la bacteria *Escherichia coli* (coliformes fecales) y coliformes totales son: Filtración por membrana, Sustrato Definido, Enzima Sustrato y Presencia-Ausencia; y es a través de éstas que se establecen los siguientes valores máximos (1):

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Cuadro 2. Características microbiológicas. Resolución 2115 de 2007

Microorganismos evaluados en la calidad del agua

Evaluar el tipo y cantidad de bacterias presentes en el agua sirve como un indicador de contaminación microbiológica de éste recurso. Las bacterias que se utilizan como indicador son los coliformes totales y fecales, éste último hace referencia a la bacteria *Escherichia coli*, la cual es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo. Los resultados de este tipo de análisis se reportan como: Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en 100 ml de agua, número de microorganismos en 100 ml de agua, o presencia/ausencia de microorganismos en 100 ml de agua. (1)

Los coliformes son un grupo de bacterias gramnegativas, de forma bacilar, aerobios o anaerobios facultativas no esporulados; capaces de desarrollarse en presencia de sales biliares y fermentar lactosa, produciendo la enzima B-galactosidasa; también pueden producir aldehído a temperaturas de 35-37°C durante 24-48 horas. El grupo de coliformes totales incluye géneros fecales como *Escherichia*, *Klebsiella*, y *Enterobacter*, y ambientales como *Citrobacter*. Los coliformes fecales o termotolerantes pueden fermentar lactosa a 44-45 °C en 24 horas, la *Escherichia coli* hace parte de los coliformes fecales, produce indol a partir del triptófano, además de glucuronidasa (5).

Las enfermedades causadas por agentes transmitidos por el agua pueden ir desde una gastroenteritis leve a una diarrea grave que fácilmente puede ser mortal (5). Existen enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS), las cuales son producidas por agentes infecciosos como los coliformes y otros agentes como virus, parásitos y hongos. El agua puede comportarse como uno de los vehículos habituales de algunas bacterias como *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella spp*, *Klebsiella spp*, *Salmonella spp*, *Brucella abortus*, *Escherichia coli (E.coli)* enteropatógena, enterohemorrágica, enteroinvasiva y enterotoxigénica. Estas últimas pueden causar enfermedades como la diarrea por *E.coli* enterohemorrágica, enteroinvasiva y enterotoxigénica (6).

Enfermedades como la campilobacteriosis son la causa más importante de la gastroenteritis aguda y más común de las diarreas en el mundo (7); solo 1000 microorganismos pueden causar una infección (5) y sus síntomas son fiebre, diarrea, cólicos abdominales y trazas de sangre en las deposiciones, la bacteria se aloja en los intestinos de las aves sanas, la carne de pollo crudo (8), también puede estar presente en cerdos, ganado y perros (9); su transmisión se da por alimentos, siendo estos un importante foco de infección.(6) La shigellosis causa diarrea, fiebre, rastros de sangre en las deposiciones y es más frecuente en niños (10), puede provocar

enfermedades intestinales graves incluida la disentería bacilar; cada año se producen más de dos millones de infecciones que ocasionan 600.000 muertes y sus hospederos son las personas y los primates superiores (5, 11) . La *Klebsiella spp.* también es excretada en heces de personas y animales sanos y por lo general los microorganismos son formadores de biopelículas en los sistemas de abastecimiento de agua. La salmonelosis en personas con el sistema inmunológico deprimido puede causar infecciones severas que ponen en riesgo la vida, esta enfermedad produce cuatro manifestaciones clínicas: gastroenteritis, septicemia, fiebre tifoidea y condición portadora; genera síntomas de fiebre, diarrea, dolor abdominal y vómitos. La *Salmonella spp* infecta a personas, aves de corral, vacas, cerdos, ovejas y otras aves e incluso reptiles (5).

La gastroenteritis por *E.coli* patógena muestra síntomas de dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómito y fiebre. La diarrea por *E.coli* enterohemorrágica presenta síntomas de dolor abdominal y diarrea acuosa seguida de diarrea sanguinolenta (6), entre el 3 al 5% de los casos de *E.coli* enterohemorrágica pueden evolucionar a un síndrome hemolítico urémico lo que representa una de las causas más frecuentes de falla renal en niños, así como bacteriemia y meningitis. Su reservorio es el ganado vacuno y su transmisión se da por la ingesta de alimentos o agua que han sido contaminados con heces de vaca (12). La diarrea por *E.coli* enteroinvasiva genera síntomas de dolor abdominal severo, tenesmo y diarrea usualmente acompañada de moco y sangre. La diarrea por *E.coli* enterotoxigénica manifiesta síntomas de dolor abdominal, vómito, astenia, adinamia, deshidratación y diarrea acuosa profusa sin moco y sin sangre (6, 11).

Los principales alimentos implicados durante los procesos productivos que pueden ser contaminados por algún coliforme proveniente del agua son la leche y sus derivados, carnes crudas o semicrudas, pescados de aguas contaminadas, embutidos, ensaladas y huevos, los cuales representan un alto riesgo para la salud

humana por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que las ETAS en los países menos desarrollados son la principal causa de enfermedad y muerte donde aproximadamente el 70% de las diarreas es por la ingestión de alimentos contaminados, estima que la incidencia anual de diarreas es de 1.500 millones de casos y 3 millones de niños menores de 5 años mueren anualmente, y en el 2004 dos millones de muertes fueron por una enfermedad gastrointestinal (6).

Los monitoreos operativos y de control se limitan a estos análisis ya que esta práctica, como indicio de contaminación fecal, está bien establecida en la evaluación de la calidad del agua y es considerada en los estándares mundiales(5,13,14).

Métodos de conteo de Coliformes

Normalmente el conteo de coliformes totales y fecales son se reporta como Número más probable (NMP) o Unidades Formadoras de Colonia (UFC) (15,16),el conteo por NMP consiste en utilizar tubos de ensayo o placas de microvaloración y pruebas de presencia/ausencia (P/A) con sus respectivos equipos de análisis, método mejor explicado por Ayres y Mara.(16). Para realizar el conteo por UFC se emplea el método de filtración de membrana (17), el requerimiento establecido para garantizar la calidad del agua es que el recuento de coliformes por 100 ml de agua sea nulo (0 UFC/100ml) (5).

El Agua en las certificaciones sanitarias y de inocuidad que emite el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) tiene algunos temas relacionados con su calidad para uso pecuario en las especies bovinas y porcinas, ya que en las demás especies no existen requisitos de inocuidad, salvo la norma del ICA sobre granjas bioseguras para la especie avícola regida por las resoluciones 3650, 3651 y 3652 de 2014 para material genético, ponedoras y pollo de engorde respectivamente las cuales establecen que se debe garantizar que el agua utilizada sea potable (18). La granja

debe tener documentado e implementado el sistema de tratamiento del agua suministrada a las aves y el origen de esta, debe realizar un análisis microbiológico al agua de bebida de las aves como mínimo una vez al mes con un máximo aceptable de 100.000 UFC /100ml de CT (19) y llevar registros de cloración del agua por lo menos una vez al día (18).

Los requisitos sanitarios y de inocuidad para las certificaciones están contemplados en la lista de chequeo de las resoluciones 3585 de 2008 para bovinos de leche, 2341 de 2007 para bovinos de carne y 2640 de 2007 para porcinos, donde básicamente se le solicita al productor que el predio cuente con un análisis de calidad microbiológica y fisicoquímica del agua, un tanque de almacenamiento de agua cubierto y unas actividades de gestión a la calidad en caso de que los resultados del laboratorio no sean apropiados (20-23).

La normatividad para el establecimiento de las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) busca disminuir los riesgos sanitarios de contaminación de los productos pecuarios por agentes químicos, físicos y biológicos que puedan afectar la salud de los animales y por ende de las personas que consuman estos productos, por esto pretende conservar y mejorar la calidad del agua en los predios, ya que es considerada como un punto crítico a controlar dentro los programas de saneamiento en la finca (20).

La normatividad para las Buenas Prácticas Porcícolas (BPP) establece que debe tener legalizada la captación del recurso hídrico, se debe hacer un análisis microbiológico por lo menos una vez al año como seguimiento a la calidad del agua y que sus condiciones higiénicas no afecten la salud de los animales ni la inocuidad de la carne (22).

Actualmente se desconoce la calidad microbiológica del agua empleada en las labores pecuarias de predios ubicados en municipios del Departamento de

Risaralda, esto constituye un riesgo para la salud animal, la cadena productiva y la salud humana ya que no permite tomar medidas correctivas, por lo que este estudio pretende conocer la calidad microbiológica del agua de predios pecuarios distribuidos en el Departamento de Risaralda, mediante el conteo de coliformes totales y fecales, usando la técnica de filtración de membrana.

Materiales y métodos

Este estudio es de tipo observacional descriptivo transversal, en el que se recolectaron 200 muestras de agua en predios pecuarios seleccionados por conveniencia por el Centro Integral de Diagnóstico Agropecuario de Risaralda (CIDAR), donde técnicos capacitados en la metodología recolectaron 200 ml de agua directamente del lugar que abastece el predio, en recipientes estériles de polipropileno dejando una cámara de aire para luego ser homogeneizada. Las muestras fueron almacenadas en una nevera de poliestireno a 6°C para su transporte y posterior procesamiento en el CIDAR. Estos predios están ubicados en los municipios de Pereira, Apía, Balboa, Belén de Umbría, Dosquebradas, Guática, La Celia, Marsella, Mistrató, Pueblo Rico, Quinchía, Santa Rosa y Santuario, del Departamento de Risaralda.

El conteo de coliformes totales y fecales se realizó por el método de filtración de membrana con una dilución de 10:1, tomando 10 ml de la muestra en un matraz y aforando con 90 ml de solución tamponada estéril. El método se basa en pasar 100 ml de la dilución, cantidad determinada de acuerdo a la densidad bacteriana esperada y origen de la muestra, a través de un filtro de membrana microporosa de 0.45 μm , en cuya superficie quedan retenidos los microorganismos, los cuales son de tamaño mayor al del poro; la filtración se da gracias a una bomba eléctrica que ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua (17,24).

Se realizaron dos filtraciones de 100 ml de dilución cada una, para obtener dos membranas microporosas las cuales fueron sembradas en cajas de Petri estériles en los medios de cultivo correspondientes. Se utilizó el medio de cultivo m-ENDO para la incubación (en incubadora) de coliformes totales, a una temperatura de 35°C durante 24 horas; y el medio de cultivo m-FC para la incubación (en Baño María) de coliformes fecales, a una temperatura de 44°C durante 24 horas.

El medio de cultivo m-ENDO se usa para aislar y diferenciar microorganismos de la familia *Enterobacteriaceae*. Su selectividad por microorganismos de ésta familia se da por la combinación de sulfito de sodio con fucsina básica, que inhibe parcialmente el crecimiento de microorganismos gram-positivos. Los coliformes fermentan la lactosa contenida en este medio, la fermentación produce colonias de color rosa oscuro o rojizo con un brillo metálico verdoso iridiscente (25).

El agar m-FC es un medio de cultivo para enumerar y diferenciar los coliformes fecales usando la técnica de filtración de membrana. Los coliformes fecales son diferenciados por su capacidad para crecer a 44,5°C ± 0,5°C. Este medio provee fuentes de carbono, nitrógeno, vitaminas y minerales; contiene lactosa, así como sales biliares que inhiben el crecimiento de bacterias gram-positivas. La diferenciación se da por la combinación de anilina azul y ácido rosólico, el cual inhibe el crecimiento de bacterias no fecales (26).

Posterior a la incubación se hizo el recuento de colonias y se calculó el resultado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Colonias de coliformes (totales/fecales) en 100 mL} = \frac{\text{colonias contadas} \times 100}{\text{mL de muestra filtrada}}$$

Los resultados se reportaron como Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml (UFC/100 ml). (27) y posteriormente se hizo el análisis de éstos mediante estadística

descriptiva, presentando los datos a través de la Mediana y el Rango Intercuartil, utilizando el paquete estadístico Statgraphics para representar los datos a través de gráficos de cajas y bigotes.

Resultados y discusión

De los 14 municipios del Departamento de Risaralda se tomaron muestras en los municipios mencionados; se obtuvieron 200 resultados de los cuales los correspondientes a los municipios de Belén de Umbría, Marsella, Pueblo Rico y Santa Rosa no fueron analizados individualmente porque la cantidad de muestras tomadas no fue representativa para describir el municipio y ser resumidas a través de la Mediana y el Rango Intercuartil, sus valores solo se tomaron en cuenta para la descripción del departamento. Los municipios que se caracterizaron individualmente fueron aquellos con un $n \geq 10$ cada uno.

Se obtuvieron los siguientes resultados del análisis estadístico, representados por Mediana (Me) y Rango Intercuartil (RIQ), de Coliformes Totales (CT) y Coliformes Fecales (CF).

RESULTADOS (UFC/100ml)		Me	IQR
Departamento	CT	390	1090
	CF	80	230
Apía	CT	245	470
	CF	30	50
Balboa	CT	1070	1140
	CF	80	230
Dosquebradas	CT	210	1110
	CF	65	335
Guática	CT	170	100
	CF	60	80
La Celia	CT	1175	950
	CF	130	370
Mistrató	CT	170	110
	CF	60	50
Pereira	CT	505	630
	CF	110	220
Quinchía	CT	190	420
	CF	60	180
Santuario	CT	810	1000
	CF	180	220

Cuadro 3. Resultados de coliformes totales y coliformes fecales.

De los 200 datos que se obtuvieron por todo el Departamento se excluyeron un total de 15 valores considerados atípicos en el análisis, que afectaban tanto la caracterización del departamento como la de cada municipio a los que pertenecían, sobre todo al momento de darle una representación gráfica al análisis. Estos valores se identificaron con la ayuda del programa estadístico Statgraphics XVII, se hizo un análisis antes y después de excluirlos, así mismo se estudiaron individualmente, lo que llevó a la conclusión de retirarlos ya que limitaban el análisis, el resumen y la comprensión de los demás datos; técnicamente estos valores son de poca ocurrencia, ya que se asemejan más a las características de aguas grises, que a la que normalmente proviene de una fuente primaria. Esto puede deberse a la remisión de muestras tomadas de lugares no indicados o incluso aguas residuales, que aunque también requieren un análisis microbiológico exigido por la autoridad ambiental, no son las adecuadas para este estudio.

En el **cuadro 3** se presentan los valores encontrados de coliformes totales y fecales, permitiendo conocer resultados de hasta 1775 UFC/100 ml; donde independientemente del número de muestras analizadas, se aprecian altos niveles de coliformes, agentes nocivos presentes en el agua, a la que actualmente los productores están dando uso en sus labores y actividades pecuarias y consumo humano (1, 21-23, 28-31), lo cual representa un riesgo inminente para la salud de los animales, la inocuidad de los productos y la salud humana por consumo de éstos.

A continuación se representan gráficamente los resultados obtenidos para el Departamento de Risaralda lo que permite ver algunos datos que se alejan de la caja y del valor máximo, representados por puntos. Estos son datos atípicos pero que técnicamente pueden ocurrir, además permiten realizar el análisis estadístico sin alterar el resto de datos.

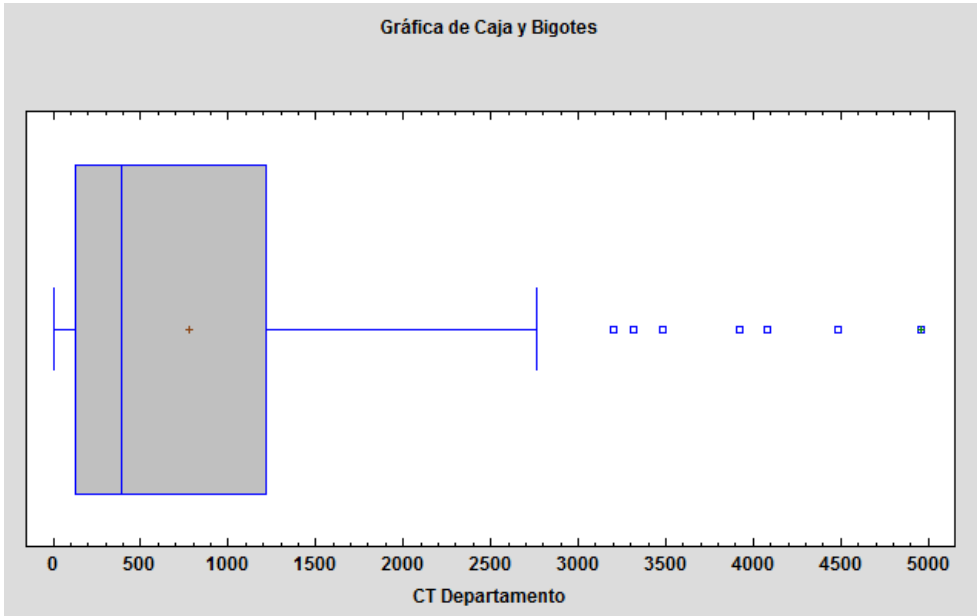


Figura 1. Coliformes totales (CT) para el Departamento de Risaralda.

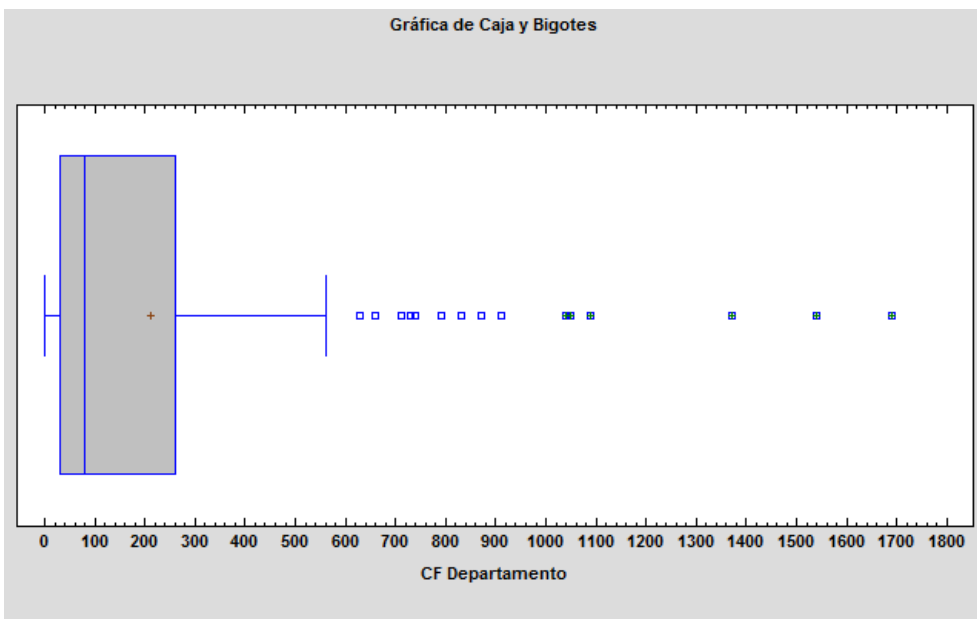


Figura 2. Coliformes fecales (CF) para el Departamento de Risaralda.

La representación gráfica de los valores encontrados para los municipios que se caracterizaron individualmente se encuentra en el anexo 1.

El muestreo de este estudio es de tipo no probabilístico (por conveniencia), por lo anterior se encuentran municipios con un número de muestras analizadas (n) que va desde 3, como es el caso Santa Rosa, hasta 48 en el municipio de Dosquebradas.

En el análisis de los resultados no se realizaron comparaciones entre los municipios por la disparidad en el número de muestras; se presentaron los datos para describir el Departamento y sus municipios, y así dar respuesta al objetivo del CIDAR para la realización del presente estudio.

Las resoluciones 3585 de 2008, 2341 de 2007, 2640 de 2007 y 3650,3651 y 3652 de 2014, que reglamentan las Buenas prácticas Ganaderas, Porcícolas y Avícolas coinciden en que las producciones para estas especies deben cumplir con las Buenas Prácticas en Alimentación Animal (BPAA) las cuales establecen que los animales no deben consumir ni tener acceso a aguas contaminadas que puedan originar enfermedades o contaminar la leche, deben disponer de agua a voluntad en condiciones higiénicas que no afecte la salud de los animales ni la inocuidad de los productos que de ellos se obtengan (1, 2, 19-23, 28-31), ya que las bacterias se alojan en los intestinos de las aves sanas, la carne de pollo crudo (11), en cerdos, ganado y perros (12).

Por lo anterior, con el fin de evitar afectar la salud de los animales y la inocuidad de los productos, el agua requerida para los animales debe tener un recuento de coliformes totales y fecales de 0 UFC/100ml, según el Decreto 2115 de 2007, que indica un agua apta para consumo humano (1, 19-23, 28-31)

Aunque la calidad del agua en los procesos de certificación en Buenas Prácticas hace parte de los criterios fundamentales y mayores de las resoluciones que las reglamentan, altos valores de coliformes encontrados en el agua del predio durante la certificación, no son una limitante para que el predio pueda ser certificado, ya que

el productor al demostrar que cumple con un análisis de calidad microbiológica del agua mínimo una vez al año y unas actividades correctivas (20-23), puede ser certificado en ese momento; si estas actividades de gestión no son realizadas por el productor, sólo puede afectar para una segunda certificación. Lo anterior hace que se pierda rigurosidad durante este proceso, es decir que aunque un productor tenga recuentos de coliformes como los encontrados en estos municipios, que afirman la contaminación microbiológica del agua para consumo humano (1), su predio puede ser certificado; excepto los productores avícolas, que para certificarse como granjas bioseguras deben realizar un análisis microbiológico al agua de bebida de las aves como mínimo una vez al mes con un máximo aceptable de 100.000 UFC/100 ml de CT (19).

Esto no coincide con el objetivo de las Buenas Prácticas de disminuir los riesgos sanitarios de contaminación de los productos pecuarios por agentes biológicos (20), ya que el uso de agua contaminada en la producción pecuaria representa un riesgo para la salud pública (6). Cada año se producen más de dos millones de infecciones que ocasionan 600.000 muertes (5, 11), la *Salmonella spp* infecta a personas, aves de corral, vacas, cerdos, ovejas y otras aves e incluso reptiles (5); entre el 3 al 5% de los casos de *Escherichia coli* enterohemorrágica pueden evolucionar a un síndrome hemolítico urémico lo que representa una de las causas más frecuentes de falla renal en niños, así como bacteriemia y meningitis, su reservorio es el ganado vacuno y su transmisión se da por la ingesta de alimentos o agua que han sido contaminados con heces de vaca (12). Las enfermedades transmitidas por alimentos en los países menos desarrollados son la principal causa de enfermedad y muerte donde aproximadamente el 70% de las diarreas es por la ingestión de alimentos contaminados (6).

Conclusiones y recomendaciones

El estudio permitió conocer la cantidad de Coliformes Totales y Coliformes Fecales presentes en el agua utilizada en producciones pecuarias del Departamento de Risaralda, para describir su calidad microbiológica. Los resultados encontrados indican que el agua utilizada en estos predios no es apta para uso y consumo en producción pecuaria.

Los resultados de Coliformes Totales y Fecales de los municipios estudiados muestran que no dan cumplimiento con la normatividad vigente, lo anterior demuestra que en la actualidad existen falencias de sanidad en la producción primaria, por lo anterior el uso de agua de buena calidad depende de las labores y esfuerzos de los productores por cuidar, mantener y darle un uso eficiente a este recurso.

A pesar del tipo de muestreo y la heterogeneidad de los resultados obtenidos, el presente trabajo se constituye como un estudio piloto que nos da información para reconocer que existe un rasgo determinado en la población, información que a la vez permite modificar el planteamiento de un futuro estudio en el que se recomienda realizar un muestreo diseñado con normas de selección para hacer estimaciones y obtener resultados de mayor rigor científico.

Se requiere conocer otros aspectos como tipo de producción pecuaria y parámetros fisicoquímicos del agua para poder realizar un análisis más específico por área pecuaria, que permita hacer comparaciones entre los municipios del departamento y de éste con los demás departamentos del país, así como utilizar indicadores de calidad y contaminación para la evaluación del recurso hídrico.

Es necesario incentivar los esfuerzos por capacitar al productor pecuario, por lo que se sugiere la formulación de un programa educativo dirigido al sector rural sobre el manejo y la importancia del agua en la producción primaria.

Agradecimientos

A Dios, por la vida y la culminación de una carrera enmarcada en triunfos.

A nuestros padres por el esfuerzo incondicional de dar viento a nuestras alas.

A la Dra. Martha Liliana Vallejo Salazar y el Centro Integral de Diagnóstico Agropecuario de Risaralda CIDAR, por confiarnos la realización de éste estudio.

A la Dra. Margarita María Mazo Cardona por facilitarnos el desarrollo de éste proyecto.

Bibliografía

1. Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución Número 2115. Colombia, 2007. p. 1-23.
2. Ministerio de la Protección Social. Decreto Número 1575. Colombia, 2007. p. 1-14.
3. Organización Panamericana de la Salud. Agua y Saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. Washington, D.C: NLM WA. 2011; p 3-72.
4. Ministerio de la Protección Social y Desarrollo Rural. Decreto Número 1594. Colombia, 1984.p.1-55.

5. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 2008; 1: 32-5, 191-240.
6. Martínez M, Martínez E, Pacheco O, Quijada H. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Colombia: INS. 2016; p. 1-69.
7. Moreno M, Alarcón A. Higiene alimentaria para la prevención de trastornos digestivos infecciosos y por toxinas. Revista Médica Clínica Las Condes. 2010; 21(5):749-55.
8. Hinton M. Infections and intoxications associated with animal feed and forage which may present a hazard to human health. The Veterinary Journal. 2000; 159(2):124-38.
9. Meslin F. Global aspects of emerging and potential zoonoses: a WHO perspective. Emerging infectious diseases. Israel: 1997; 3(2):1-223.
10. Prado V, Solari V, Álvarez IM, Arellano C, Vidal R, Carreño M, et al. Situación epidemiológica de las enfermedades transmitidas por alimentos en Santiago de Chile: Período 1999-2000. Santiago de Chile: Revista médica de Chile. 2002; 130(5):495-501.
11. Kopper G, Calderón G, Schneider S, Domínguez W, Gutiérrez G, Rosell C, et al. Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Roma: FAO. 2009:1-197.
12. Cordovéz A, Prado V, Maggi L, Cordero J, Martínez J, Misraji A, et al. Enterohemorrhagic Escherichia coli associated with hemolytic-uremic

- syndrome in Chilean children. *Journal of clinical microbiology*. 1992; 30(8):2153-7.
13. Valenzuela E, Godoy R, Almonacid L, Barrientos M. Calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile y su posible implicancia en la salud humana. Chile: *Revista chilena de infectología*. 2012; 29(6):628-34.
 14. Campos C, Cárdenas M, Guerrero A. Performance of faecal contamination indicators in different type of waters from the sabana of Bogotá (Colombia). Colombia: *Universitas Scientiarum*. 2008; 13(2):103-8.
 15. World Health Organization, Organisation for Economic Cooperation and Development. *Assessing Microbial Safety of Drinking Water*. Colombia: IWA. 2003:1-291.
 16. Ayres M, Duncan M. *Analysis of wastewater for use in agriculture-a laboratory manual of parasitological techniques*. Geneve: WHO, Geneva. 1996:5-35.
 17. Gobernación de Risaralda, Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Centro Integral de Diagnóstico Agropecuario de Risaralda. *Manual de Microbiología de Aguas*. Colombia. POE. 2015; p.2-5
 18. Vázquez H, Morales Á, Gasca M. *Las buenas prácticas de bioseguridad en granjas de reproducción aviar y plantas de incubación*. Colombia: Grupo Transferencia de Tecnología. 2006; 1-56.
 19. Federación Nacional de Avicultores de Colombia, Fondo Nacional Avícola. *Código Buenas Prácticas Avícolas*. Colombia: 2011; 2: p 1-284.

20. Uribe F, Zuluaga A, Valencia L, Murgueitio E, et al. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Colombia: 2011; 3:1-82.
21. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura. Resolución Número 2341. Colombia: 2007; p. 1-19.
22. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura. Resolución Número 2640. Colombia: 2007; p. 1-17.
23. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura. Resolución Número 3585. Colombia. 2008; p. 1-11.
24. American Public Health association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C. 2012; p 9-95,9-11 p.
25. Becton Dickinson and Company. Instrucciones de uso-medio en placas listo para su uso- BD Endo Agar. Germany. 2013; p. 1-3.
26. Becton Dickinson and Company. m FC Agar-m FC Broth Base-Rosolic Acid. Germany. Difco & BBL Manual; p. 1-3.
27. Lewandowski CM C-iN, Lewandowski CM. Método de filtración por membrana para determinación de coliformes y E. coli en agua. 2015:99-1689.
28. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura. Resolución Número 3650. Colombia. 2014; p. 1-37.

29. Instituto Colombiano Agropecuario Ministerio de Agricultura. Resolución Número 3651. Colombia. 2014; p. 1-31.

30. Instituto Colombiano Agropecuario Ministerio de Agricultura. Resolución Número 3652. Colombia; 2014; p. 1-21.

31. Instituto Colombiano Agropecuario Ministerio de Agricultura. Resolución Número 20148. Colombia. 2016; p. 1-23.

Anexos

Anexo 1.

Representación gráfica de los resultados obtenidos por municipio.

Anexo 1.

Apia

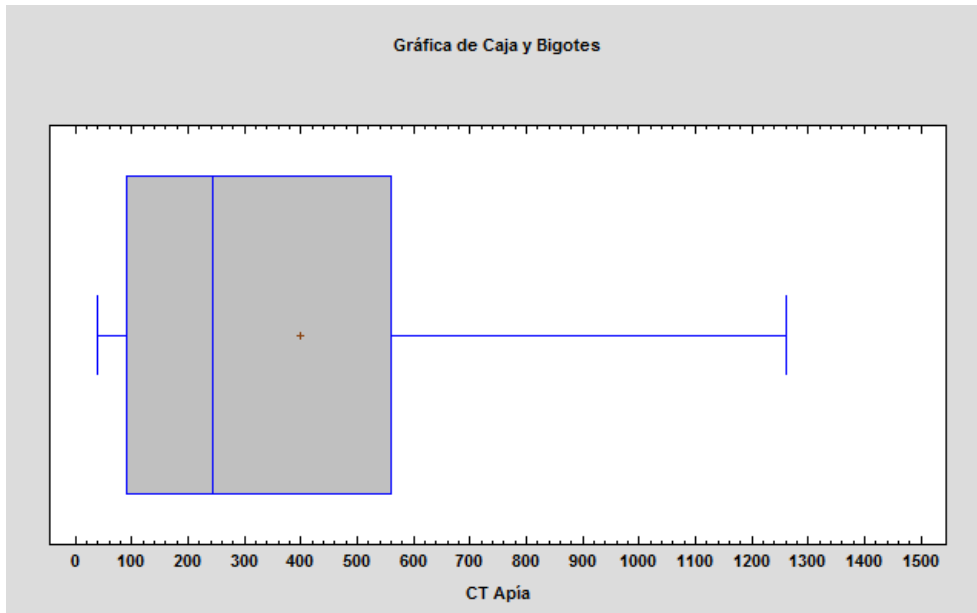


Figura 3. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Apía.

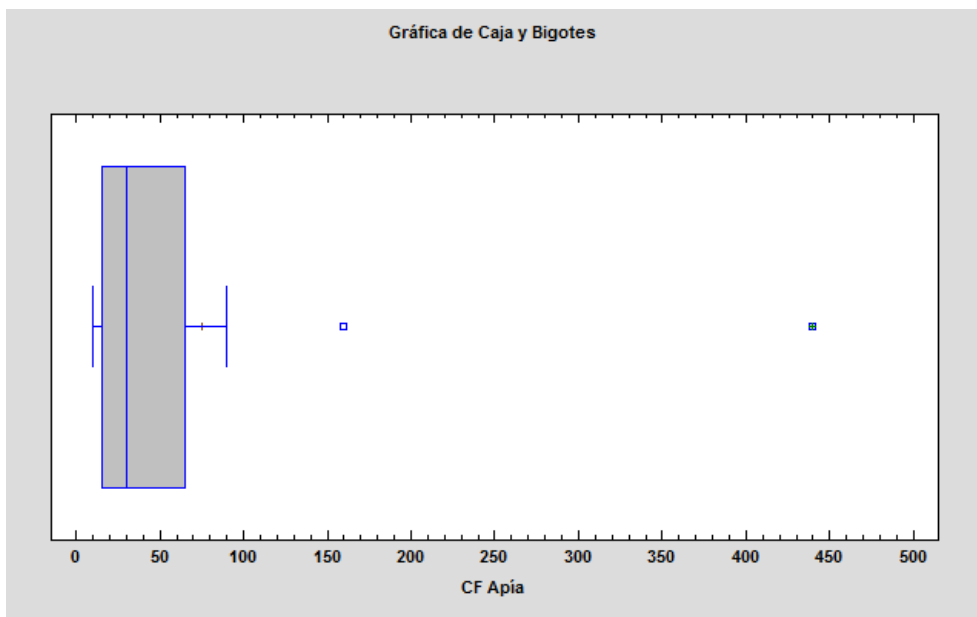


Figura 4. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Apía.

Balboa

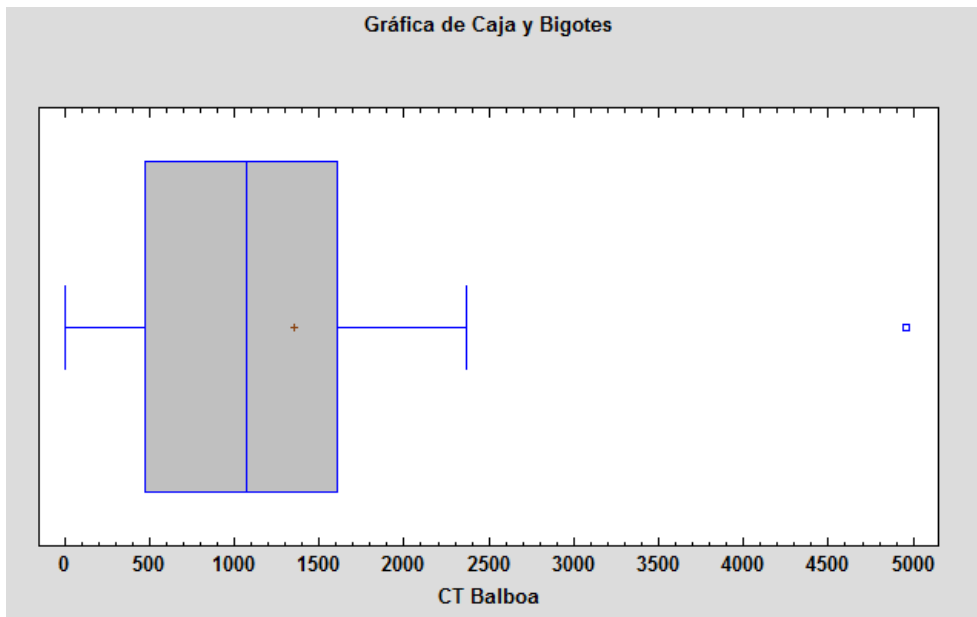


Figura 5. Coliformes totales (CT) para el Municipio Balboa.

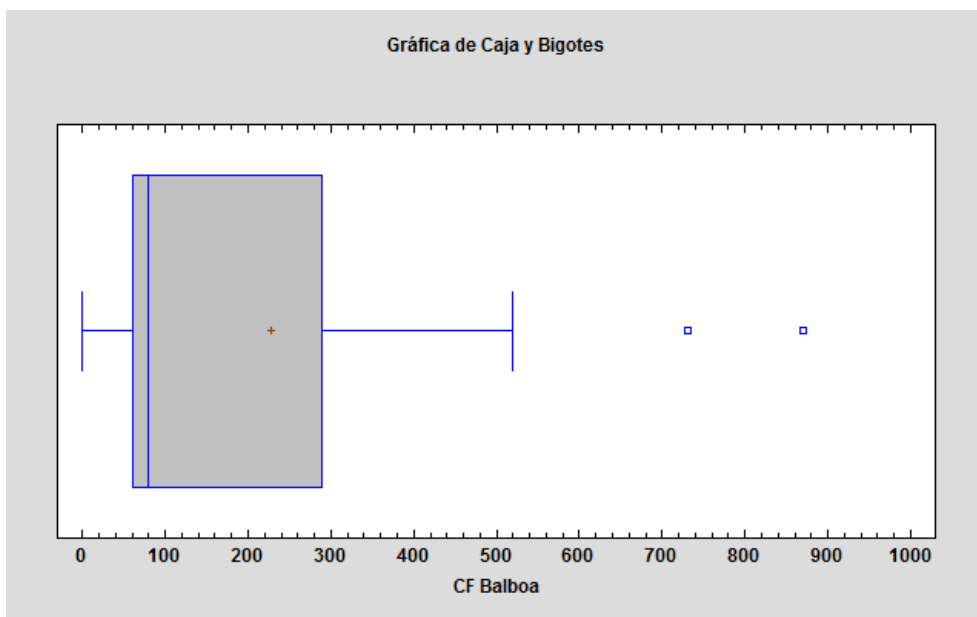


Figura 6. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Balboa.

Dosquebradas

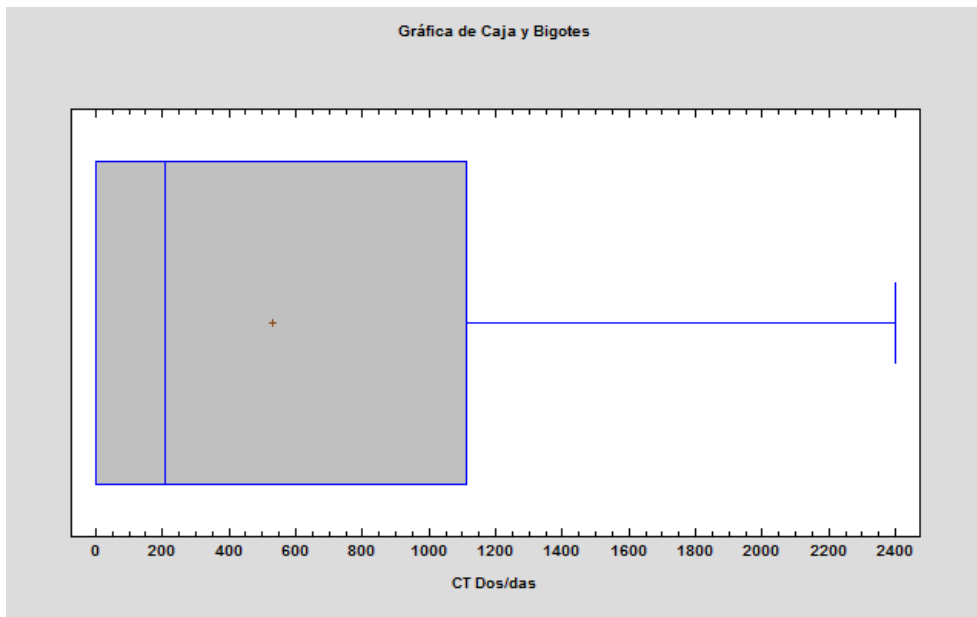


Figura 7. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Dosquebradas.

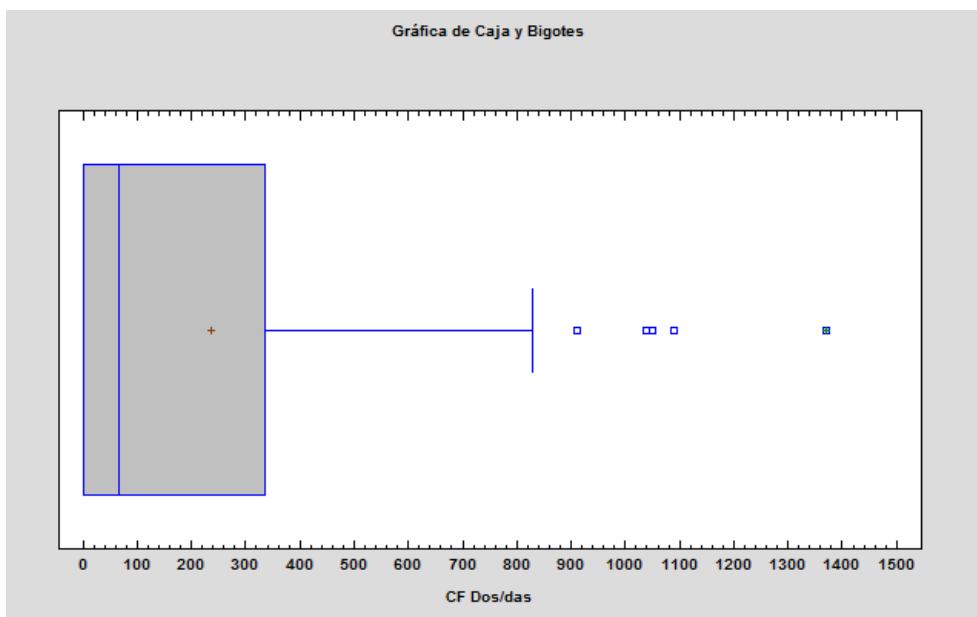


Figura 8. Coliformes Fecales (CF) para el Municipio de Dosquebradas.

Guàtica

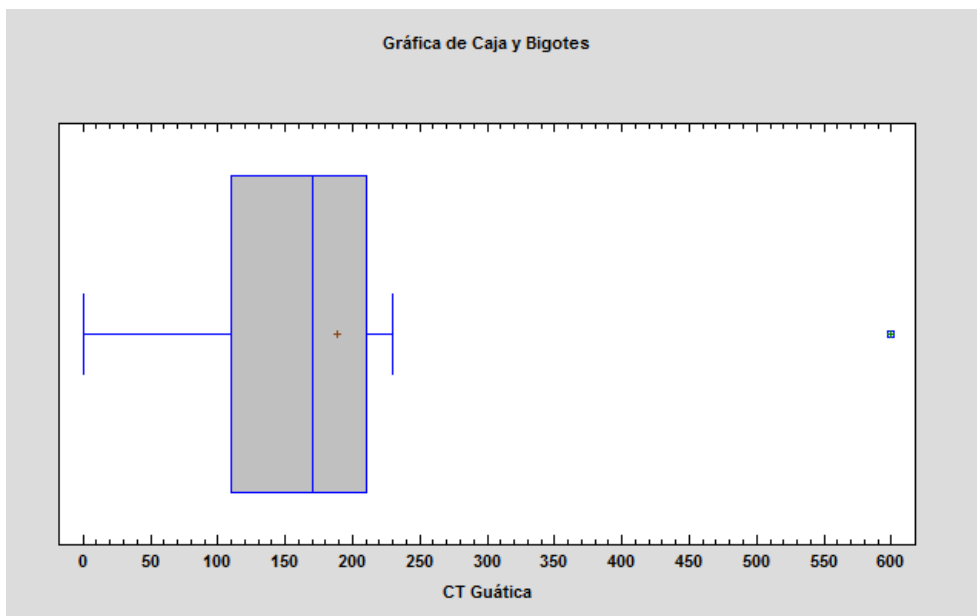


Figura 9. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Guàtica.

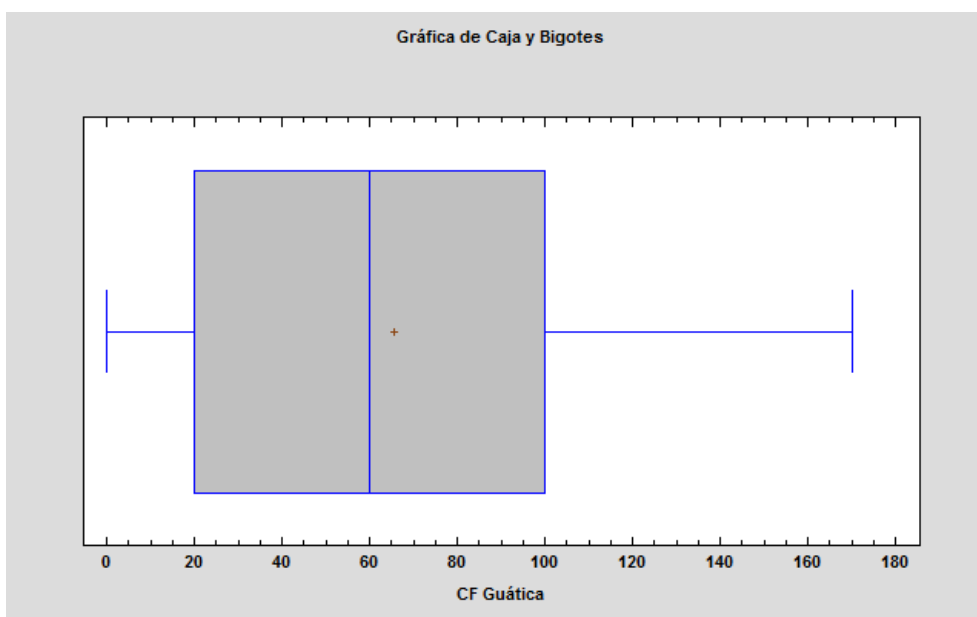


Figura 10. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Guàtica.

La Celia

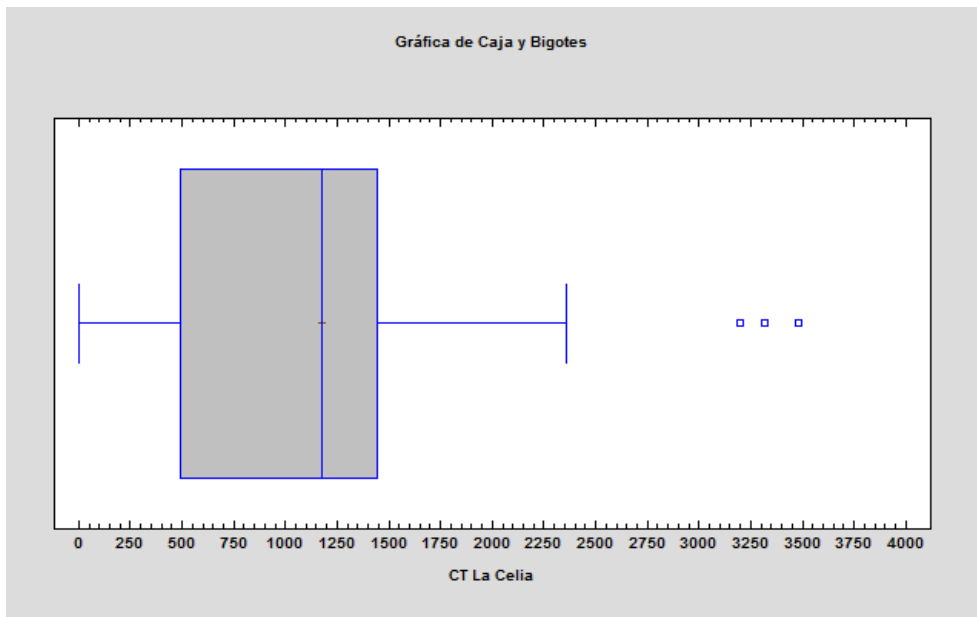


Figura 11. Coliformes totales (CT) para el Municipio de La Celia

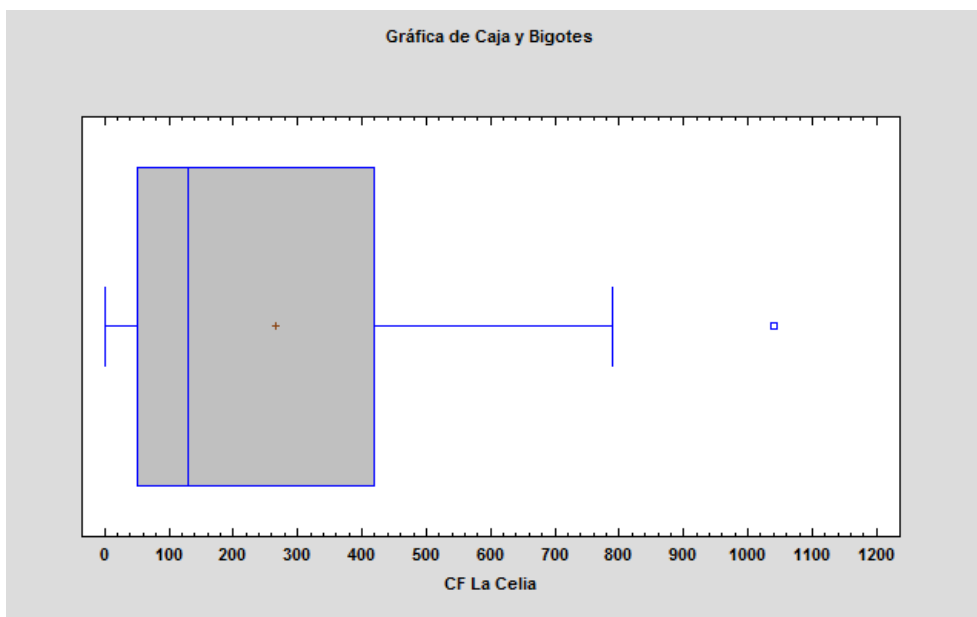


Figura 12. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de La Celia

Mistratò

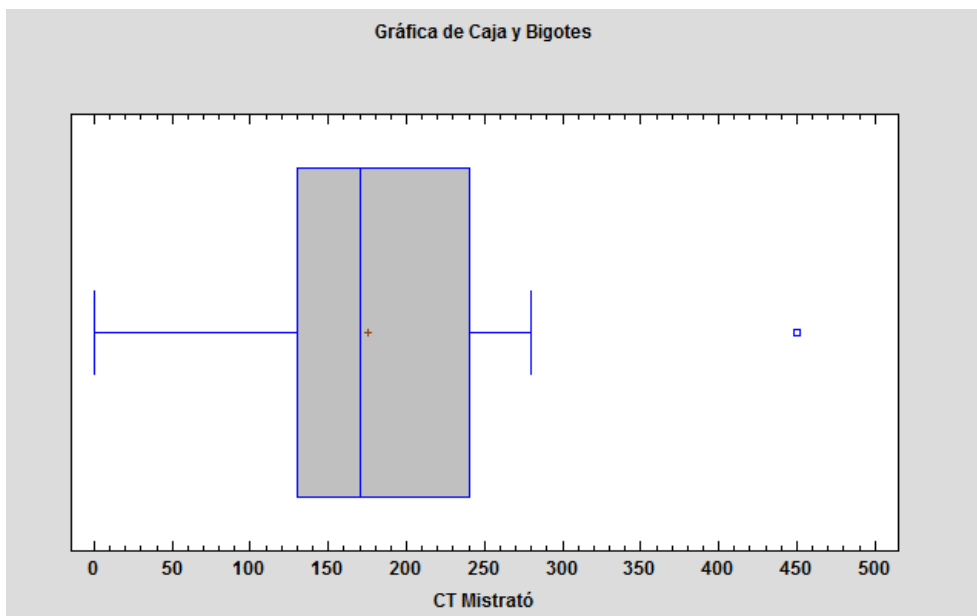


Figura 13. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Mistratò

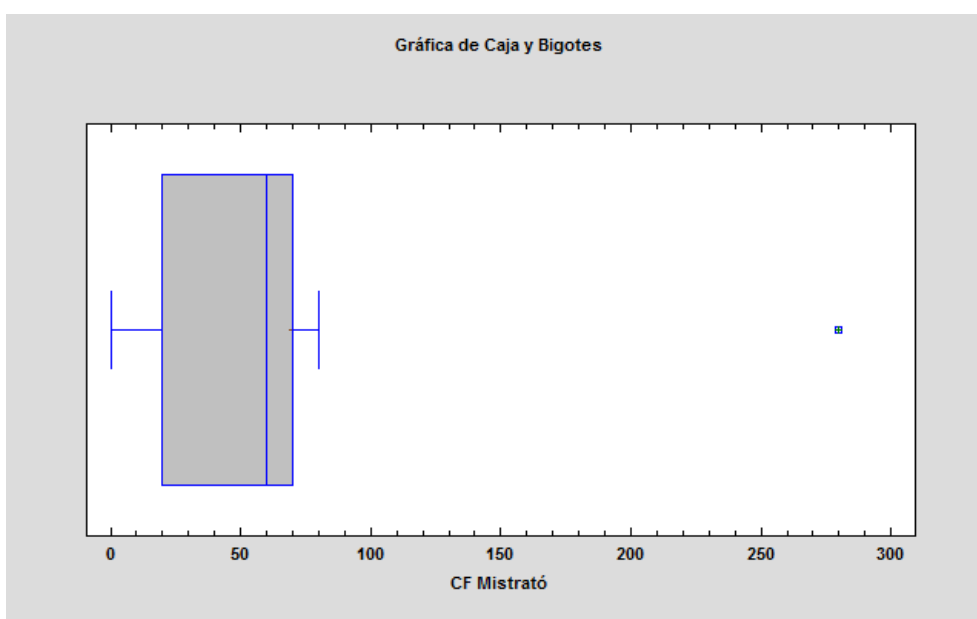


Figura 14. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Mistratò

Pereira

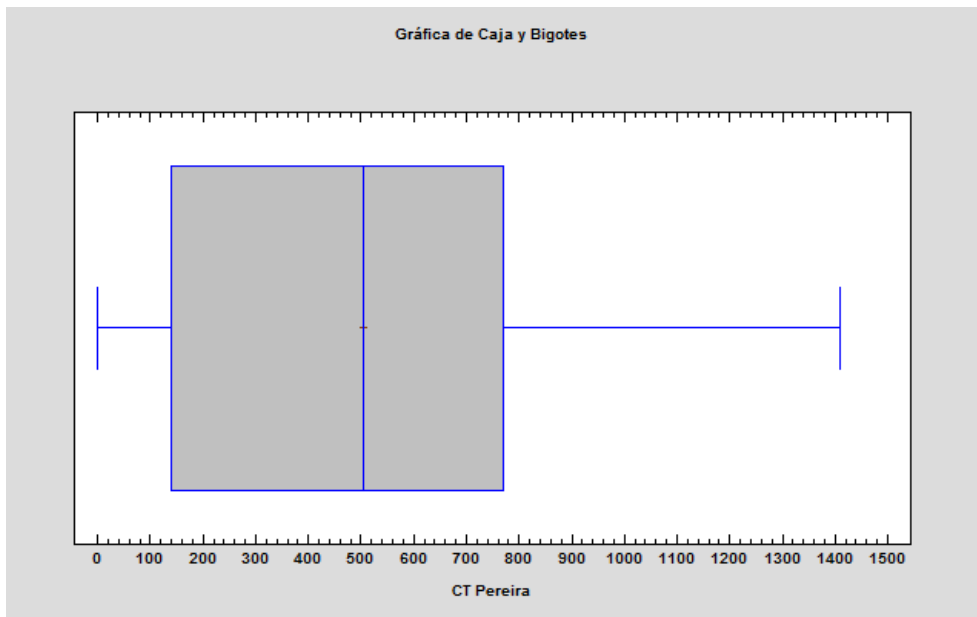


Figura 15. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Pereira.

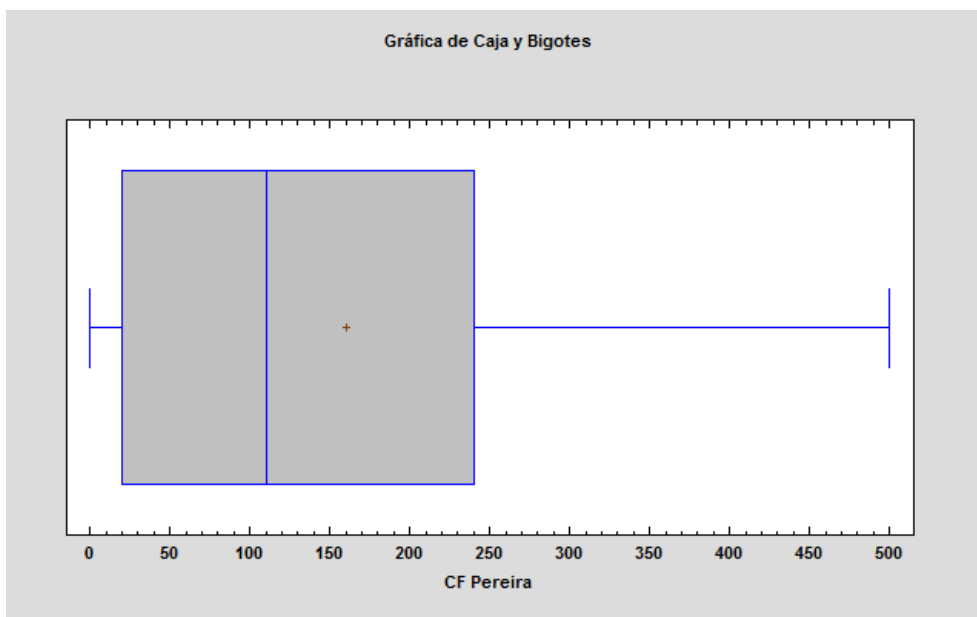


Figura 16. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Pereira.

Quinchía

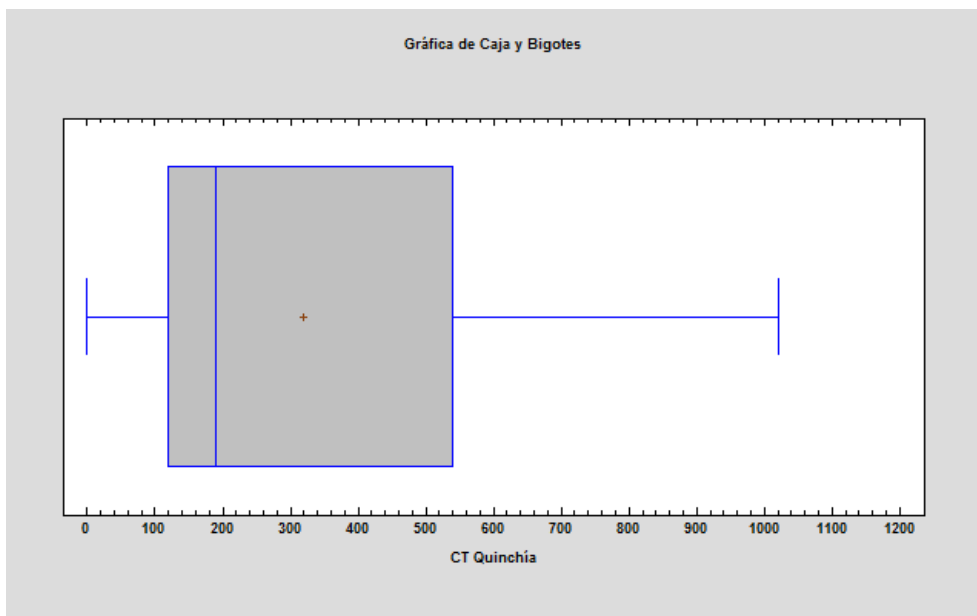


Figura 17. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Quinchía.

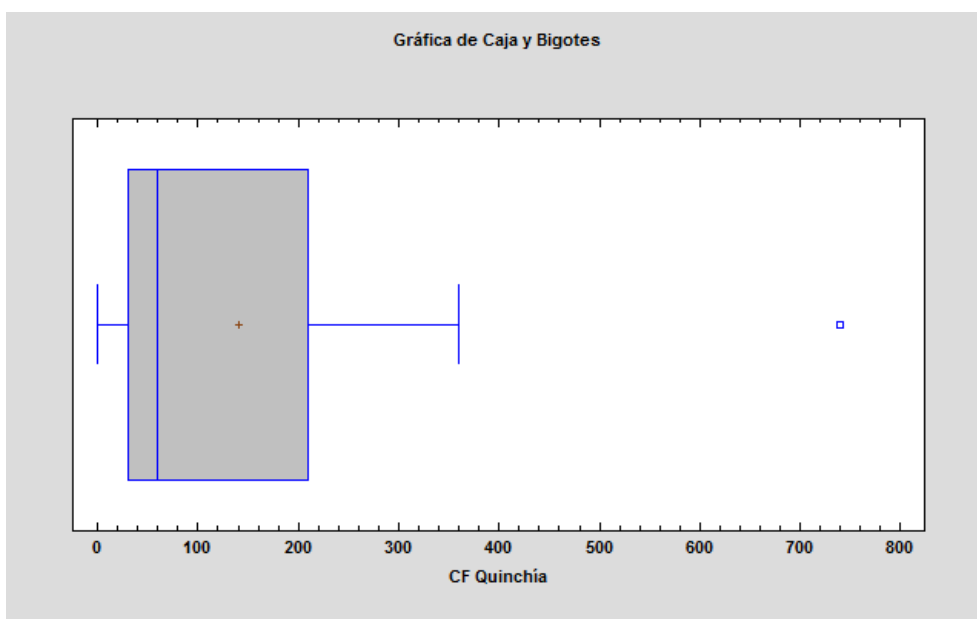


Figura 18. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Quinchía.

Santuario

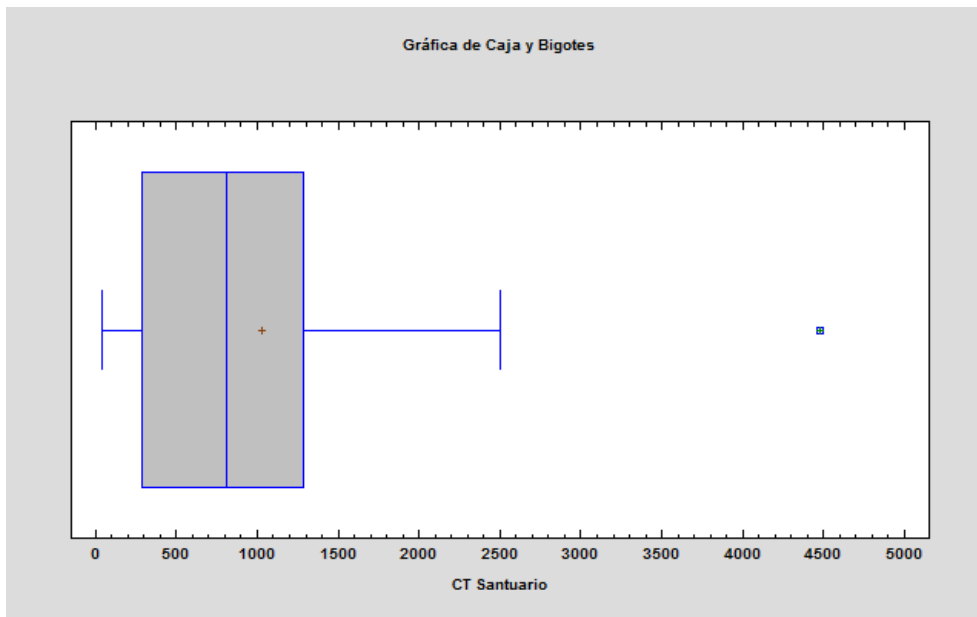


Figura 19. Coliformes totales (CT) para el Municipio de Santuario.

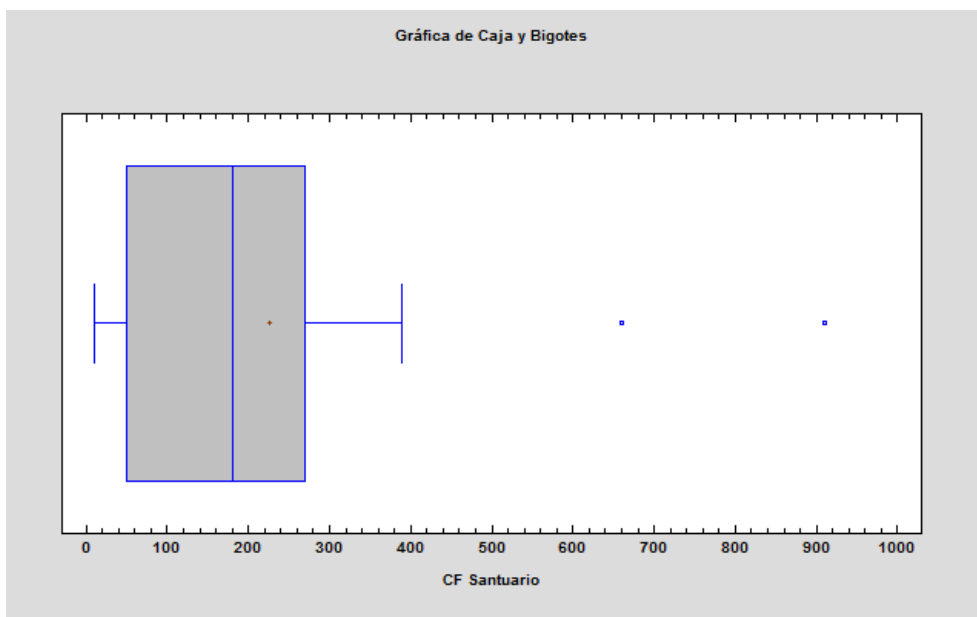


Figura 20. Coliformes fecales (CF) para el Municipio de Santuario.