

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

INFLUENCIA DE FACTORES METEOROLÓGICOS EN LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA DE VACA EN ECUADOR

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

JOSÉ ANDRÉS SALAZAR COBO

DIRECTORA: ING. NEYDA FERNANDA ESPIN FELIX, MSc.

CO-DIRECTOR: ING. PAUL ERNESTO VARGAS JENTZSCH, PhD.

DMQ, septiembre 2022

© Escuela Politécnica Nacional (2022)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo JOSÉ ANDRÉS SALAZAR COBO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o cualificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

JOSÉ ANDRÉS SALAZAR COBO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por JOSÉ ANDRÉS SALAZAR COBO bajo mi supervisión.

NEYDA FERNANDA ESPIN FELIX
DIRECTORA DE PROYECTO

PAUL ERNESTO VARGAS
JENTZSCH
CODIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado principalmente a Dios por darme la salud, las fuerzas y el ánimo para desarrollarlo de principio a fin. En segundo lugar, a mis padres: Ana Lucía y Mario José por ser los promotores de mi carrera profesional. Por supuesto a mi hermana María Isabel y mi perro labrador Jive por ser los veedores de mi estabilidad emocional y mi apoyo durante mis 10 semestres en la Escuela Politécnica Nacional, especialmente en los momentos en los que estuve tentado a rendirme. Del mismo modo a mis amigos más cercanos por ser mis consejeros y bastones de apoyo en los momentos más problemáticos de la carrera: mi mejor amiga Brigieth, mis amigos Jhosselyn, Ariana, Nathaly, María, Esteban y Jordan. Del mismo modo este escrito quisiera dedicarlo a aquellas personas que me han permitido hasta la fecha crecer y aprender profesionalmente: Sara, Iván, Edgar y Daniela. Por último pero no menos importante agradezco a todos los profesores de quienes adquirí conocimientos pero también lecciones de vida: Paúl, Marcelo, Neyda, Omar, Luis, Cristina, Catalina, Liliana, Jady y Christian.

Influencia de factores meteorológicos en la calidad de la leche cruda de vaca en Ecuador

Resumen: La calidad de la leche cruda de vaca es evaluada mediante los siguientes parámetros: grasa, proteína, sólidos totales, SNGL, recuento de células somáticas y recuento de microorganismos aerobios mesófilos; cada uno de estos parámetros depende, en cierta medida, de factores meteorológicos como la temperatura promedio mensual y la precipitación media mensual. El objetivo del estudio fue determinar la correlación lineal entre datos meteorológicos y resultados de parámetros de calidad de leche cruda de vaca en Ecuador de los años 2017, 2018 y 2019. Asimismo, se sistematizaron los resultados analíticos de calidad fisicoquímica de leche cruda de vaca de los años mencionados de manera gráfica para presentarlos en mapas políticos. En los resultados del estudio destacan correlaciones significativas entre la precipitación promedio mensual y el porcentaje de grasa en las provincias de Santa Elena ($R = 0,6270$, $P = 0,0124$), Cotopaxi ($R = -0,5196$, $P = 0,0111$) y correlaciones significativas entre la precipitación promedio mensual y el porcentaje de proteína en las provincias de Cotopaxi ($R = -0,5461$, $P = 0,0070$), Tungurahua ($R = -0,4687$, $P = 0,0157$) y Cañar ($R = -0,4475$, $P = 0,0192$). A nivel país, el 61,87 % de las muestras de leche cruda cumplieron la normativa respecto a las características fisicoquímicas y el 79,00 % de las muestras de leche cruda analizadas incumplió los requisitos microbiológicos. Alrededor de un 11,10 % de las muestras de leche cruda de vaca analizadas entre los años 2017 y 2019, en virtud de su calidad, cumplieron los requisitos de exportación.

Palabras clave: Grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos lácteos (SNGL), recuento de células somáticas, recuento de microorganismos aerobios mesófilos.

Influence of Meteorological Factors on Raw Cow's Milk Quality

Abstract: Raw cow's milk quality is conditioned by the following factors: fat, protein, total solids, MSNF, somatic cell count and total bacteria count; each of these parameters depends as well on certain meteorological factors such as monthly average temperature and monthly average precipitation. The goal of this study was to determine the correlation between meteorological data and results of raw milk quality parameters in Ecuador for 2017, 2018 and 2019. Analytical results were represented graphically on political maps based on raw cow milk's quality for the same years: 2017, 2018 and 2019. In the results of the study strong correlations between the monthly average precipitation and fat percentage were found in the provinces of Santa Elena ($R = 0,6270$, $P = 0,0124$), Cotopaxi ($R = -0,5196$, $P = 0,0111$) and strong correlations between monthly average precipitation and protein percentage were found in the provinces of Cotopaxi ($R = -0,5461$, $P = 0,0070$), Tungurahua ($R = -0,4687$, $P = 0,0157$) and Cañar ($R = -0,4475$, $P = 0,0192$). Nationwide, 61,87 % of milk samples met the national standard regarding physicochemical requirements; however, and 79,00 % of the analyzed samples did not meet the microbiological requirements. About 11,10 % of the analyzed raw milk samples between the years 2017 and 2019, according to their quality, met the exportation requirements.

Keywords: Fat, protein, total solids, milk solids-not-fat (MSNF), somatic cell count, total bacteria count.

1. INTRODUCCIÓN

La leche es la secreción proveniente de las glándulas mamarias de los mamíferos que puede servir como alimento o como materia prima (Codex Alimentarius, 2011; O'Mahony y Fox, 2014; Pereira, 2014). Adicionalmente, la leche cruda se define como aquella que no ha sido sometida a tratamiento alguno para disminuir su carga microbiana (Codex Alimentarius, 2011).

Las propiedades fisicoquímicas de la leche están ligadas a su composición, es decir, a su contenido de proteína, agua, lactosa, lípidos y sales (O'Mahony y Fox, 2014; Pereira, 2014; Toledo et al., 2019). La composición fisicoquímica resultante sería principalmente el porcentaje de: grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos lácteos o SNGL (Yayota et al, 2013). Por otro lado, las propiedades microbiológicas de la leche abarcan indicadores, tales como: recuento de células somáticas, recuento de coliformes, recuento de microorganismos aerobios mesófilos y recuento de microorganismos específicos como *Salmonella* y

Staphylococcus aureus (Committee on the Review of the Use of Scientific Criteria and Performance Standards for Safe Food et al., 2003; D'Amico y Donnelly, 2010). El recuento de microorganismos aerobios mesófilos es una aproximación de la población bacteriana que tiene una muestra ya que no contabiliza microorganismos anaerobios ni diferencia entre los tipos de microorganismos cuantificados (Mendonca et al., 2020). Por otro lado, el recuento de células somáticas es un parámetro que indica el estado de las glándulas mamarias y puede aportar indicios de la presencia de infecciones o inflamaciones (Park, 2010).

En Ecuador, la normativa que fija los requisitos base para la leche cruda de vaca, tanto en su composición fisicoquímica como en criterios microbiológicos, es la NTE INEN 9:2012. De esta norma técnica, los valores que son relevantes para los fines de este estudio son los porcentajes de grasa, proteína, sólidos totales, SNGL, recuento de microorganismos aerobios mesófilos y recuento de células somáticas.

La autoridad encargada de la vigilancia sanitaria agropecuaria en Ecuador es la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, AGROCALIDAD; dentro de sus objetivos está velar por la inocuidad de la producción del sector primario y apoyar la soberanía alimentaria (AGROCALIDAD, 2022). AGROCALIDAD, que es una institución adscrita al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), realiza el control rutinario de calidad de leche cruda en diferentes vías y puntos de comercialización del Ecuador (MAG, 2014). Este control tiene como finalidad la verificación del cumplimiento de los estándares propuestos en la normativa nacional NTE INEN 9:2012 para la leche cruda de vaca.

Existen varios factores que influyen en la calidad de la leche cruda, como: alimentación, edad, intervalo entre partos, frecuencia de ordeño, exposición a estrés térmico, raza, humedad ambiental, condiciones sanitarias bajo las cuales se realiza el ordeño, el estado de salud de las glándulas mamarias de las vacas y la representatividad de los datos meteorológicos. El principal factor que afecta la calidad de la leche cruda de vaca es la alimentación del ganado. El porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL son influenciados directamente por la dieta que tenga el ganado (Griffiths, 2010). Para valorar el efecto de la alimentación del ganado, se considera las prácticas de pastoreo y la formulación del balanceado que en ciertos casos se usa, la frecuencia de alimentación e, incluso, los horarios de alimentación (Gulati et al., 2018; O'Callaghan et al., 2016). La variabilidad de las propiedades fisicoquímicas podría ser atribuida a importantes cambios en prácticas de alimentación del ganado dentro de un mismo territorio sujeto a análisis; esto debido a que la alimentación podría tener una mayor influencia sobre la variabilidad de las propiedades fisicoquímicas, en comparación a la influencia de los factores meteorológicos inclusive al considerar la alta variedad climática que tiene Ecuador.

La edad, el intervalo entre partos, y la frecuencia del ordeño, son factores que afectan a la cantidad y calidad de la leche producida (Johnson et al., 1961; Missanjo et al, 2011).

También ciertas medidas preventivas de estrés térmico en las granjas lecheras, por ejemplo, la instalación de ventiladores en establos o, incluso, aspersores, fueron también considerados como factores capaces de afectar las características de la leche producida (Gunn et al., 2019). Otro factor que influye considerablemente en la composición de la leche cruda es la raza del ganado; existen rangos generales de contenido de grasa, contenido de proteína, contenido de sólidos totales y contenido de SNGL por raza de ganada vacuno (Manuelian et al, 2019).

Las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda de vaca, e incluso el rendimiento de la leche, se podrían ver influenciados por factores meteorológicos como la humedad ambiental y la disponibilidad de agua (Bertocchi et al., 2014; Hammami et al., 2013; Rojas-Downing et al, 2017; Zhu et al., 2020). Por ejemplo, la disponibilidad de agua es un agente crítico en la disponibilidad de forraje para el ganado vacuno (Rojas-Downing et al, 2017). Climas muy secos, o muy fríos y con alto nivel de precipitaciones, pueden repercutir negativamente en la cantidad y calidad de la leche (Bernabucci et al, 2015; Chen et al, 2014).

Desde el punto de vista climático, y la ubicación geográfica, Ecuador se caracteriza por tener dos estaciones: seca y lluviosa; los cambios entre estaciones no son uniformes temporalmente para todas las 23 provincias de las 3 regiones del país, sino que pueden variar un par de meses (Portilla, 2018). Las 23 provincias están distribuidas entre las regiones de Ecuador Continental: región Costa con 7 provincias, región Sierra con 10 provincias y región Oriente con 6 provincias (Portilla, 2018).

Desde el punto de vista zootécnico Ecuador se caracteriza por tener diversidad de razas de ganado vacuno, dentro de este listado se encuentran en orden descendente en función del número de cabezas de ganado vacuno por raza: cruzamiento, Criollo, Brahman o Cebú, Holstein Friesian, Brown Swiss y Jersey (INEC, 2021). El ganado vacuno que ha predominado en el territorio ecuatoriano es el de cruzamiento, en el año 2018 se contabilizaron 1.53 millones de cabezas de ganado vacuno; en el año 2019 1.28 millones de cabezas de ganado vacuno de cruzamiento (INEC, 2021). Este cruzamiento se caracteriza por poder enfocarse en producción de leche, producción de carne o una producción de doble propósito (Perea et al, 2017).

Este trabajo analiza la correlación entre los datos meteorológicos con los parámetros de calidad de la leche cruda de vaca en Ecuador a partir de datos de los años 2017, 2018 y 2019; con el objetivo de proveer de una herramienta que facilite la interpretación de resultados analíticos de leche cruda y de esta manera, permitiría verificar la calidad de la leche por parte de las instituciones de control (AGROCALIDAD) que toman decisiones y trabajan con los productores para asegurar el cumplimiento de la norma tanto en la parte fisicoquímica como microbiológica. Los resultados se presentan de manera gráfica mediante el uso de mapas políticos del Ecuador continental en la sección 3.3 de este documento.

2. METODOLOGÍA

2.1. Datos de la calidad de leche cruda de vaca

Los datos analíticos de calidad de leche cruda de vaca fueron proporcionados por AGROCALIDAD; para los años 2017, 2018 y 2019. Estos datos corresponden a análisis de porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL, análisis microbiológicos (Recuento de Células Somáticas y Conteo Total de Bacterias o también conocido como Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (REP según NTE INEN 9:2012).

2.2. Manejo de datos analíticos e información meteorológica

Se realizó una depuración de la información entregada, para lo cual se trabajó en una hoja de EXCEL en la que se ordenó la información recibida de acuerdo con el tipo de análisis realizado, mes y año en el que fueron obtenidos y coordenadas geográficas de las muestras; se eliminó información irrelevante para el estudio, al igual que todos los datos con errores u omisiones en las coordenadas geográficas. Adicional y exclusivamente para construir las posibles correlaciones se omitieron datos correspondientes a los análisis realizados que presentaron valores anormalmente altos o bajos; para ello se obtuvo el promedio de los valores de cada propiedad fisicoquímica junto con la desviación estándar; al sumar, o restar, el promedio y 2 veces la desviación estándar se obtuvieron valores que sirvieron de límites para reconocer aquellos datos anormalmente altos y bajos. El límite superior e inferior para porcentaje de grasa fue 5,48 y 2,33 % respectivamente; para el porcentaje de proteína fue 3,84 y 2,71 % respectivamente; para el porcentaje de sólidos totales fue 14,67 y 10,55 % correspondientemente y para el porcentaje de SNGL fue 9,64 y 7,80 % correspondientemente.

Para las 23 provincias del Ecuador, se recopiló información meteorológica: temperatura media mensual y precipitación media mensual; esta información es de libre acceso y está disponible en el portal "worldweatheronline". En caso de ausencia de información meteorológica de una localidad, se recopiló la información de la localidad más cercana. No se consideraron las Islas Galápagos, pues es una provincia en la cual AGROCALIDAD no tiene competencia en el control de la producción agrícola y pecuaria primaria.

No todos los cantones de una misma provincia presentaron los mismos valores para los parámetros meteorológicos, por lo que se agruparon cantones en una misma provincia con base a la similitud en valores de temperatura promedio mensual y precipitación promedio mensual. De esta manera se establecieron los límites temporales para las estaciones seca y lluviosa, esto permitió identificar el cambio de estación. En algunas provincias del país el cambio de estación de "seca a lluviosa" o viceversa fue similar; mientras que en otras varió hasta por un par de meses.

Se obtuvieron valores promedio mensuales de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de vaca porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL para correlacionarlos con los factores

meteorológicos temperatura promedio mensual y precipitación promedio mensual.

Se realizó un análisis multivariado para obtener las respectivas correlaciones, específicamente el coeficiente de correlación "R" y el valor de significancia "valor-P". Para los fines de este estudio, se consideró la posible existencia de una correlación entre los factores ambientales y las propiedades fisicoquímicas con coeficientes de correlación "R" superiores a +0,4 e inferiores a -0,4; estos valores entran en un rango general entre -1 y +1 y conforme se acerquen más a sus polos (positivo o negativo) se puede aseverar con mayor certeza la existencia de correlación entre las variables (Hayter, 2012; Ross, 2010). El valor de significancia manejado en el estudio es un "valor-P" por debajo de 0,05; este valor queda incluido en un rango entre 0 y 1 y conforme se acerque más a cero se puede aseverar la existencia de correlaciones significativas (Wang et al, 2019).

Para los fines de este estudio se estableció como criterio el tener un mínimo de 10 datos para establecer una posible correlación entre las variables; dicho criterio concuerda con lo expuesto por algunos autores quienes consideran necesario un mínimo de 10 datos, o eventos por variable (Van Smeden et al, 2019). En aquellos grupos de cantones cuyos eventos por variable fueron menores que 10 se eliminó la agrupación y se trabajó a las provincias como un conjunto; la división por cantones se realizó solamente en Napo, ya que en sus grupos de cantones se superan los 10 eventos por variable. El análisis estadístico se realizó en el programa Statgraphics versión 16. El nivel de significancia utilizado fue 0,05, indicando que aquellas correlaciones con valores-P por debajo de 0,05 son significativamente diferentes de cero. Finalmente, el nivel de confianza es 95,0 %

Debido a la variabilidad de los datos asociados a la calidad microbiológica de la leche cruda en Ecuador el análisis de este parámetro no se realizó mediante la construcción de correlaciones porque se quiso evitar trabajar con el promedio de estos datos; sino como casos puntuales. Si bien es cierto que existen estudios en los que los autores comprueban la relación entre la estación del año con el recuento de microorganismos aerobios (Pyz-Lukasik et al., 2015), un análisis de esas características para la realidad imperante en Ecuador no sería aplicable debido a deficiencias higiénicas en el ordeño. Dado este antecedente, se calculó el logaritmo con base 10 de los dos indicadores microbiológicos: recuento de microorganismos aerobios mesófilos y recuento de células somáticas; estos resultados se compararon con aquellos valores establecidos en la normativa nacional NTE INEN 9:2012 y la Regulación (EC) No. 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo. En esta regulación solamente se incluye parámetros microbiológicos y no parámetros fisicoquímicos como los porcentajes de grasa, proteína, de sólidos totales y de SNGL (The European Parliament and The Council, 2004).

2.3. Obtención de mapas

Los mapas de los promedios de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de vaca en función de la división política provincial y a lo largo de los 3 años de análisis fueron elaborados mediante el programa ArcMap 10.5. Para tal fin, la

plantilla del mapa político del Ecuador fue ingresada al programa y se cargaron los datos iniciales de las propiedades fisicoquímicas de leche cruda de vaca proporcionados por AGROCALIDAD. Se generaron automáticamente promedios por cada provincia y para cada año. Para los mapas, los rangos de aceptación de los parámetros de calidad de la leche se construyeron considerando la normativa NTE INEN 9:2012 y porcentajes internacionales promedio de grasa y proteína para Alemania. Finalmente, se relacionaron los valores promedio de cada provincia y año con la plantilla del mapa político del Ecuador y se distinguió por colores a las provincias en función de los rangos de aceptación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 presenta los coeficientes de correlación "R" y los valores de significancia "P" para las correlaciones entre la temperatura promedio mensual y el porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL para las provincias del Ecuador entre los años 2017, 2018 y 2019.

Tabla 1. Correlaciones entre la temperatura promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas promedio mensuales

Provincia	Parámetro	Valor "R"	Valor-P
Esmeraldas	Grasa	0,4031	0,0628
	Proteína	0,3673	0,0926
	Sólidos Totales	0,2564	0,2494
	SNGL	0,5116	0,0149
Manabí	Grasa	0,4585	0,0642
	Proteína	0,4234	0,0904
	Sólidos Totales	0,3014	0,2397
	SNGL	0,4146	0,0979
Guayas	Grasa	-0,2149	0,2817
	Proteína	-0,3705	0,0571
	Sólidos Totales	-0,2369	0,2342
	SNGL	-0,3480	0,0753
Santa Elena	Grasa	0,7116	0,0029
	Proteína	-0,4065	0,1327
	Sólidos Totales	0,4134	0,1256
	SNGL	-0,1138	0,6864
Los Ríos	Grasa	-0,2486	0,3360
	Proteína	-0,3566	0,1601
	Sólidos Totales	-0,2437	0,3460
	SNGL	-0,0465	0,8594
El Oro	Grasa	-0,1181	0,6101
	Proteína	0,2331	0,3091
	Sólidos Totales	0,0187	0,9358
	SNGL	0,1123	0,0352
Carchi	Grasa	-0,0637	0,7623
	Proteína	-0,1233	0,5570
	Sólidos Totales	-0,0485	0,8178
	SNGL	-0,0409	0,7297
Imbabura	Grasa	-0,3867	0,0382
	Proteína	0,2566	0,1791
	Sólidos Totales	-0,1562	0,4183
	SNGL	0,3048	0,1079
Pichincha	Grasa	-0,1315	0,4731
	Proteína	-0,3230	0,0714
	Sólidos Totales	-0,2751	0,1275
	SNGL	-0,3088	0,0854
Cotopaxi	Grasa	-0,2187	0,3161
	Proteína	-0,1616	0,4612
	Sólidos Totales	-0,4717	0,9392
	SNGL	0,0922	0,6757
Sto. Domingo de los Tsáchilas	Grasa	-0,1472	0,4637
	Proteína	0,2273	0,2541
	Sólidos Totales	-0,0007	0,9971
	SNGL	0,1504	0,4539

Tabla 1. Correlaciones entre la temperatura promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas promedio mensuales (continuación)

Provincia	Parámetro	Valor "R"	Valor-P
Bolívar	Grasa	-0,2648	0,1365
	Proteína	-0,0031	0,9862
	Sólidos Totales	-0,2282	0,2015
	SNGL	-0,0369	0,8384
Tungurahua	Grasa	0,0131	0,9494
	Proteína	-0,0626	0,7613
	Sólidos Totales	0,1624	0,4281
	SNGL	0,3273	0,1027
Chimborazo	Grasa	-0,3667	0,0932
	Proteína	0,2649	0,2335
	Sólidos Totales	-0,0813	0,7190
	SNGL	0,1974	0,3785
Cañar	Grasa	-0,3871	0,0460
	Proteína	-0,2030	0,3097
	Sólidos Totales	-0,1180	0,5579
	SNGL	0,1192	0,5538
Azuay	Grasa	0,0000	1,0000
	Proteína	-0,0363	0,8601
	Sólidos Totales	0,0072	0,9722
	SNGL	0,1336	0,5152
Loja	Grasa	-0,1376	0,5213
	Proteína	-0,1585	0,4594
	Sólidos Totales	-0,2110	0,3224
	SNGL	-0,2066	0,3326
Sucumbíos	Grasa	0,0105	0,9584
	Proteína	0,0769	0,7029
	Sólidos Totales	-0,0269	0,8939
	SNGL	0,0744	0,7124
Orellana	Grasa	-0,3642	0,0674
	Proteína	0,1225	0,5509
	Sólidos Totales	-0,0499	0,8086
	SNGL	0,1332	0,5166
Pastaza	Grasa	-0,0663	0,7426
	Proteína	0,0701	0,7282
	Sólidos Totales	0,0315	0,8759
	SNGL	0,0494	0,8067
M. Santiago	Grasa	-0,1323	0,5676
	Proteína	0,1371	0,5534
	Sólidos Totales	-0,1623	0,4822
	SNGL	-0,1754	0,4470
Z. Chinchipe	Grasa	-0,0932	0,7726
	Proteína	0,1863	0,4379
	Sólidos Totales	-0,1455	0,3697
	SNGL	-0,0798	0,7725

La tabla 2 presenta los coeficientes de correlación "R" y los valores de significancia "P" para las correlaciones entre la precipitación promedio mensual y el porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL para las provincias del Ecuador entre los años 2017, 2018 y 2019.

Tabla 2. Correlaciones entre la precipitación promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas promedio mensuales

Provincia	Parámetro	Valor "R"	Valor-P
Esmeraldas	Grasa	0,1715	0,4453
	Proteína	0,1887	0,4003
	Sólidos Totales	0,1386	0,5386
	SNGL	0,1124	0,6185
Manabí	Grasa	0,4278	0,0867
	Proteína	0,4478	0,0715
	Sólidos Totales	0,3591	0,1569
	SNGL	0,3373	0,1855
Guayas	Grasa	-0,0937	0,6422
	Proteína	0,0735	0,7157
	Sólidos Totales	-0,0030	0,9883
	SNGL	0,0898	0,6560
Santa Elena	Grasa	0,6270	0,0124
	Proteína	-0,4232	0,1160
	Sólidos Totales	0,3650	0,1810
	SNGL	-0,0551	0,8454

Tabla 2. Correlaciones entre la precipitación promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas promedio mensuales (continuación)

Provincia	Parámetro	Valor "R"	Valor-P
Los Ríos	Grasa	0,2566	0,3201
	Proteína	-0,3146	0,2187
	Sólidos Totales	0,1831	0,4817
El Oro	SNGL	-0,0160	0,9513
	Grasa	-0,1786	0,4385
	Proteína	-0,0464	0,8416
Carchi	Sólidos Totales	-0,0585	0,8012
	SNGL	0,1123	0,6280
	Grasa	-0,1074	0,6092
Imbabura	Proteína	-0,1870	0,3707
	Sólidos Totales	-0,0786	0,7090
	SNGL	-0,0409	0,8461
Pichincha	Grasa	0,0160	0,9342
	Proteína	-0,0478	0,8054
	Sólidos Totales	0,0032	0,9870
Cotopaxi	SNGL	0,0242	0,9007
	Grasa	-0,1225	0,5042
	Proteína	-0,1446	0,4297
Sto. Domingo de los Tsáchilas	Sólidos Totales	-0,0037	0,9842
	SNGL	-0,0350	0,8490
	Grasa	-0,5196	0,0111
Bolívar	Proteína	-0,5461	0,0070
	Sólidos Totales	-0,4717	0,0231
	SNGL	-0,3887	0,0668
Tungurahua	Grasa	0,1331	0,5080
	Proteína	0,2345	0,2391
	Sólidos Totales	0,1502	0,4546
Chimborazo	SNGL	0,1055	0,6003
	Grasa	-0,2696	0,1292
	Proteína	0,1921	0,2843
Cañar	Sólidos Totales	-0,0801	0,6578
	SNGL	0,0161	0,9292
	Grasa	-0,1687	0,4099
Azuay	Proteína	-0,4687	0,0157
	Sólidos Totales	-0,1928	0,6454
	SNGL	-0,1437	0,4836
Loja	Grasa	0,2608	0,2410
	Proteína	-0,1195	0,5964
	Sólidos Totales	-0,0408	0,8570
Sucumbíos	SNGL	-0,4094	0,0585
	Grasa	-0,3871	0,3155
	Proteína	-0,4475	0,0192
Orellana	Sólidos Totales	-0,2389	0,2301
	SNGL	-0,4523	0,0178
	Grasa	-0,0222	0,9143
Pastaza	Proteína	-0,1622	0,4284
	Sólidos Totales	-0,1388	0,4990
	SNGL	-0,1425	0,4875
M. Santiago	Grasa	0,0858	0,6900
	Proteína	0,1145	0,5942
	Sólidos Totales	-0,0080	0,9702
Z. Chinchipe	SNGL	-0,0773	0,7196
	Grasa	0,3904	0,0441
	Proteína	0,1345	0,5036
Z. Chinchipe	Sólidos Totales	0,3461	0,0770
	SNGL	-0,0168	0,9339
	Grasa	-0,0494	0,8106
Z. Chinchipe	Proteína	0,2066	0,3112
	Sólidos Totales	0,2099	0,3033
	SNGL	0,4027	0,0414
Z. Chinchipe	Grasa	-0,0394	0,8454
	Proteína	-0,1572	0,4337
	Sólidos Totales	-0,1256	0,5325
Z. Chinchipe	SNGL	-0,1578	0,4319
	Grasa	0,1482	0,5216
	Proteína	0,0987	0,6765
Z. Chinchipe	Sólidos Totales	-0,1334	0,5643
	SNGL	-0,0995	0,6679
	Grasa	0,2006	0,3314
Z. Chinchipe	Proteína	0,1537	0,4763
	Sólidos Totales	-0,3102	0,0596
	SNGL	-0,0533	0,8834

3.1 Correlación por Provincias

Para el porcentaje de grasa, la temperatura promedio mensual tuvo correlación positiva significativa en la provincia de Santa Elena ($R = 0,7116$, $P = 0,0029$) y en el grupo de cantones Archidona y Tena de la provincia de Napo (ver Tabla 3) ($R = 0,4817$, $P = 0,0368$); estos resultados no concuerdan con lo encontrado por Hammami et al. (2013) pues ellos encontraron un decremento en el porcentaje de grasa conforme la temperatura ambiental aumentaba (Hammami et al., 2013). En contraste, la temperatura promedio mensual tuvo correlación negativa significativa con el porcentaje de grasa en el grupo de cantones El Chaco y Quijos de la provincia de Napo (ver Tabla 3) ($R = -0,5613$, $P = 0,0367$); estos resultados sí concuerdan con aquellos encontrados por Hammami et al. (2013) ya que reportan una relación inversa entre la temperatura ambiental y el porcentaje de grasa: conforme la temperatura ambiental aumenta, el porcentaje de grasa disminuye.

Para la variable de porcentaje de proteína la temperatura promedio mensual tuvo correlación positiva no significativa con el porcentaje de proteína en la provincia de Manabí ($R = 0,4234$, $P = 0,0904$). Por otra parte, la temperatura promedio mensual tuvo correlación negativa no significativa en la provincia de Santa Elena ($R = -0,4065$, $P = 0,1327$). Si la correlación fuese negativa y significativa estaría en concordancia con los resultados encontrados por Hammami et al. (2013) ya que ellos encontraron una disminución en el porcentaje de proteína conforme se incrementa la temperatura ambiental (Hammami et al., 2013).

Para la variable de porcentaje de sólidos totales la temperatura promedio mensual tuvo correlación positiva no significativa en la provincia de Santa Elena ($R = 0,4134$, $P = 0,1256$) y tuvo correlación negativa no significativa en la provincia de Cotopaxi ($R = -0,4717$, $P = 0,9392$). Además, la temperatura promedio mensual tuvo correlación negativa significativa en el grupo de cantones El Chaco y Quijos ($R = -0,5398$, $P = 0,0463$); este resultado tiene concordancia con los hallazgos realizados por Hammami et al. (2013) pues conforme el estrés térmico es mayor, el porcentaje de grasa y de SNGL tienden a disminuir; por consiguiente, el porcentaje de sólidos totales también tendería a disminuir (Hammami et al., 2013). Una relación opuesta ocurre en el grupo de cantones Archidona y Tena ya que la temperatura promedio mensual tuvo una correlación positiva significativa ($R = 0,4692$, $P = 0,0427$).

Para la variable de porcentaje de SNGL, la temperatura promedio mensual tuvo correlaciones positivas significativas en la provincia de Esmeraldas ($R = 0,5116$, $P = 0,0149$); no obstante, tuvo correlación positiva no significativa en la provincia de Manabí ($R = 0,4146$, $P = 0,0979$). Estos resultados no son similares a lo encontrado por Hammami et al. (2013) pues ellos evidenciaron una baja en el porcentaje de SNGL conforme la temperatura ambiental aumentaba (Hammami et al., 2013).

En el resto de provincias ecuatorianas no se encontró correlación entre la temperatura promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de vaca.

La temperatura es una variable que debe ser interpretada con precaución, pues no necesariamente tiene relación con el régimen hidrológico imperante en las provincias ecuatorianas; esto aplica tanto a la estación seca como la lluviosa. En otras palabras, en el territorio de las provincias, no necesariamente una temperatura elevada implica que la estación sea seca, más bien, podría ser lo opuesto (Morán-Tejeda et al., 2016). Esto es así debido a diversas otras características, por ejemplo, la orografía (Rollenbeck y Bendix, 2011).

Se puede ilustrar ese comportamiento con dos ciudades en la provincia de Manabí; en la ciudad de Portoviejo, una temperatura aproximada de 26 °C se relaciona con un nivel de precipitación promedio de 523,1 mm; mientras que, para la ciudad de Chone, una temperatura aproximada a 26°C se relaciona con un nivel de precipitación promedio mayor al de Portoviejo: 1271,8 mm (Morán-Tejeda et al., 2016).

Para la variable de grasa, la precipitación promedio mensual tuvo correlación positiva significativa en la provincia de Santa Elena (R = 0,6270, P = 0,0124). Estos resultados se asocian con la idea que a época lluviosa incrementaría el porcentaje de grasa en la leche. Este resultado es similar a los reportados por Marcondes et al. (2014) y Montes de Oca-Flores et al. (2016). En ambas investigaciones, una realizada en Brasil y la otra en México, se observó que la leche cruda de vaca tenía un mayor porcentaje de grasa en la estación lluviosa y menor porcentaje de grasa en la estación seca (Marcondes et al., 2014; Montes de Oca-Flores et al., 2016), Montes de Oca-Flores et al. reportó 3,64 % de grasa en la estación lluviosa y 3,28 % de grasa en la estación seca (Montes de Oca-Flores, 2016). Esta información corrobora que la calidad de la leche cruda de vaca, en términos de porcentaje de grasa, se asocia con la precipitación promedio mensual durante la época lluviosa en Ecuador. Sin embargo, la precipitación promedio mensual tuvo correlación negativa significativa en la provincia de Cotopaxi (R = -0,5196, P = 0,0111) y en el grupo de cantones El Chaco y Quijos (R = -0,6251, P = 0,0168); estos resultados no se asocian a los reportados por Marcondes et al. (2014) y Montes de Oca-Flores et al. (2016).

Para la variable de proteína, la precipitación promedio mensual tuvo una correlación negativa significativa en la provincia de Cotopaxi (R = -0,5461, P = 0,0070), en la provincia de Tungurahua (R = -0,4687, P = 0,0157) y en la provincia de Cañar (R = -0,4475, P = 0,0192). Asimismo, la precipitación promedio mensual tuvo correlación positiva no significativa en la provincia de Manabí (R = 0,4478, P = 0,0715) y en la provincia de Santa Elena tuvo correlación negativa no significativa (R = -0,4232, P = 0,1160). Respecto a proteína, Cotopaxi, Tungurahua y Cañar presentaron correlaciones negativas significativas, lo que indica que el porcentaje de proteína en la leche disminuiría con el nivel de precipitación en la provincia; resultados concordantes con los encontrados por Montes de Oca-Flores et al. (2016), que reportan 2,94 % de proteína en la estación lluviosa y 3,02 % de proteína en la estación seca. Marcondes et al. (2014)

sugirieron que es posible tener mayores porcentajes de proteína en los meses de la estación seca por una disponibilidad de pastos de mejor calidad nutricional y por una mayor comodidad térmica del ganado. Esta información corrobora que la calidad de la leche cruda de vaca, en términos de porcentaje de proteína, se asocia con la precipitación promedio mensual durante la época seca en Ecuador.

Para la variable de sólidos totales, la precipitación promedio mensual tuvo correlación positiva significativa en la provincia de Cotopaxi (R = 0,4717, P = 0,0231), y negativa significativa en el grupo de cantones El Chaco y Quijos (R = -0,6025, P = 0,0226).

Para la variable de SNGL la precipitación promedio mensual tuvo correlación negativa significativa en la provincia de Cañar (R = -0,4523, P = 0,0178) y tuvo correlación positiva significativa en la provincia de Orellana (R = 0,4027, P = 0,0414).

En el resto de provincias ecuatorianas no se encontró correlación entre la precipitación promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de vaca.

Las fronteras “políticas” de las provincias no delimitan un régimen hidrológico; asimismo, dentro de una misma provincia puede haber diferencias climatológicas importantes de una zona a la otra (Morán-Tejeda et al., 2016). En aquellas provincias en donde se tuvo suficientes datos para determinar una correlación se debía agrupar cantones dentro de la misma provincia de acuerdo con variables climáticas similares; este es el caso exclusivo de Napo. En la Tabla 3 se presentan los coeficientes de correlación “R” y los valores de significancia “P” para la correlación entre la temperatura promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de vaca para los grupos de cantones de la provincia de Napo; a la par, la Tabla 4 presenta los coeficientes de correlación “R” y los valores de significancia “P” para la correlación entre la precipitación promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de vaca para los grupos de cantones de la provincia de Napo.

Tabla 3. Correlaciones entre la temperatura promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas promedio mensuales para la provincia de Napo

Cantón	Parámetro	Valor "R"	Valor-P
El Chaco y Quijos	Grasa	-0.5613	0,0367
	Proteína	-0.5309	0,0508
	Sólidos Totales	-0.5398	0,0463
Archidona y Tena	SNGL	-0.4015	0,1547
	Grasa	0,4817	0,0368
	Proteína	0,1951	0,4236
	Sólidos Totales	0,4692	0,0427
	SNGL	0,0026	0,9917

Tabla 4. Correlaciones entre la precipitación promedio mensual y las propiedades fisicoquímicas promedio mensuales para la provincia de Napo

Cantón	Parámetro	Valor "R"	Valor-P
El Chaco y Quijos	Grasa	-0.6251	0,0168
	Proteína	-0.3905	0,1675
	Sólidos Totales	-0,6025	0,0226
	SNGL	-0,4021	0,1541
Archidona y Tena	Grasa	0,2916	0,2257
	Proteína	0,0426	0,8624
	Sólidos Totales	0,1642	0,5018
	SNGL	-0,1476	0,5465

Los coeficientes de correlación positivos indican una proporcionalidad directa en aquellas correlaciones significativas ya que conforme el nivel de temperatura o precipitación promedio mensual es mayor, el valor de las propiedades fisicoquímicas correlacionadas es mayor (Plotnik y Kouyoumdjian, 2013; Weir y Vincent, 2020). Lo opuesto ocurre con aquellos coeficientes de correlación negativos en aquellas correlaciones significativas pues indican una proporcionalidad inversa entre las variables (Plotnik y Kouyoumdjian, 2013; Weir y Vincent, 2020).

3.3 Análisis de la calidad microbiológica

Las condiciones sanitarias bajo las cuales se realiza el ordeño y el estado de salud de las glándulas mamarias de las vacas afectan a la calidad de la leche cruda ya que influyen sobre las propiedades microbiológicas de la leche: recuento de células somáticas y recuento de bacterias totales (Pyz-Łukasik et al., 2015). Estudios realizados en Cotopaxi y Tungurahua mostraron que las muestras de leche cruda de vaca de estas localidades no cumplen con los estándares nacionales microbiológicos detallados en la norma INEN 9:2012 (Guevara-Freire et al., 2019; Rodríguez Vizcaino, 2016).

Existen provincias dentro de Ecuador continental en las cuales el recuento de microorganismos aerobios mesófilos en la leche cruda de vaca incumple la normativa nacional NTE INEN 9:2012, pues se obtuvieron valores superiores a $1,5 \times 10^6$ UFC/mL. Algunos ejemplos que destacan son: Carchi con $2,72 \times 10^6$ UFC/mL (enero 2017), Imbabura con $5,66 \times 10^6$ UFC/mL (marzo 2017), Guayas con $2,15 \times 10^6$ UFC/mL (junio 2017), Bolívar con $2,12 \times 10^6$ UFC/mL (febrero 2018), Santo Domingo de los Tsáchilas con $1,32 \times 10^7$ UFC/mL (abril, 2018), y Napo con $7,05 \times 10^6$ UFC/mL (mayo 2018). A la par, existen provincias cuyos valores de recuento de células somáticas están por encima del valor estipulado en la normativa nacional NTE INEN 9:2012, la cual es $7,0 \times 10^5$ células/mL. Algunos ejemplos destacados son: Tungurahua con $1,2 \times 10^6$ células/mL (julio 2017), Esmeraldas con $3,95 \times 10^6$ células/mL (octubre 2018), Cañar con $5,04 \times 10^6$ células/mL (agosto 2018), Loja con $7,93 \times 10^5$ células/mL (septiembre 2018).

El incumplimiento de la normativa repercute directamente sobre la inocuidad alimentaria ya que el consumidor podría adquirir leche de vaca que no es segura para su consumo (FAO, 2022). El incumplimiento de la normativa referida a parámetros microbiológicos se atribuye a falta de normas de higiene en la producción del sector primario.

En Ecuador se han realizado estudios que sugieren la predominante deficiencia en aspectos de salubridad en los centros de ordeño; Guevara-Freire et al. (2019) reportaron valores de recuento de microorganismos aerobios mesófilos de $7,58 \times 10^7 \pm 3,31 \times 10^7$ UFC/mL y $8,02 \times 10^7 \pm 3,85 \times 10^7$ UFC/mL para la leche cruda de vaca captada por dos industrias procesadoras de lácteos en la provincia de Cotopaxi. De manera similar, Martínez-Villareal et al. (2017) reportaron valores promedio de $3,30 \times 10^6$ UFC/mL para recuento de microorganismos aerobios mesófilos (Guevara-Freire et al., 2019; Martínez-Villareal et al., 2017).

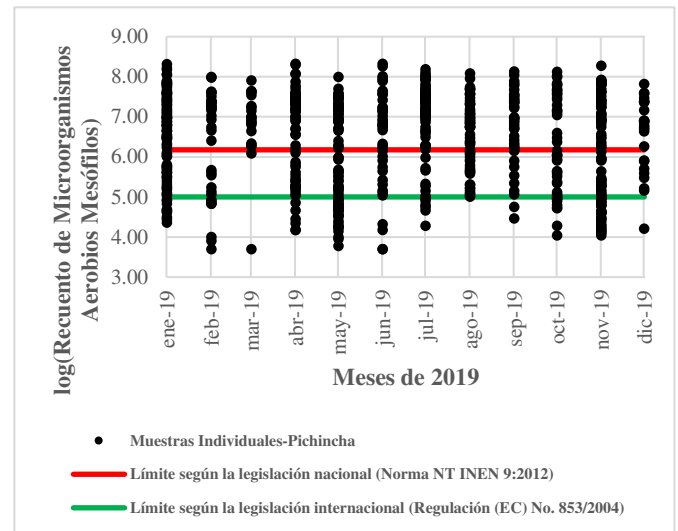


Figura 1. Logaritmo del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos en las muestras de leche cruda de vaca obtenidas en la provincia de Pichincha el año 2019

La Figura 1 presenta el logaritmo del recuento de microorganismos aerobios mesófilos de muestras de leche cruda de vaca obtenidas en la provincia de Pichincha desde enero de 2019 hasta diciembre de 2019. Se seleccionó a la provincia de Pichincha porque en 2019 abarcó el primer lugar como productora de leche con una producción de 1 085 747 litros de leche diario (SCPM, 2021).

Se incluyen dos líneas horizontales que representan los límites de acuerdo con la legislación nacional e internacional: 6,17 y 5,00, respectivamente. Se seleccionó como referencia de la legislación internacional la Regulación (EC) No. 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, a la cual se acoge Alemania que es el país de la Unión Europea que ha mantenido la mayor producción lechera desde 2004 hasta 2018; y tuvo un crecimiento en la producción orgánica de lácteos hasta el año 2020 (Bórawski et al., 2020; OECD y FAO, 2021).

Todos los puntos ubicados sobre la línea roja representan las muestras que incumplen con el límite establecido por la norma NTE INEN 9:2012, ya que tuvieron un recuento de microorganismos aerobios mesófilos superior a $1,5 \times 10^6$ UFC/mL. Leche cruda de vaca con estas características microbiológicas pone en riesgo la salud del consumidor porque, potencialmente, puede contener microorganismos patógenos causantes de serias enfermedades (CDC, 2022). Aquellas muestras que se encuentran entre ambos límites cumplen la normativa nacional pero no la normativa internacional. Aquellas muestras que se encuentran por debajo de la línea verde, no sobrepasan un recuento de microorganismos aerobios mesófilos de $1,0 \times 10^5$ UFC/mL y cumplen incluso con la normativa alemana. En la provincia de Pichincha, para el año 2019, el 61,91 % de las muestras de leche cruda de vaca incumplieron con el límite de la norma ecuatoriana para el parámetro de recuento de microorganismos aerobios mesófilos. Se observó que el 22,94 % incumplieron con la norma internacional a pesar de cumplir con la norma nacional. El 84,85 % de todas las muestras analizadas el año 2019 incumplieron con la norma internacional. Al considerar los datos de todo el país para el año 2019, el 63,55 % de las

muestras de leche cruda de vaca incumplieron con el límite de la norma ecuatoriana para el parámetro de recuento de microorganismos aerobios mesófilos, el 26,13 % incumplieron con la norma internacional a pesar de cumplir con la norma nacional y el 89,68 % incumplieron con la norma internacional. En general, se observó una disminución de la calidad microbiológica respecto a años anteriores al tomar en cuenta los datos de todo el país para el año 2017, el 51,41 % de las muestras de leche cruda de vaca incumplieron con el límite de la norma ecuatoriana; mientras que en el año 2018, este porcentaje creció a 54,97 % . Se encontró que en el año 2017 el 30,11 % de las muestras de todo el país incumplieron con la norma internacional a pesar de cumplir con la norma nacional; dicho porcentaje disminuyó a 26,26 % para el año 2018. Finalmente, el 81,52 % de muestras incumplieron con la norma internacional en el año 2017 el 80,73 % incumplieron con la norma internacional en el año 2018.

La Figura 2 presenta el logaritmo del recuento de células somáticas de muestras de leche cruda de vaca obtenidas en la provincia de Pichincha desde enero de 2019 hasta diciembre de 2019; se seleccionó a la provincia de Pichincha porque en 2019 abarcó el primer lugar como productora de leche con una producción de 1 085 747 litros de leche diario (SCPM, 2021). También se incluyen en el gráfico de la Figura 2 dos líneas horizontales que marcan los límites establecidos por las normas nacional e internacional para el parámetro de recuento de células somáticas, 5,85 y 5,65 respectivamente, expresado como logaritmo de base 10.

Todos los puntos ubicados sobre la línea roja representan las muestras que incumplen la normativa NTE INEN 9:2012 en lo referido a recuento de células somáticas, pues este valor fue superior a $7,0 \times 10^5$ células/mL. Se entiende que leche cruda de vaca en estas condiciones pone en riesgo la salud del consumidor; un conteo de células somáticas por encima del límite permitido es indicador de una infección intramamaria ocasionada por microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

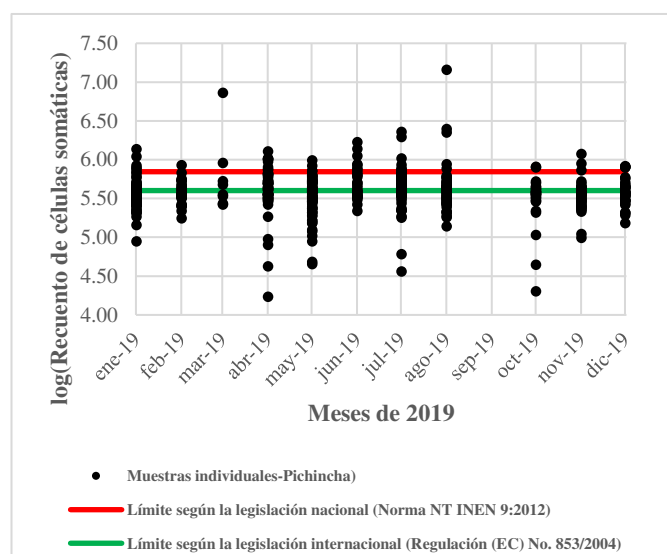


Figura 2. Logaritmo del Recuento de Células Somáticas en las muestras de leche cruda de vaca obtenidas en la provincia de Pichincha el año 2019

También puede asociarse a una inflamación en las glándulas mamarias de la vaca ocasionada por factores fisiológicos (Hossain et al., 2021). Dado que la leche cruda no es pasteurizada, los microorganismos patógenos causantes de la infección pueden comprometer la salud del consumidor. Aquellas muestras que se encuentran entre ambos límites cumplieron la normativa nacional pero no la normativa internacional, esto para el parámetro de recuento de células somáticas. Aquellas muestras que se encuentran por debajo de la línea verde, no sobrepasan un recuento de células somáticas de $4,0 \times 10^5$ UFC/mL y cumplieron incluso con la normativa alemana.

En la provincia de Pichincha, para el año 2019, el 9,67 % de las muestras de leche cruda de vaca incumplieron con el límite de la norma ecuatoriana para el parámetro de recuento de células somáticas. Además, se observó que el 34,12 % incumplieron con la norma internacional a pesar de cumplir con la norma nacional. El 43,79 % de todas las muestras analizadas el año 2019 incumplieron con la norma internacional. Al considerar los datos de todo el país para el año 2019, el 16,95 % de las muestras de leche cruda de vaca incumplieron con el límite de la norma ecuatoriana para el parámetro de recuento de células somáticas, el 35,88 % incumplieron con la norma internacional a pesar de cumplir con la norma nacional y el 52,83 % incumplieron con la norma internacional.

En general, se observó una disminución de la calidad microbiológica respecto a años anteriores puesto que al tomar en cuenta los datos de todo el país para el año 2017, el 12,54 % de las muestras de leche cruda de vaca incumplieron con el límite de la norma ecuatoriana para el parámetro de recuento de células somáticas; mientras que en el año 2018, este porcentaje creció a 13,58 % En contraste, se encontró que en el año 2017 el 25,37 % de las muestras de todo el país incumplieron con la norma internacional a pesar de cumplir con la norma nacional; dicho porcentaje creció a 32,59 % para el año 2018. Finalmente, el 37,21 % de muestras incumplieron con la norma internacional en el año 2017; en tanto que el 46,17 % incumplieron con la norma internacional en el año 2018.

Con base en los parámetros de recuento de microorganismos aerobios mesófilos y recuento de células somáticas, el 6,12 % de las muestras analizadas en Ecuador durante el año 2019 cumplieron con los límites de la norma ecuatoriana, valor menor al obtenido en el año 2018, para el que cual el porcentaje fue 7,41 %, y ligeramente mayor al obtenido en el 2017 en el que se obtuvo un 6,02 %. El 14,98 %, 13,00 % y 5,65 %, para los años 2017, 2018 y 2019, respectivamente cumplieron con los dos límites de parámetros microbiológicos establecidos por la norma internacional.

No es objetivo de este trabajo discutir la validez de estos límites, sin embargo, se puede presumir que la menor exigencia de la norma ecuatoriana puede estar relacionada con las características de producción imperantes y generalizadas en el país. Sin embargo, si el objetivo es llegar a exportar el producto, la calidad de la leche cruda de vaca debe evaluarse con un criterio más exigente que el que establece la norma

ecuatoriana pues una parte de la leche cruda de vaca producida en el país que, si bien no podría ser exportada a un país con las exigencias de calidad que tiene Alemania, sí podría comercializarse y, eventualmente, destinarse al consumo interno.

3.3 Análisis de los mapas obtenidos

Los requisitos mínimos que debe cumplir la leche cruda de vaca en lo referido a propiedades fisicoquímicas según la norma nacional INEN 9:2012 son: porcentaje de grasa 3,0 %, porcentaje de proteína 2,9 %, porcentaje de sólidos totales 11,2 % y porcentaje de SNGL 8,2 % (INEN, 2012). Para evaluar la calidad de la leche cruda de vaca, adicionalmente se recurrió a valores de internacionales referencia; estos valores son el porcentaje promedio de proteína 3,36 % y porcentaje promedio de grasa 3,95 % para Alemania en el año 2019 (se consideró este año por ser el último año del que se disponen datos para Ecuador).

El contenido de proteína de la leche cruda de vaca es uno de los parámetros de calidad más significativos, porque del consumo de leche se espera, fundamentalmente, el aporte de proteína y de calcio (Rozenberg et al., 2015). En la Figura 3 se muestran mapas políticos que ilustran la evolución del porcentaje promedio de proteína en leche cruda de vaca en las provincias de Ecuador Continental para los años 2017, 2018 y 2019.

La escala de color en el mapa tiene tres rangos: el color rojo representa aquellas provincias que incumplen la normativa nacional, el color anaranjado simboliza aquellas provincias que alcanzan la normativa nacional pero no alcanzan el porcentaje internacional de 3,36 % (CLAL, 2022) y el color verde abarca a aquellas provincias que sí llegan al porcentaje internacional e incluso lo superan.

En el año 2017, la provincia de Guayas (pintada de rojo) no cumplió con la norma INEN 9:2012, pues el porcentaje promedio de proteína en leche cruda de vaca fue 2,78 %, un valor inferior al límite establecido de 2,9 %. pero en los años 2018 y 2019, se observa cumplimiento, los porcentajes de proteína fueron 3,14 % y 2,92 %, respectivamente. Si bien es correcto que desde 2017 Guayas incrementó su porcentaje promedio de proteína, en el 2019 vuelve a reducirse respecto al 2018; este comportamiento podría atribuirse principalmente por las razas cebú, mestiza y criolla de doble propósito que genéticamente tiene índices de producción menor en grasa y proteína que las razas lecheras utilizadas en la sierra, además de la calidad del pasto que también varía entre regiones (USDA, 2015).

Las variaciones observadas en el porcentaje promedio de proteína para la provincia de Guayas, no pueden atribuirse a factores ambientales puesto que no existe relación entre estas variables ni mucho menos influencia de la una sobre la otra: el coeficiente de correlación "R" entre temperatura promedio mensual y porcentaje de proteína fue -0,3705 (su respectivo valor -P = 0,0571) y entre precipitación promedio mensual y proteína fue 0,0735 (valor -P = 0,7157).

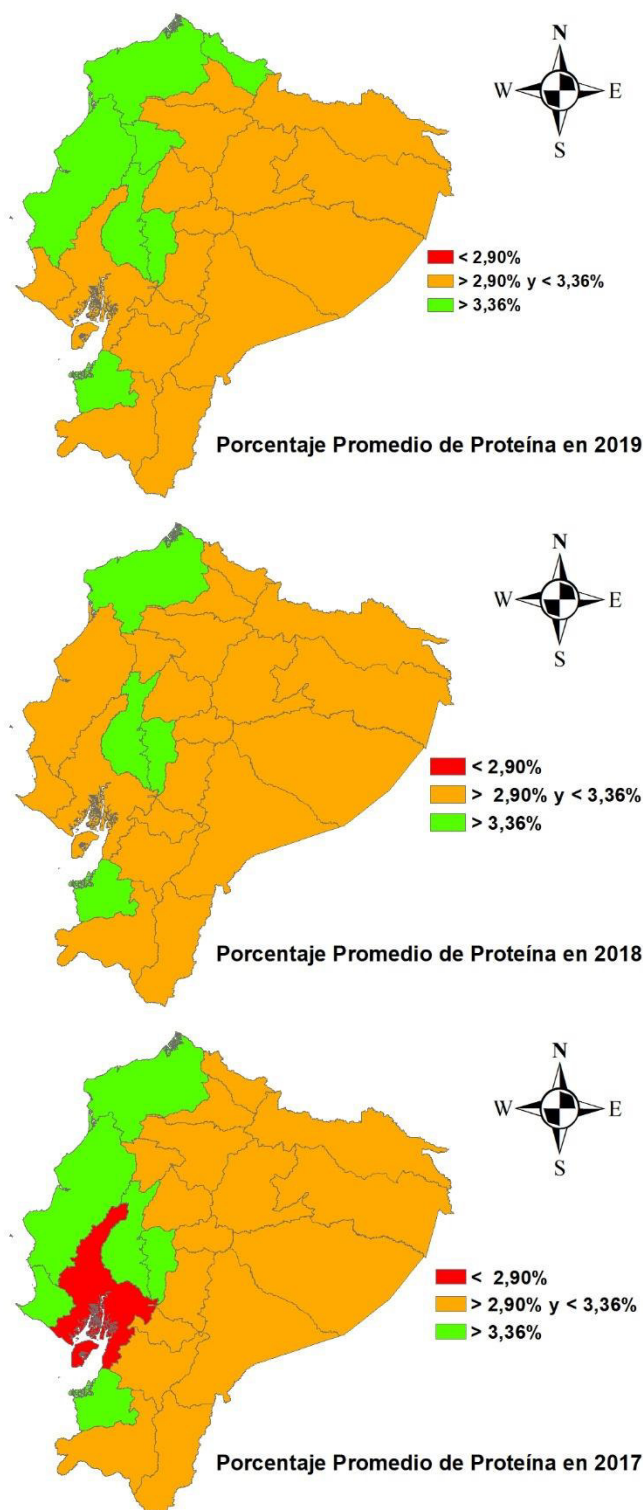


Figura 3. Mapas políticos de Ecuador continental sobre sobre calidad de leche cruda de vaca, parámetro porcentaje de proteína, para los años 2017, 2018 y 2019. Los mapas se elaboraron con los valores promedio del parámetro para cada provincia en los años indicados

Dentro de las provincias en las que sí hubo correlación significativa entre la precipitación promedio mensual y el porcentaje de proteína está la provincia de Cotopaxi donde el porcentaje de proteína en 2017 fue 3,14 %, en los años 2018 y 2019 fue 3,18 y 3,29 %, respectivamente. Similares valores fueron observados para la provincia de Tungurahua, en el año 2017 alcanzó un valor promedio de 3,20 %, y hubo cierta

variación para los años 2018 y 2019 (3,30 y 3,32 %, respectivamente). Para la provincia de Cañar el porcentaje de proteína en 2017 fue 3,15 %, en los años 2018 y 2019 fue 3,26 % y 3,29 %

Reconocer aquellas provincias que se encuentran en la capacidad de alcanzar porcentajes internacionales de proteína es también información de interés. Dentro de este grupo se tiene, para el año 2019, a las provincias de Esmeraldas (3,36 %), Manabí (3,56 %), Los Ríos (3,40 %), El Oro (3,45 %), Carchi (3,38 %), Santo Domingo de los Tsáchilas (3,40 %) y Bolívar (3,49 %). Como hay cumplimiento del promedio del requisito fisicoquímico, porcentaje de proteína, para la leche cruda analizada entre los años 2017 y 2019, también hay cumplimiento del porcentaje promedio de SNGL; excepto para la provincia de Guayas en el año 2017 pues al no haber cumplimiento del porcentaje promedio de proteína, tampoco hay cumplimiento en el porcentaje promedio de SNGL. Como se trabaja con valores promedio se incluye aquellos valores que cumplen la normativa nacional y aquellos valores puntuales que incumplen la normativa; por lo tanto, no se puede asegurar que todas las muestras de leche cruda de vaca de la provincia de Guayas incumplieron la normativa nacional.

El contenido de grasa de la leche cruda de vaca es otro parámetro relevante, esta vez con implicación en el aspecto comercial, pues el aporte de grasa es el punto de partida para la obtención de diferentes productos lácteos (Santos y De Vries, 2019). En la Figura 4 se muestran mapas políticos que ilustran la evolución del porcentaje promedio de grasa en leche cruda de vaca en las provincias de Ecuador Continental para los años 2017, 2018 y 2019.

Asimismo, la escala de color en el mapa tiene tres rangos: el color rojo representa aquellas provincias que incumplen la normativa nacional, el color anaranjado simboliza aquellas provincias que cumplen la normativa nacional pero no alcanzan el porcentaje internacional de 3,95 %, según CLAL (2022) y el color verde abarca a aquellas provincias que alcanzan el porcentaje internacional o lo superan.

Para los tres años considerados en este estudio, todas las provincias de Ecuador Continental cumplieron con la normativa nacional NTE INEN 9:2012 para el porcentaje mínimo de grasa (3,0 %). Son tres las provincias para las que se encontró posibles correlaciones entre la precipitación promedio mensual y el porcentaje promedio de grasa: Manabí ($R = 0,4278$), Santa Elena ($R = 0,6270$) y la provincia de Cotopaxi ($R = -0,5196$). En el caso de la provincia de Manabí, se tuvo en el año 2017 un porcentaje promedio de grasa de 4,27 %, mientras que para los años 2018 y 2019 fueron 4,28 % y 4,09 %, respectivamente.

Dentro de las provincias en las que sí hubo correlación significativa entre la precipitación promedio mensual y el porcentaje de grasa está la provincia de Santa Elena, el año 2017 alcanzó 5,12 % de grasa, mientras que para los años 2018 y 2019 se observaron valores de 4,16 % y 4,54 % de grasa, respectivamente. Para la provincia de Cotopaxi el porcentaje

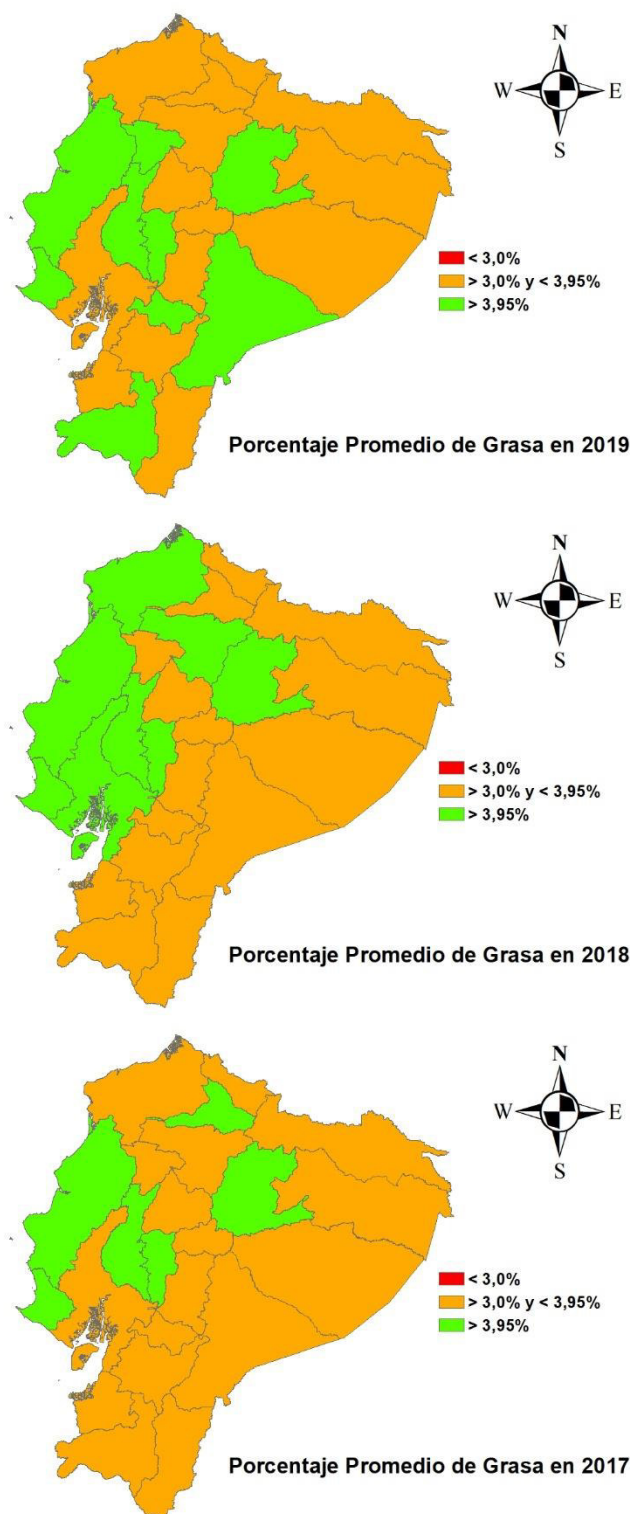


Figura 4. Mapas políticos de Ecuador continental sobre la calidad de la leche cruda de vaca, parámetro porcentaje de grasa, para los años 2017, 2018 y 2019. Los mapas se elaboraron con los valores promedio del parámetro para cada provincia en los años indicados

de grasa en 2017 fue 3,70 %, mientras que para los años 2018 y 2019 fueron 3,86 % y 3,93 %, respectivamente.

Identificar aquellas provincias que alcanzaron el porcentaje internacional para el porcentaje de grasa es útil para conocer el potencial para obtener un producto exportable, siempre y cuando cumpla todos los requisitos. Para el año 2019, se

pueden mencionar provincias que alcanzaron valores destacables para el porcentaje promedio de grasa: Manabí con 4,09 %, Santa Elena con 4,54 %, Los Ríos con 4,24 %, Santo Domingo de los Tsáchilas con 4,10 %, Bolívar con 4,00 %, Cañar con 4,06 %, Loja con 4,01 %, Napo con 4,84 % y Morona Santiago con 4,0 %. En todos estos casos, los porcentajes promedios de grasa fueron superiores al porcentaje mínimo de grasa de la leche cruda de vaca comercializada en Alemania durante 2019.

Los sólidos totales abarcan principalmente a los azúcares, compuestos nitrogenados, minerales, vitaminas, proteína presente en la leche y el contenido de grasa, mientras que los SNGL es la mezcla de los componentes anteriores excepto el contenido de grasa (Chandan et al., 2015). En un estudio realizado en Panamá se encontró que los sólidos totales se relacionan directamente con el contenido de grasa ($R = 0,84$) mientras que los SNGL se relacionan directamente con el contenido de proteína ($R = 0,93$) (Montero-Prado et al, 2021). Los parámetros fisicoquímicos de porcentaje de grasa y porcentaje de proteína cumplieron la normativa nacional porcentajes internacionales de referencia, por lo que se infiere que el porcentaje de sólidos totales y el porcentaje de SNGL también cumplieron con la normativa nacional y/o porcentajes internacionales de referencia.

No obstante, como se trabaja con valores promedio se incluyeron aquellos valores que cumplieron la normativa nacional y aquellos valores puntuales que incumplieron la normativa; por lo tanto, no se puede asegurar que todas las muestras de leche cruda de vaca cumplieron el requisito de porcentaje de sólidos totales y SNGL.

Con base en los parámetros fisicoquímicos de porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL, el 61,87 % de las muestras analizadas en Ecuador el año 2019 cumplieron con los límites de la norma ecuatoriana que posibilitan su comercialización y consumo a nivel nacional. Esto implica un aumento de la calidad fisicoquímica de la leche respecto del año 2018, para el que cual el porcentaje fue 54,30 %. No obstante, entre el año 2017 y 2018 hubo una disminución de la calidad fisicoquímica de la leche en el porcentaje de muestras analizadas en Ecuador que cumplieron con los cuatro requisitos fisicoquímicos de leche cruda de vaca pues el porcentaje disminuyó de 58,83 % en el año 2017 a 54,30 % en el año 2018. Al comparar los valores obtenidos con la normativa internacional, se tuvo un cumplimiento del 7,05, 11,10 y 8,39 %, para los años 2017, 2018 y 2019, respectivamente, lo cual implica que esta fracción de producción lechera ecuatoriana puede ser exportable. Finalmente, el porcentaje de muestras de leche cruda de vaca que cumplieron los cuatro requisitos microbiológicos de la normativa aplicada en Ecuador y no podía ser comercializada fue 65,88, 65,40 y 70,26 % para los años 2017, 2018 y 2019, respectivamente.

De la producción nacional de leche en el 2020, se conoce que el 76,46 % fue destinado para su comercio en líquido; esto contribuye al hecho de que la leche de vaca es un producto de primera necesidad con valor nutricional y comercial (INEC, 2021; SCPM, 2021). Ambos aspectos, nutricional y comercial,

Tabla 5. Rango general de porcentaje de grasa y proteína en la leche cruda para diferentes razas de ganado vacuno

Parámetro	Raza	Mínimo	Máximo
Grasa	Holstein Friesian	3,36	4,78
	Brown Swiss	3,58	4,94
	Jersey	4,52	6,00
Proteína	Holstein Friesian	2,98	3,78
	Brown Swiss	3,26	4,08
	Jersey	3,60	4,44

(Manuelian et al, 2019, p. 13)

dependen exclusivamente de la composición de la leche cruda de vaca, esto particularmente medido y controlado a través de sus propiedades fisicoquímicas (Tecklemichael et al., 2015; Zerihun y Getenesh, 2019).

En la Tabla 5 se presentan valores mínimos y máximos para el porcentaje de proteína y grasa en tres de las razas de ganado vacuno presentes en Ecuador: Holstein Friesian, Brown Swiss, y Jersey. Estos valores pueden considerarse una referencia que permitan separar valores típicos y/o esperables de otros que no lo sean, y a su vez evaluar casos puntuales referidos a ciertas muestras.

A partir de estos valores de referencia, se detectó que los resultados analíticos aportados por AGROCALIDAD incluyen ciertos valores atípicos. Se trata de valores de muestras individuales que, al ser comparados con los valores de la Tabla 5, según el parámetro a considerarse, resultan ser, o muy altos, o muy bajos. Por ejemplo: para porcentaje de grasa: 1,48 % (Carchi, marzo 2017), 8,84 % (Santa Elena, enero 2017), 2,61 % (Zamora Chinchipe, abril 2018), 10,78 % (Pichincha, junio 2018), 2,19 % (Azuay, septiembre 2019) y 18,75 % (Napo, junio 2019). En el caso del porcentaje de proteína: 1,53 % (Guayas, abril 2017), 6,66 % (Sucumbíos, julio 2017), 1,59 % (Cañar, octubre 2018), 4,56 % (Manabí, septiembre 2018), 0,44 % (Chimborazo, julio 2019) y 4,31 % (Imbabura, diciembre 2019). Para el porcentaje de sólidos totales: 3,18 % (Manabí, abril 2017), 19,21 % (Carchi, febrero 2017), 3,12 % (Napo, mayo 2018), 28,21 % (Pichincha, septiembre 2018), 4,93 % (Bolívar, abril 2019) y 26,85 % (Napo, junio 2019). Para SNGL: 4,98 % (Pichincha, octubre 2017), 14,00 % (Manabí, abril 2017), 5,86 % (Azuay, agosto 2018), 9,77 % (Loja, julio 2018), 4,93 % (Bolívar, abril 2019) y 10,49 % (Pastaza, junio 2019).

La interpretación de los resultados analíticos de calidad de leche cruda de vaca es una tarea por sí misma, muy compleja debido a la gran cantidad de variables que tienen efectos tanto positivos como negativos. La complejidad aumenta al considerarse la posibilidad de adulteración de este producto. La adulteración es definida como la adición de sustancias no declaradas o la remoción de componentes propios del alimento, deteriorando así su calidad intrínseca; esta práctica puede ser intencionada o no (Jha, 2016; Teen Teh y Dykes, 2014). El hecho que se presenten valores atípicos para parámetros fisicoquímicos en ciertas muestras de leche cruda de vaca, hace sospechar de intentos de adulteración. Dado que la adulteración tiene como una finalidad alterar el producto para que aparente tener una calidad superior a la que realmente tiene, es posible que este tipo de prácticas ilegales resulte en valores más altos de lo normal para ciertos parámetros (Azad y Ahmed, 2016; Nascimento et al., 2017). Debido a esto es que

se prestó atención a aquellos valores anormalmente altos dentro del periodo objeto de estudio; los datos anormalmente altos y bajos fueron excluidos del análisis estadístico; sin embargo, fueron tomados en cuenta para la elaboración de los mapas con la finalidad de incluirlos en el promedio de las propiedades fisicoquímicas.

El adulterante obvio para el caso de la leche cruda de vaca es el agua. Mediante la adición de agua a la leche, se aumenta el volumen y, por tanto, la persona que realiza esta práctica ilegal aspiraría a obtener más dinero como pago por el producto. Sin embargo, esta estrategia de adulteración es fácil de detectar incluso durante los controles que se realizan para la recepción del producto en plantas industrializadoras de leche, pues el porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL se encuentran en concentraciones bajas, tal como se puede observar en los datos anormalmente altos y bajo detallados en párrafos anteriores (Faraz et al., 2013). Esto motiva el uso de otros adulterantes complementarios que permitan manipular artificialmente parámetros fisicoquímicos.

Otros adulterantes comunes de leche cruda de vaca incluyen aceite vegetal, azúcar, almidón, urea, peróxido de hidrógeno, harina, agua, melamina, ácido bórico, ácido benzoico, entre otros (Azad y Ahmed, 2016, Choudhary et al., 2020; Faraz et al., 2013). La adición de urea y melamina es usada para hacer que la leche, en apariencia, tenga un mayor contenido de proteína. Dado que el contenido de proteína en alimentos es típicamente medido mediante el método Kjeldahl, y este mide nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal, la adición de las mencionadas sustancias resultaría en un aumento artificial del contenido de proteína (Azad y Ahmed, 2016; Liu et al., 2012). Se suele añadir aceite vegetal para manipular el porcentaje de grasa; se sabe que esta práctica se puede realizar después que se ha separado la crema (Azad y Ahmed, 2016). El azúcar, almidón y harina son adulterantes cuya función es aumentar el porcentaje de SNGL.

Se han reportado diversos estudios sobre detección de adulteración de leche cruda de vaca, y/o de otros animales. Hoorfar et al. (2012) aportaron información sobre un caso de estudio en Brasil en el que los adulterantes de la leche de vaca eran peróxido de hidrógeno, hidróxido de sodio y suero. Karmaker et al. (2019) reportaron un estudio realizado en Bangladesh en el que el adulterante era azúcar. Hussain et al. (2010) aportaron valiosa información sobre prácticas de adulteración que afectaron a leche de cabra, búfalo, vaca y oveja. De estos se sabe que la adulteración con azúcar puede detectarse de manera eficiente y barata mediante un ensayo con ácido clorhídrico y resorcinol, un cambio de color a rojo, es indicativo de la adición de azúcar a la leche cruda (Kumar y Yadav, 2021). Asimismo, la adulteración con melamina, sulfato de amonio o urea se hace evidente al utilizar la combinación entre el método de Kjeldahl y espectrofotometría (Finete et al., 2013).

Dado el crecimiento poblacional e incluso conflictos internacionales que afectan a la producción de alimentos, se hace muy necesario prestar atención a estas temáticas de adulteración. Es por esto que la institución nacional de control

encargada de la producción primaria (AGROCALIDAD) debería dedicar esfuerzo para llevar a cabo estudios exploratorios con la finalidad de determinar el grado de incidencia de la adulteración de leche cruda de vaca en el territorio continental ecuatoriano. A partir de las observaciones que surgen de este estudio, para los datos de los años 2017, 2018 y 2019, se debería focalizar este estudio exploratorio en las provincias Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, Los Ríos y Napo.

Los datos aportados por AGROCALIDAD permitieron una evaluación de los resultados analíticos a nivel cantonal; no obstante, se podría lograr mayor detalle en las evaluaciones si se presta especial atención en el registro correcto de las coordenadas correspondientes al muestreo. Por las características de la institución de control, datos de coordenadas geográficas de las granjas lecheras e información sobre las prácticas de alimentación, raza y edad del ganado, entre otros, podrían ser colectados con relativa facilidad y sin implicar inversión adicional. Se pueden aprovechar actividades programadas anualmente, como es el caso de las campañas de vacunación y desparasitación.

Los datos de coordenadas geográficas y la información sobre las prácticas de alimentación, raza y edad del ganado, junto con la evaluación que de esta resulte, debería ser insumo para que el Ministerio de Agricultura y Ganadería pueda formular políticas regionales y nacionales que mejoren las prácticas del sector ganadero. Esta es la estrategia que podría lograr un círculo virtuoso en la producción lechera en Ecuador, con los consiguientes beneficios para el consumidor en el mercado nacional y la mejora de la oferta exportadora del país.

4. CONCLUSIONES

Se encontró correlaciones positivas significativas en la provincia de Esmeraldas entre la temperatura promedio mensual con el porcentaje de SNGL ($R = 0,5116$, $P = 0,0149$) y en la provincia de Santa con el porcentaje de grasa ($R = 0,7116$, $P = 0,0029$) entre los años 2017, 2018 y 2019.

Se encontró correlación positiva significativa en la provincia de Santa Elena entre la precipitación promedio mensual con el porcentaje de grasa ($R = 0,6270$, $P = 0,0124$); se obtuvo correlación negativa significativa en la provincia de Cotopaxi con el porcentaje de grasa ($R = -0,5196$, $P = 0,0111$), con el porcentaje de proteína ($R = -0,5461$, $P = 0,0070$) y con el porcentaje de sólidos totales ($R = 0,4717$, $P = 0,0231$); en la provincia de Tungurahua se evidenció correlación negativa significativa con el porcentaje de proteína ($R = -0,4687$, $P = 0,0157$); en la provincia de Cañar se encontró correlación negativa significativa con el porcentaje de proteína ($R = -0,4475$, $P = 0,0192$) y con el porcentaje de SNGL ($R = -0,4523$, $P = 0,0178$); finalmente, en la provincia de Orellana se evidenció correlación significativa positiva con el porcentaje de SNGL ($R = 0,4027$, $P = 0,0414$) entre los años 2017, 2018 y 2019.

En las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, El Oro, Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar, Azuay, Loja, Sucumbíos, Pastaza, Morona Santiago y Zamora

Chinchipe no se encontraron correlaciones significativas entre los factores ambientales (temperatura promedio mensual y precipitación promedio mensual) y las propiedades fisicoquímicas (porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL) de la leche cruda de vaca por lo que se requiere inclusión de otras variables, principalmente datos de coordenadas geográficas y la información sobre las prácticas de alimentación, raza y edad del ganado.

El 61,87 % de las muestras de leche cruda de vaca analizadas por AGROCALIDAD entre los años 2017 y 2019 cumplen los cuatro requisitos fisicoquímicos detallados en la norma NTE INEN 9:2012 (porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL).

El 79,00 % de las muestras de leche cruda analizadas por AGROCALIDAD entre los años 2017 y 2019 incumplen los dos requisitos microbiológicos expresados en la norma NTE INEN 9:2012 (recuento de células somáticas y recuento de microorganismos aerobios mesófilos) en por lo menos.

En las provincias de Pichincha, Manabí, Chimborazo, Cotopaxi y Azuay los altos valores de recuento de microorganismos aerobios mesófilos y recuento de células somáticas son evidencia de la falta de un manejo higiénico en los centros de ordeño y durante la práctica del ordeño como tal; así como también, son evidencia de posibles cuadros infecciosos o inflamatorios en el ganado; problemas que podrían resolverse con la implementación de Buenas Prácticas Pecuarias.

REFERENCIAS

- AGROCALIDAD. (2022). *Política de Calidad - Agrocalidad*. Agrocalidad. <https://bit.ly/3FYIIkn>
- Azad, T., y Ahmed, S. (2016). Common milk adulteration and their detection techniques. *International Journal of Food Contamination*, 3(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40550-016-0045-3>
- Bernabucci, U., Basiricò, L., Morera, P., Dipasquale, D., Vitali, A., Piccioli Cappelli, F., & Calamari, L. (2015). Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1815. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8788>
- Bertocchi, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A., Varisco, G., y Bernabucci, U. (2014). Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. *Animal*, 8(4), 667–674. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000032>
- Bórawski, P., Pawlewicz, A., Parzonko, A., Harper, J., y Holden, L. (2020). Factors Shaping Cow's Milk Production in the EU. *Sustainability*, 12(1), 7. <https://doi.org/10.3390/su12010420>
- CDC. (2022). *Raw Milk Questions and Answers*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://bit.ly/3OBZSUY>
- Chandan, R., Kilara, A., y Shah, N. (2015). *Dairy processing and quality assurance* (2nd ed.). Singapore: John Wiley & Sons.
- Chen, B., Lewis, M., & Grandison, A. (2014). Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*, 158, 218. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>
- Choudhary, A., Gupta, N., Hameed, F. y Choton, S. (2020). An overview of food adulteration: Concept, sources, impact, challenges and detection. *International Journal of Chemical Studies*, 8(1), 2566. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1am.8655>
- CLAL. (2022). *Germany: Quantity and milk quality-DairySheets*. CLAL-Italian Dairy Economic Consulting firm. <https://bit.ly/37ENZx0>
- Committee on the Review of the Use of Scientific Criteria and Performance Standards for Safe Food, Food and Nutrition Board, y Board on Agriculture and Natural Resources. (2003). *Scientific criteria to ensure safe food* (1st ed., p. 360). Washington, D.C.: National Academies Press.
- Codex Alimentarius. (2011). *Leche y Productos Lácteos* (2nd ed.). Roma: FAO - OMS.
- D'Amico, D., & Donnelly, C. (2010). Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 134-147. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2426>
- FAO. (2022). *Inocuidad y calidad de los alimentos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://bit.ly/3zuI88L>
- Faraz, A., Lateef, M., Mustafa, M., Akhtar, P., Yaqoob, M. y Rehman, S. (2013). Detection of adulteration, chemical composition and hygienic status of milk supplied to various canteens of educational institutes and public places in Faisalabad. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(1), 120 – 123. Obtenido de la base de datos de Semantic Scholar.
- Finete, V., Gouvêa, M., Marques, F. y Netto, A., 2013. Is it possible to screen for milk or whey protein adulteration with melamine, urea and ammonium sulphate, combining Kjeldahl and classical spectrophotometric methods? *Food Chemistry*, 141(4), 3654. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.046>
- Griffiths, M. (2010). *Improving the safety and quality of milk* (1st ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Guevara-Freire, D., Montero-Recalde, M., Rodríguez, A., Valle, L., y Avilés-Esquivel, D. (2019). Quality of milk collected in small farms of Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(1), 247–255. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>
- Gulati, A., Galvin, N., Hennessy, D., McAuliffe, S., O'Donovan, M., y McManus, J. et al. (2018). Grazing of dairy cows on pasture versus indoor feeding on total mixed ration: Effects on low-moisture part-skim Mozzarella cheese yield and quality characteristics in mid and late lactation. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8738. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14566>
- Gunn, K., Holly, M., Veith, T., Buda, A., Prasad, R., Rotz, C., Soder, K. and Stoner, A., 2019. Projected heat stress challenges and abatement opportunities for U.S. milk production. *PLoS ONE*, 14(3), pp.1-4. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214665>
- Hammami, H., Bormann, J., M'hamdi, N., Montaldo, H. H., y Gengler, N. (2013). Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1844–1855. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5947>
- Hayter, A. (2012). *Probability and statistics for engineers and scientists* (4th ed.). Australia: Cengage Learning.
- Hoorfar, J., 2012. Investigating the adulteration of UHT milk in Brazil. En C.F. Cardoso, A.G. Cruz, U.M. Pinto y J.A.F Faria. *Case studies in food safety and authenticity* (1era ed.). doi: 10.1533/9780857096937.6.301
- Hossain, D., Singha, S., Thof, C., Gough, S., y Uddin, A. (2021). Effect of Somatic Cells on Milk Quality and Human Health. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*, 7(1), 32. <https://10.17582/journal.vsr/2021/7.1.31.34>

- Hussain, I., Anwar, J., Asi, M., Munawar, M. and Kashif, M. (2010). Aflatoxin M1 contamination in milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21(2). <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.12.004>
- INEC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INEN (2012), Requisitos de Leche Cruda
- Karmaker, A., Das, P. and Iqbal, A., 2020. Quality assessment of different commercial and local milk available in the local markets of selected area of Bangladesh. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(1), p.28.
- Kumar, A. and Yadav, U. (2021). *Detection of Adulterants in Milk and Milk Products*. Krishij jagran. <https://bit.ly/3NwaSSc>.
- Jha, S. (2016). *Rapid detection of food adulterants and contaminants* (1st ed.) London: Academic Press.
- Johnson, K., Fourt, D., Hibbs, R. y Ross, R. (1961). Effect of Some Environmental Factors on the Milk Fat and Solids-not-fat Content of Cow's Milk. *Journal of Dairy Science*, 44(4), pp.658-663. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(61\)89797-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(61)89797-x)
- Liu, Y., Todd, E., Zhang, Q., Shi, J. y Liu, X., 2012. Recent developments in the detection of melamine. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 13(7), 525. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1100389>
- MAG. (2014). *MAGAP y AGROCALIDAD controlan leche cruda en carreteras*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://bit.ly/3o2nI0s>
- Manuelian, C., Penasa, M., Visentin, G., Benedet, A., Cassandro, M., & De Marchi, M. (2019). Multi-breed herd approach to detect breed differences in composition and fatty acid profile of cow milk. *Czech Journal of Animal Science*, 64(No. 1), 13. <https://doi.org/10.17221/18/2018-cjas>
- Marcondes, M., Jácome, D., Silva, A., Rennó, L., y Pires, A. (2014). Evaluation of raw milk quality in different production systems and periods of the year. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 43(12), 670-676. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982014001200007>
- Martínez-Villareal, D., Morales-Arciniega, S., Núñez-Naranjo, L., Santander-Parra, S., De la Cueva-Jácome, F., y Puga-Torres, B. (2017). Determination of the Hygienic and Physico-Chemical Quality of Raw Milk Produced by Small and Medium Producers of the North-East Region of Carchi-Ecuador. *Asian Journal of Science And Technology*, 08(10), 5908-5913. Obtenido de la base de datos Repositorio Digital UCE
- Mendonca, A., Thomas-Popo E. y Gordón A. (2020). Microbiological considerations in food safety and quality systems implementation. En A. Gordon (1st ed). *Food safety and quality systems in developing countries* (p. 200). Londres: Elsevier.
- Missanjo, E., Imbayarwo-Chikosi, V. y Halimani, T. (2011). Environmental factors affecting milk, fat and protein yields in Jersey cattle in Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*, 43(3), 665. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9750-8>
- Montero-Prado, P., Ruiz-Morales, G. and Fossatti-Carrillo, A., 2021. Physicochemical characterization and correlation of raw cow's milk according to classification assigned in Panama. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), p.945. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.45471>
- Montes de Oca-Flores, E., Espinoza-Ortega, A., y Arriaga-Jordán, C. (2019). Propiedades tecnológicas y fisicoquímicas de la leche y características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(2), 371. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4291>
- Morán-Tejeda, E., Bazo, J., López-Moreno, J. I., Aguilar, E., Azorín-Molina, C., Sanchez-Lorenzo, A., Martínez, R., Nieto, J. J., Mejía, R., Martín-Hernández, N., y Vicente-Serrano, S. M. (2016). Climate trends and variability in Ecuador (1966–2011). *International Journal of Climatology*, 36(11), 3839 – 3855. <https://doi.org/10.1002/JOC.4597>
- Nascimento, C., Santos, P., Pereira-Filho, E. y Rocha, F. (2017). Recent advances on determination of milk adulterants. *Food Chemistry*, 221, 3. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.034>
- O'Callaghan, T., Hennessy, D., McAuliffe, S., Kilcawley, K., O'Donovan, M., & Dillon, P., Ross, R. y Stanton, C. (2016). Effect of pasture versus indoor feeding systems on raw milk composition and quality over an entire lactation. *Journal of Dairy Science*, 99(12), 9425. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10985>
- O'Mahony, J. A. y Fox, P. F. (2014). Milk: An Overview. En H. Singh, M. Boland, y A. Thompson. *Milk Proteins* (2da ed.). doi: 10.1016/B978-0-12-405171-3.00002-7
- OECD, y FAO. (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030* (p. 183). Washington D.C.: Organization for Economic Co-operation and Development - Food and Agriculture Organization.
- Park, Y. (2010). Improving goat milk. En M. Griffiths (1st ed), *Improving the safety and quality of milk* (p. 336). Cambridge: Woodhead.
- Perea, F., Soto-Belloso, E., Piña-Monsalve, J., Perdomo-Carrillo, D., Moratinos-López, P., Martínez-López, M. and Perea-Brugal, M. (2017). Efecto de la raza paterna sobre el desempeño reproductivo de un rebaño de vacas mestizas doble propósito en Venezuela. *MASKANA, Producción Animal*, 8, 65-67.
- Pereira, P. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30(6), 620 – 621. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.10.011>
- Plotnik, R., y Kouyoumdjian, H. (2013). *Introduction to Psychology* (10th ed.). Belmont: Cengage Learning.
- Portilla Farfán, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador* (1st ed.). Quito: Editorial Universitaria Abya - Yala.
- Pyz-Lukasik, R., Paszkiewicz, W., Tatar, M., Brodzki, P. y Belkot, Z., (2015). Microbiological quality of milk sold directly from producers to consumers. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4297 – 4301. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9187>
- Rodríguez Vizcaino, A. Y. (2016). *Determinación de la inocuidad y calidad fisicoquímica de leche cruda en plantas procesadoras del cantón Salcedo* (Tesis para Médico Veterinario, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador) Recuperado de <https://bit.ly/3rTachR>. (Noviembre, 2021)
- Rojas-Downing, M., Nejadhashemi, A., Harrigan, T., & Woznicki, S. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145-148. doi: 10.1016/j.crm.2017.02.001
- Rollenbeck, R. y Bendix, J., (2011). Rainfall distribution in the Andes of southern Ecuador derived from blending weather radar data and meteorological field observations. *Atmospheric Research*, 99(2), 284. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2010.10.018>
- Ross, S. (2010). *Introductory statistics* (3rd ed.). Canadá: Academic Press.
- Rozenberg, S., Body, J., Bruyère, O., Bergmann, P., Brandi, M., y Cooper, C. et al. (2015). Effects of Dairy Products Consumption on Health: Benefits and Beliefs—A Commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. *Calcified Tissue International*, 98(1), 2. <https://doi.org/10.1007/s00223-015-0062-x>

- Santos, J., y De Vries, A. (2019). The Value of Milk Fat. *EDIS*, 1-5. <https://doi.org/10.32473/edis-an350-2019>
- SCPM. (2021). *Estudio de Mercado "Sector Lácteo"*. Quito: Superintendencia de Control del Poder de Mercado.
- Tecklemichael, T., Eyassu, S., y Kebede, A. (2015). Physico Chemical Properties of Cow Milk Produced and Marketed in Dire Dawa Town, Eastern Ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 42, 59. Obtenido de la base de datos ResearchGate.
- Teen Teh, A. y Dykes, G. (2014). Meat Species Determination. En Devine C. y Dikerman M. *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00209-9>
- The European Parliament and of the Council, 2004. *Regulation (EC) No 853/2004*. Estrasburgo: The European Parliament and of the Council, 126-128.
- Toledo, I.R., Perrone Í. T., Tavares, G.M., Schuck, P., y De Carvalho, A. (2019). Physicochemical Characteristics of Raw Milk. En Nero, L., y De Carvalho, A. *Raw Milk - Balance Between Hazards and Benefits* (1st ed.). doi: 10.1016/B978-0-12-810530-6.00002-X
- USDA, 2015. *Ecuador Livestock Annual 2015 - Cattle Numbers Up*. Washington D.C.: United States Department of Agriculture, pp.3-4.
- Van Smeden, M., Moons, K. G. M., de Groot, J. A. H., Collins, G. S., Altman, D. G., Eijkemans, M. J. C., y Reitsma, J. B. (2019). Sample size for binary logistic prediction models: Beyond events per variable criteria. *Statistical Methods in Medical Research*, 28(8), 2455–2474. <https://doi.org/10.1177/0962280218784726>
- Weir, J., y Vincent, W. (2020). *Statistics in kinesiology* (5th ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Wang, B., Zhou, Z., Wang, H., Tu, X., & Feng, C. (2019). The p-value and model specification in statistics. *General Psychiatry*, 32(3), 2. doi: 10.1136/gpsych-2019-100081
- Yayota, M., Tsukamoto, M., Yamada, Y., y Ohtani, S. (2013). Milk composition and flavor under different feeding systems: A survey of dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5179. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5963>
- Zerihun, A., y Getenesh, T. (2019). Physical Properties and Chemical Compositions of Raw Cow Milk in Milk Shades Around Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 9(19), 35. <https://doi.org/10.7176/jnsr/9-19-04>
- Zhu, X., Wen, J., y Wang, J. (2020). Effect of environmental temperature and humidity on milk production and milk composition of Guanzhong dairy goats. *Veterinary and Animal Science*, 9, 100 – 121. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2020.100121>

FICHAS TÉCNICAS

INDICE DE FICHAS TÉCNICAS

FICHA TÉCNICA I	18
Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas	18
FICHA TÉCNICA II	46
Representación gráfica del recuento de microorganismos aerobios mesófilos a lo largo del año 2019	46
FICHA TÉCNICA III	49
Representación gráfica del recuento de células somáticas a lo largo del año 2019	49
FICHA TÉCNICA IV	52
Mapeo del porcentaje promedio de proteína de la leche cruda de vaca en Ecuador entre 2017 y 2019	52
FICHA TÉCNICA V	55
Mapeo del porcentaje promedio de grasa de la leche cruda de vaca en Ecuador entre 2017 y 2019	55

FICHA TÉCNICA I

VALORES PROMEDIO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Objetivo: Sistematizar los valores promedio de temperatura mensual, precipitación mensual, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de sólidos totales y porcentaje de SNGL para cada provincia del Ecuador.

Desarrollo:

Tabla FTI.1 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Esmeraldas

Cantones: Esmeraldas, Muisne, Quinindé y Río Verde							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	320,78	26,00	6	3,92	3,40	12,84	8,93
Febrero	66,99	26,00	4	4,01	3,37	12,60	8,99
Marzo	106,60	26,00	6	3,75	3,33	12,66	8,91
Mayo	115,10	27,00	3	4,68	3,48	13,65	9,20
Junio	99,40	26,00	3	4,02	3,21	12,10	8,88
Julio	9,50	25,00	3	3,56	3,42	12,40	8,82
Octubre	52,60	25,00	3	3,67	3,08	12,39	8,51
2018							
Marzo	126,91	25,00	5	4,13	3,43	13,04	8,91
Abril	73,58	25,00	5	4,90	3,69	14,15	9,30
Mayo	62,40	26,00	3	4,18	3,62	13,65	9,47
Junio	12,70	25,00	6	4,13	3,16	12,81	8,68
Julio	20,00	25,00	6	3,52	3,23	12,38	8,86
Agosto	8,70	25,00	7	3,41	3,16	12,22	8,82
Septiembre	4,91	25,00	22	3,84	3,36	12,77	8,93
Diciembre	132,97	26,00	6	4,15	3,30	12,67	8,52
2019							
Enero	143,60	26,00	8	3,62	3,40	12,96	9,12
Marzo	109,00	25,00	6	4,17	3,41	13,07	8,90
Abril	116,80	26,00	6	4,28	3,63	13,57	9,28
Mayo	91,60	27,00	2	4,42	3,35	12,41	9,18

Tabla FTL.1 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Esmeraldas (continuación)

Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Junio	83,10	26,00	6	3,81	3,56	12,79	8,98
Noviembre	85,30	24,00	6	3,81	3,19	12,25	8,62
Diciembre	138,10	25,00	6	3,60	3,18	12,05	8,85

Tabla FTI.2 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Manabí

Cantones: Chone, Junín, Olmedo, Pedernales, Portoviejo y Santa Ana							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Febrero	217,59	25,00	18	4,24	3,55	13,46	9,14
Marzo	273,40	26,00	9	4,34	3,45	13,43	9,09
Mayo	46,50	25,00	4	4,78	3,63	13,88	9,11
Julio	4,73	23,00	9	4,06	3,38	12,95	8,89
2018							
Marzo	137,69	25,00	9	4,15	3,44	13,13	8,98
Abril	35,06	25,00	9	4,56	3,45	13,84	9,29
Mayo	55,70	25,00	8	3,76	3,53	13,22	9,24
Junio	4,90	24,00	8	3,59	3,08	12,56	8,97
Julio	2,40	23,00	9	3,91	3,46	12,94	9,07
Agosto	2,60	23,00	9	3,93	3,52	13,09	9,15
Septiembre	1,70	24,00	27	3,93	3,26	12,84	8,83
Octubre	1,20	24,00	48	3,91	3,28	12,73	8,82
Diciembre	109,10	26,00	8	4,20	3,32	12,61	8,61
2019							
Marzo	226,60	26,00	7	4,29	3,54	13,27	9,23
Abril	138,60	26,00	9	4,54	3,52	13,71	9,18
Mayo	49,60	26,00	9	4,08	3,40	13,05	8,97
Agosto	1,20	22,00	3	4,12	3,16	13,25	8,43

Tabla FTI.3 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Guayas

Cantones: Durán, El Triunfo, General Antonio Elizalde, Guayaquil, Nobol y Piedrahita							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	722,26	24	5	3,68	3,12	12,14	8,46
Febrero	878,9	25	9	3,56	3,15	11,90	8,42
Marzo	698,3	25	10	3,39	3,02	11,61	8,33
Abril	653,8	24	7	3,79	3,19	12,52	8,49
Mayo	428	24	4	4,03	3,11	12,67	8,64
Junio	288,4	22	5	3,07	3,07	11,13	8,24
Julio	200,6	21	8	3,63	3,17	12,14	8,47
2018							
Marzo	738,33	24	8	3,76	3,01	12,10	8,35
Abril	260,99	23	7	3,90	3,03	12,15	8,25
Mayo	297,1	23	5	3,79	3,13	12,18	8,40
Junio	216,1	22	6	3,56	3,14	12,10	8,54
Julio	163,9	21	5	3,87	3,17	12,50	8,58
Agosto	178,2	21	4	4,09	3,26	12,77	8,69
Septiembre	117,23	22	28	4,12	3,29	12,88	8,81
Octubre	55,47	23	10	3,78	3,07	12,28	8,46
Noviembre	129,7	25	5	4,09	3,05	12,53	8,39
Diciembre	1132,24	24	6	3,60	3,05	12,25	8,55
2019							
Enero	1124,7	24	8	3,81	3,33	12,64	8,83
Marzo	1210,9	24	2	3,46	2,91	11,56	8,08
Abril	746,3	24	7	3,54	3,04	11,88	8,34
Mayo	553,5	24	9	3,60	3,11	11,98	8,42
Junio	147,2	23	11	3,85	3,16	12,43	8,46
Julio	7,3	23	6	3,86	3,09	12,14	8,50
Agosto	7,4	22	11	3,40	2,95	11,76	8,36
Septiembre	62,8	23	12	3,23	2,88	11,07	7,99
Noviembre	86,6	25	3	3,27	2,88	11,69	8,03
Diciembre	214,3	25	9	3,20	2,99	11,23	8,13

Tabla FTL.4 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Santa Elena

Cantón: Santa Elena							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	145,01	26	2	4,89	2,94	13,56	8,50
Abril	26	5,02	2	3,40	13,05	9,11	26
Mayo	24	3,97	3	3,45	11,76	8,94	24
2018							
Marzo	105,01	24	2	4,63	3,48	12,97	9,17
Abril	7,72	23	2	4,20	3,52	13,20	9,00
Mayo	38,2	23	2	4,04	3,39	12,90	8,86
Junio	2,9	22	2	3,91	3,58	12,58	9,23
Noviembre	3,3	24	2	4,36	2,97	12,86	8,50
Diciembre	34,18	24	1	4,42	3,20	12,98	8,56
2019							
Abril	31,8	25	2	4,45	3,15	13,09	8,64
Mayo	8	25	1	4,51	3,51	13,53	9,02
Junio	4,4	23	1	3,86	3,38	12,67	8,81
Julio	3,5	21	1	4,45	3,28	13,17	8,73
Agosto	4,4	20	1	3,63	3,36	12,48	8,85

Tabla FTI.5 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Los Ríos

Cantones: Baba, Babahoyo, Mocache, Quevedo, Valencia y Vinces							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	1074,47	24	2	5,15	3,41	13,69	8,72
Febrero	1307,27	24	7	4,54	3,29	13,22	8,72
Marzo	1547,7	25	4	4,52	3,42	13,14	8,62
Abril	1544,6	25	2	4,37	3,26	13,08	8,72
Julio	185,4	22	4	4,29	3,47	13,08	8,79
2018							
Marzo	1233,7	24	2	4,12	2,85	12,49	8,37
Abril	254,59	24	6	4,79	3,61	13,68	8,89
Junio	193,96	22	4	4,06	3,54	12,37	8,31
Julio	122,18	22	4	4,28	3,46	13,19	8,91
Septiembre	102,28	23	11	4,93	3,83	13,72	8,79
Octubre	34,12	24	10	3,31	3,39	12,27	8,95
Noviembre	137,2	26	6	4,11	3,60	12,90	8,79
Diciembre	1052,54	25	3	4,16	3,52	13,47	9,31
2019							
Marzo	2041	25	4	4,15	3,40	12,94	8,86
Abril	1193,1	25	4	4,33	2,96	12,71	8,37
Noviembre	30,4	26	3	3,99	2,98	12,48	8,49
Diciembre	85,7	27	4	3,81	3,27	12,37	8,56

Tabla FTI.6 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para El Oro

Cantones: Atahualpa, Balsas, Machala, Piñas y Santa Rosa							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	353,62	25	2	2,82	3,59	11,11	8,70
Febrero	534,36	26	3	2,70	3,22	11,42	8,95
Marzo	717,3	26	4	3,98	3,37	13,24	8,79
Abril	172,1	26	5	4,44	3,59	13,34	9,04
Mayo	71,5	25	5	3,58	3,70	12,69	9,10
Junio	17,7	24	5	4,68	3,53	13,59	8,91
Julio	8,1	22	3	3,28	3,20	11,21	8,42
Agosto	8,1	22	5	3,75	3,43	12,30	8,55
2018							
Marzo	41,33	24	4	2,37	3,30	11,39	9,03
Junio	9,54	22	10	4,20	3,46	13,17	8,97
Julio	8,8	21	5	3,29	3,37	12,04	8,75
Agosto	8	21	5	4,03	3,43	12,88	8,85
Septiembre	9,6	22	27	4,07	3,37	12,73	8,79
Octubre	19	22	10	3,89	3,37	12,90	8,85
Diciembre	24,2	24	6	3,46	3,31	12,26	8,80
2019							
Enero	166,1	25	5	3,45	3,37	12,21	8,83
Abril	98,4	25	7	3,55	3,39	12,63	9,08
Mayo	13,5	25	5	4,13	3,59	12,76	8,91
Agosto	0,9	22	5	3,42	3,54	12,28	8,85
Septiembre	5,8	21	5	3,69	3,23	12,20	8,56
Diciembre	34,4	24	5	2,80	3,14	11,28	8,54

Tabla FTL.7 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Carchi

Catones: Espejo, Montúfar, San Pedro de Huaca y Tulcán							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	520,51	13	135	3,85	3,24	12,55	8,73
Febrero	351,51	13	49	3,80	3,25	12,45	8,67
Marzo	682,9	13	124	3,69	3,22	12,47	8,70
Abril	275,5	13	68	3,86	3,23	12,59	8,71
Mayo	223,2	13	151	3,76	3,25	12,55	8,79
Junio	122,9	12	3	3,74	3,06	12,22	8,48
Julio	36,9	12	21	3,88	3,29	12,47	8,54
Septiembre	37	14	14	3,73	3,15	12,16	8,44
2018							
Marzo	150,77	13	12	3,98	3,37	12,79	8,81
Abril	214,13	13	1	2,65	3,24	11,02	8,36
Mayo	177,9	13	16	3,96	3,23	12,69	8,73
Junio	39,7	12	39	3,94	3,38	12,87	8,93
Julio	21,3	13	18	3,92	3,37	12,89	8,97
Agosto	33	13	21	3,88	3,37	12,87	8,99
Septiembre	85,3	14	42	3,81	3,32	12,62	8,80
Octubre	222,6	14	31	3,95	3,32	12,70	8,75
Noviembre	560,1	14	28	3,85	3,30	12,62	8,76
Diciembre	194,41	13	24	4,10	3,41	12,79	8,69
2019							
Enero	165,3	13	12	3,84	3,37	12,67	8,83
Mayo	130,2	13	11	3,76	3,33	12,51	8,75
Junio	191,5	12	17	4,27	3,55	13,10	9,08
Julio	162,6	11	18	3,80	3,30	12,50	8,71
Agosto	122,7	12	15	3,75	3,31	12,41	8,65
Septiembre	161,1	13	17	3,86	3,23	12,47	8,61
Diciembre	497,3	12	4	3,73	3,29	12,52	8,79

Tabla FTI.8 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Imbabura

Cantones: Antonio Ante, Ibarra, Cotacachi, Pimampiro y Otavalo							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	663,75	12	8	4,37	3,15	12,85	8,48
Febrero	484,9	11	7	3,98	3,25	12,66	8,68
Marzo	968	12	7	3,89	3,22	12,60	8,71
Abril	701,7	13	7	3,94	3,29	12,56	8,76
Mayo	534,3	12	8	4,03	3,28	12,76	8,73
Junio	381,2	12	4	4,02	3,19	12,23	8,34
Julio	83,4	12	7	3,88	3,13	12,39	8,45
Noviembre	438,6	12	5	4,08	2,98	12,37	8,28
2018							
Marzo	408,82	13	7	3,82	3,27	12,36	8,54
Abril	528,03	12	6	3,76	3,26	12,38	8,63
Junio	321,48	12	7	3,91	3,26	12,77	8,83
Julio	127,4	12	9	3,89	3,34	12,69	8,80
Agosto	91,6	12	7	3,71	3,26	12,45	8,74
Septiembre	209,9	13	24	3,93	3,31	12,75	8,83
Octubre	284,26	13	14	3,78	3,20	12,45	8,65
Noviembre	633,9	12	7	3,72	3,19	12,34	8,62
Diciembre	380,85	12	6	4,05	3,28	12,61	8,56
2019							
Enero	270,5	12	6	3,90	3,32	12,59	8,73
Febrero	403,3	13	7	3,90	3,33	12,70	8,80
Marzo	684,8	14	7	3,44	3,34	12,30	8,85
Abril	700,8	13	6	3,83	3,29	12,57	8,73
Mayo	433,2	13	8	3,89	3,35	12,56	8,90
Junio	263,3	12	9	4,05	3,32	12,77	8,81
Julio	104	11	2	3,92	3,18	12,51	8,66
Agosto	80	11	16	3,80	3,37	12,53	8,72
Septiembre	155,1	12	7	3,91	3,17	12,48	8,57
Octubre	328,6	12	7	3,99	3,26	12,48	8,61
Noviembre	369,7	12	8	3,85	3,27	12,67	8,66
Diciembre	349,8	12	9	3,93	3,30	12,71	8,66

Tabla FTI.9 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Pichincha

Cantones: Cayambe, Mejía y Rumiñahui							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Marzo	730,67	10,00	4	4,19	3,34	13,22	8,75
Abril	451,30	11,00	1	3,83	3,21	12,74	8,90
Mayo	297,97	10,00	2	3,89	3,29	12,69	8,80
Junio	204,93	10,00	31	3,83	3,24	12,50	8,66
Julio	64,07	10,00	60	3,62	3,23	12,26	8,66
Agosto	143,43	11,33	1	3,76	3,15	12,34	8,58
Septiembre	194,63	12,33	3	3,85	3,14	12,33	8,48
Noviembre	286,27	12,00	16	3,67	2,87	11,70	8,06
Diciembre	310,30	11,00	2	3,81	3,30	12,51	8,71
2018							
Enero	358,07	11,00	9	3,55	2,89	11,81	8,24
Febrero	177,60	11,33	2	3,87	3,19	12,34	8,48
Marzo	261,39	11,67	49	3,81	3,18	12,38	8,66
Abril	360,80	10,67	2	3,39	3,21	12,18	8,79
Junio	267,37	10,67	1	3,55	3,13	12,43	8,89
Julio	118,87	10,67	1	4,00	3,42	13,01	9,01
Agosto	97,00	11,33	2	4,17	3,27	12,70	8,52
Septiembre	191,45	12,33	125	3,92	3,27	12,68	8,76
Octubre	225,24	12,33	50	3,88	3,22	12,48	8,68
Noviembre	430,03	12,00	8	3,75	3,13	12,24	8,49
Diciembre	311,64	12,00	8	3,76	3,15	12,26	8,50
2019							
Enero	192,77	12,00	3	3,85	3,26	12,48	8,62
Febrero	265,37	13,00	5	3,83	3,21	12,48	8,65
Marzo	652,20	12,67	1	3,70	3,12	12,20	8,49
Abril	569,67	11,67	18	3,68	3,21	12,43	8,64
Mayo	382,80	11,33	64	3,89	3,29	12,68	8,76
Junio	198,37	10,67	9	4,54	3,75	14,42	9,62
Julio	82,40	9,67	37	3,86	3,28	12,48	8,62
Agosto	54,13	9,67	41	3,90	3,28	12,56	8,67
Septiembre	112,17	10,67	29	3,88	3,14	12,32	8,45
Octubre	222,27	11,33	11	3,71	3,14	12,11	8,40

Tabla FTI.9 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Pichincha (continuación)

Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Noviembre	245,90	11,33	63	3,93	3,24	12,54	8,61
Diciembre	228,53	11,33	29	3,77	3,22	12,36	8,58
Cantón: Quito							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	299,64	13	2	4,10	3,20	12,62	8,53
Febrero	160,8	13	136	3,84	3,28	12,61	8,78
Marzo	511,2	12	120	3,81	3,26	12,43	8,65
Abril	372,8	13	109	3,83	3,28	12,58	8,73
Mayo	220,6	13	45	3,91	3,27	12,58	8,66
Junio	161,1	14	61	3,79	3,25	12,47	8,66
Julio	75	15	47	3,97	3,28	12,70	8,65
Agosto	272,9	15	52	3,89	3,21	12,43	8,54
Septiembre	351,4	16	81	3,90	3,23	12,43	8,51
Octubre	482,38	15	110	3,90	3,14	12,35	8,45
Noviembre	297,6	14	32	4,02	3,15	12,34	8,38
Diciembre	278,85	14	26	3,78	3,08	12,31	8,38
2018							
Enero	346,4	14	73	3,69	3,16	12,15	8,45
Febrero	96,6	14	57	3,84	3,22	12,37	8,54
Marzo	272,5	14	184	3,80	3,13	12,09	8,36
Abril	397,49	13	213	3,92	3,19	12,47	8,56
Mayo	710	14	216	4,10	3,24	12,73	8,61
Junio	435,99	14	63	3,90	3,31	12,64	8,78
Julio	229	15	64	3,93	3,33	12,84	8,86
Agosto	157,7	16	78	4,01	3,39	13,00	9,00
Septiembre	362,68	15	254	3,93	3,28	12,70	8,78
Octubre	333,8	15	118	3,86	3,28	12,62	8,75
Noviembre	501,5	14	11	3,97	3,10	12,59	8,49
Diciembre	383,1	15	34	3,74	3,25	12,35	8,65
2019							
Enero	166,5	15	92	3,74	3,29	12,50	8,73
Febrero	217,5	15	31	3,73	3,23	12,36	8,67
Marzo	649,4	14	19	3,71	3,23	12,29	8,58

Tabla FTI.9 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Pichincha (continuación)

Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Abril	656,7	14	49	3,93	3,32	12,71	8,77
Mayo	514,4	15	18	3,65	3,26	12,56	8,71
Junio	261,3	15	32	4,29	3,46	13,12	8,75
Julio	122,4	15	29	3,68	3,24	12,26	8,61
Agosto	62,5	16	15	3,79	3,22	12,39	8,60
Septiembre	186,7	15	10	3,80	3,11	12,20	8,40
Octubre	364,9	14	26	3,92	3,29	12,62	8,64
Noviembre	310	15	31	3,83	3,27	12,50	8,67
Diciembre	340,7	14	8	3,72	3,28	12,31	8,59

Tabla FTL.10 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Cotopaxi

Cantones: Latacunga y Salcedo							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Febrero	342,53	11	29	3,74	3,16	12,29	8,55
Marzo	604,2	12	20	3,44	3,02	11,82	8,43
Mayo	200,4	11	21	3,67	3,18	12,13	8,49
Junio	160,4	10	20	3,89	3,27	12,57	8,68
Diciembre	203,1	10	4	3,87	3,28	12,45	8,58
2018							
Enero	241,8	10	10	3,82	3,14	12,28	8,46
Marzo	180,92	11	58	3,68	3,10	12,13	8,45
Junio	91,28	10	27	3,99	3,29	12,72	8,73
Julio	52,8	11	16	4,09	3,21	12,75	8,66
Agosto	56,2	11	19	3,83	3,29	12,63	8,72
Septiembre	59,14	11	117	3,86	3,21	12,53	8,68
Octubre	168,18	11	61	3,83	3,23	12,55	8,69
Noviembre	351,7	12	6	3,99	3,20	12,93	8,71
Diciembre	139,54	10	7	3,57	3,23	12,04	8,61
2019							
Enero	177,6	11	28	3,97	3,30	12,71	8,74
Marzo	368,6	11	24	3,84	3,16	12,37	8,59
Abril	279,6	13	30	3,60	3,31	12,43	8,79
Mayo	158,8	12	20	3,86	3,12	12,37	8,52
Junio	118,8	11	32	4,31	3,48	13,05	8,81
Julio	95,4	11	18	3,94	3,24	12,53	8,59
Agosto	70,9	11	28	3,96	3,31	12,70	8,74
Septiembre	111,2	11	33	3,76	3,17	12,20	8,44
Diciembre	264,8	11	24	3,82	3,12	12,29	8,47
Cantón: La Maná y Sigchos							
2019							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Mayo	24	3,71	8	3,35	12,51	8,80	24
Septiembre	62,8	23	5	3,55	3,27	12,32	8,77
Noviembre	86,6	25	10	4,27	3,40	13,35	8,96

Tabla FTL.11 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantones: Santo Domingo							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	959,47	20	22	3,85	3,30	12,60	8,75
Febrero	445,47	21	8	3,77	3,40	12,54	8,78
Marzo	844,4	20	26	3,92	3,27	12,52	8,60
Abril	727,1	21	14	3,91	3,45	12,91	8,98
Mayo	422,7	21	18	4,00	3,29	12,82	8,71
Julio	104,8	19	21	3,92	3,24	12,48	8,55
2018							
Marzo	415,33	21	2	4,62	3,47	13,65	8,87
Abril	260,91	20	23	3,77	3,28	12,53	8,77
Junio	450	20	22	3,80	3,29	12,63	8,82
Julio	249,2	20	20	3,84	3,36	12,70	8,86
Agosto	114,2	20	13	4,02	3,31	12,84	8,78
Septiembre	98,6	21	57	3,68	3,34	12,54	8,87
Octubre	137,98	21	36	3,84	3,26	12,60	8,79
Noviembre	108,89	22	5	3,70	3,32	12,56	8,85
Diciembre	256	22	5	3,87	3,33	12,68	8,80
2019							
Enero	591,7	22	11	3,78	3,42	12,75	8,94
Marzo	783,8	21	22	4,11	3,38	13,10	8,99
Abril	547,2	21	19	3,92	3,33	12,76	8,84
Mayo	354,3	21	6	3,88	3,42	12,80	8,91
Junio	229,2	20	17	4,37	3,50	13,23	9,05
Julio	107,5	20	17	3,87	3,28	12,73	8,87
Agosto	51,4	21	25	3,86	3,27	12,67	8,66
Septiembre	181,7	21	21	3,60	3,24	12,23	8,67
Octubre	263	22	2	3,98	3,37	12,85	8,87
Noviembre	212,4	21	11	3,88	3,33	12,67	8,79
Diciembre	324,3	22	15	3,99	3,37	12,84	8,85

Tabla FTL.12 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Bolívar

Cantones: Echendía y Guaranda							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	621,3	15,5	8	3,80	3,39	12,63	8,83
Abril	615,0	16,0	6	3,89	3,49	12,85	8,96
Mayo	390,5	16,0	24	3,88	3,40	12,96	9,08
Junio	289,3	14,5	14	3,86	3,39	12,96	9,07
Julio	174,5	13,5	21	4,02	3,37	12,95	8,82
Agosto	103,6	14,5	22	4,08	3,35	12,84	8,88
Septiembre	150,8	15,0	23	3,82	3,28	12,62	8,74
Octubre	314,7	16,0	24	3,80	3,39	12,71	8,89
Noviembre	257,2	16,0	26	3,92	3,27	12,68	8,71
Diciembre	427,9	15,5	24	3,90	3,31	12,67	8,79
2018							
Enero	559,65	15,5	14	3,95	3,25	12,77	8,61
Febrero	606,65	16,5	18	3,89	3,17	12,72	8,59
Marzo	558,4	16,5	13	3,74	3,33	12,40	8,74
Abril	322,24	16	18	4,08	3,57	13,30	9,28
Mayo	460,05	15,5	18	4,07	3,49	13,22	9,07
Junio	272,71	14,5	22	4,06	3,40	13,18	8,95
Julio	145,1	14	18	3,87	3,37	12,82	8,95
Agosto	149,25	14	16	4,08	3,46	12,96	8,95
Septiembre	127,135	15	129	4,04	3,33	12,98	8,92
Octubre	158,49	16,5	29	3,79	3,30	12,69	8,91
Noviembre	376,1	17	6	3,86	3,23	12,72	8,85
2019							
Enero	740,45	16	22	3,94	3,47	12,88	8,93
Febrero	695,15	16,5	18	3,81	3,47	12,86	9,05
Marzo	926,55	17	19	3,85	3,57	12,90	9,04
Abril	632,9	17	17	3,83	3,36	12,82	8,90
Mayo	429,25	16,5	16	3,99	3,49	12,80	9,05
Junio	201,95	15,5	19	4,32	3,44	13,31	9,20
Julio	56,85	16	20	3,86	3,48	12,80	8,90
Agosto	58,8	15	26	3,77	3,36	12,49	8,77
Septiembre	103,3	16	19	4,00	3,40	12,93	8,94

Tabla FTL.12 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Bolívar (continuación)

Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Octubre	154,1	16,5	16	4,42	3,42	13,33	8,97
Noviembre	164,25	17	17	3,79	3,38	12,60	8,79
Diciembre	239,35	17	12	3,78	3,30	12,55	8,77

Tabla FTL.13 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Tungurahua

Cantones: Ambato, Mocha, Pelileo, Quero y Pillaro.							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	494,61	9	16	3,75	3,19	12,42	8,56
Febrero	445,1	9	18	3,86	3,13	12,31	8,45
Marzo	643,5	9	11	3,93	3,20	12,51	8,58
Abril	424,8	9	17	3,77	3,18	12,22	8,54
Mayo	284,5	9	18	3,91	3,25	12,53	8,55
Julio	139,1	7	17	3,74	3,22	12,27	8,53
2018							
Marzo	290,95	9	17	3,93	3,25	12,48	8,55
Abril	304,77	9	17	3,72	3,35	12,50	8,78
Mayo	447,1	9	23	3,84	3,19	12,46	8,62
Junio	231,64	8	17	4,04	3,23	12,55	8,63
Julio	108,9	8	17	4,00	3,42	12,72	8,83
Agosto	111,4	8	17	4,00	3,31	12,77	8,77
Septiembre	117,02	9	118	3,86	3,33	12,65	8,81
Octubre	223,15	10	55	3,84	3,29	12,58	8,72
Noviembre	475,3	11	6	3,73	3,18	12,40	8,67
Diciembre	256,32	9	18	4,06	3,34	12,89	8,84
2019							
Enero	285,5	9	18	3,95	3,29	12,64	8,69
Marzo	556,7	10	18	3,93	3,34	12,76	8,83
Abril	399,8	10	19	3,92	3,27	12,61	8,69
Mayo	212,1	9	19	3,90	3,23	12,52	8,62
Junio	167,4	8	18	3,86	3,33	13,12	8,80
Julio	99,3	6	17	3,91	3,26	12,45	8,54
Agosto	90,9	7	17	3,92	3,37	12,61	8,64
Septiembre	103,1	9	17	3,88	3,26	12,44	8,56
Noviembre	208,6	8	8	3,69	3,18	12,26	8,56
Diciembre	235,9	6	8	3,73	3,19	12,18	8,45

Tabla FTL.14 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Chimborazo

Cantones: Alausí, Penipe, Guano, Guamote y Riobamba							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	520,29	7	23	3,91	3,18	12,42	8,56
Febrero	490,29	8	13	3,80	3,16	12,29	8,51
Marzo	722,7	8	19	3,85	3,16	12,38	8,46
Abril	576,1	8	17	3,93	3,31	12,62	8,69
Mayo	353	8	10	3,91	3,27	12,52	8,62
Julio	148,3	6	14	3,86	3,17	12,28	8,46
2018							
Marzo	378,47	9	12	3,91	3,40	12,59	8,68
Abril	383,49	9	8	3,72	3,25	12,35	8,63
Mayo	623	8	4	4,01	3,28	12,68	8,67
Junio	329,32	7	19	3,98	3,32	12,66	8,68
Julio	126,3	7	24	3,89	3,32	12,64	8,75
Agosto	120,3	7	18	3,91	3,32	12,74	8,84
Septiembre	137,04	8	188	3,88	3,33	12,69	9,00
Octubre	261,51	10	49	3,74	3,25	12,43	8,69
Diciembre	339,16	8	7	3,86	3,22	12,25	8,61
2019							
Enero	356,2	8	14	3,77	3,26	12,47	8,71
Abril	519,5	10	9	3,80	3,42	12,45	8,72
Mayo	305	9	5	3,88	3,27	12,68	8,80
Julio	106,4	9	26	3,78	3,33	12,60	8,86
Agosto	110,2	8	17	3,78	3,26	12,43	8,65
Septiembre	143,8	9	3	3,46	3,20	11,96	8,50
Noviembre	241,9	9	7	4,04	3,17	12,72	8,70

Tabla FTL.15 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Cañar

Cantones: Azogues, Biblián, Déleg, El Tambo y Cañar							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	120,96	12	31	3,90	3,21	12,58	8,65
Febrero	151,74	12	38	3,71	3,13	12,19	8,50
Marzo	229,4	12	29	3,71	3,17	12,23	8,53
Abril	138,2	12	9	3,87	3,28	12,54	8,68
Mayo	72,2	11	55	3,77	3,21	12,27	8,51
Julio	44,8	9	21	3,80	3,19	12,21	8,48
2018							
Marzo	52,19	13	2	3,79	3,20	12,30	8,50
Abril	51,2	12	45	3,83	3,25	12,45	8,62
Mayo	81	12	38	3,82	3,22	12,35	8,53
Junio	44,76	10	87	4,17	3,37	13,01	8,84
Julio	26	10	23	3,92	3,28	12,58	8,75
Agosto	60,1	10	24	3,85	3,25	12,60	8,74
Septiembre	39,3	12	110	3,77	3,27	12,51	8,74
Octubre	41,56	14	108	3,75	3,28	12,70	8,80
Noviembre	112,6	15	16	3,82	3,18	12,54	8,71
Diciembre	30,4	13	17	3,69	3,21	12,36	8,65
2019							
Enero	67	13	32	3,75	3,28	12,50	8,75
Marzo	154	13	28	3,71	3,24	12,36	8,64
Abril	88,8	13	21	3,83	3,32	12,62	8,75
Mayo	42,4	12	23	3,90	3,26	12,57	8,67
Junio	113,7	10	30	4,28	3,30	13,38	8,40
Julio	120,5	10	38	3,89	3,31	12,57	8,71
Agosto	108,9	10	26	3,71	3,11	11,94	8,43
Septiembre	112,2	12	53	3,60	3,17	12,12	8,55
Octubre	212,3	13	14	3,61	3,15	12,03	8,41
Noviembre	205,7	14	17	3,93	3,15	12,61	8,49
Diciembre	203,2	14	5	3,77	3,24	12,41	8,63

Tabla FTL.16 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Azuay

Cantones: Cuenca, Santa Isabel, Nabón, San Fernando y Sevilla de Oro							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	120,96	12	25	3,85	3,19	12,39	8,54
Febrero	151,74	12	22	3,54	3,18	12,08	8,54
Marzo	229,4	12	22	3,81	3,21	12,41	8,61
Abril	138,2	12	25	3,65	3,26	12,25	8,60
Mayo	72,2	11	23	3,51	3,25	12,11	8,60
Julio	44,8	9	22	3,64	3,17	12,11	8,48
2018							
Marzo	52,19	13	19	3,61	3,23	12,22	8,61
Abril	51,2	12	17	3,82	3,27	12,45	8,68
Mayo	81	12	24	3,70	3,27	12,47	8,67
Junio	44,76	10	10	3,89	3,19	12,70	8,55
Julio	26	10	25	3,63	3,18	12,18	8,54
Agosto	60,1	10	39	3,77	3,28	12,55	8,75
Septiembre	39,3	12	37	3,79	3,30	12,53	8,78
Octubre	41,56	14	40	3,75	3,30	12,51	8,75
Noviembre	112,6	15	52	3,82	3,27	12,54	8,72
Diciembre	30,4	13	12	3,89	3,23	12,48	8,59
2019							
Enero	67	13	11	3,70	3,29	12,54	8,83
Marzo	154	13	17	3,65	3,19	12,32	8,66
Abril	88,8	13	18	3,90	3,27	12,63	8,73
Mayo	42,4	12	24	3,64	3,22	12,36	8,64
Junio	113,7	10	26	3,96	3,36	12,83	8,87
Julio	120,5	10	21	3,79	3,33	12,52	8,72
Agosto	108,9	10	25	3,78	3,29	12,39	8,62
Septiembre	112,2	12	20	3,44	3,14	11,84	8,40
Noviembre	205,7	14	21	3,88	3,22	12,50	8,62
Diciembre	203,2	14	19	3,57	3,20	12,12	8,55

Tabla FTL.17 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Loja

Cantones: Gonzanama, Saraguro y Loja							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	127,91	18	7	3,69	3,32	12,45	8,76
Febrero	181,45	18	7	3,44	2,99	11,76	8,41
Marzo	192,3	18	9	3,88	3,18	12,49	8,65
Abril	147,8	17	8	3,86	3,40	12,88	9,01
Mayo	116	17	7	3,75	3,21	12,53	8,63
Junio	27,2	16	8	3,87	3,32	12,71	8,84
Julio	2,6	15	8	3,53	3,15	12,15	8,63
2018							
Marzo	90,77	18	8	3,90	3,44	12,79	8,89
Abril	33,38	18	8	3,76	3,30	12,62	8,83
Mayo	59,1	18	6	4,31	3,47	13,24	8,94
Julio	1,3	16	8	3,92	3,33	12,98	8,96
Agosto	6,1	17	8	3,32	3,10	11,92	8,60
Septiembre	4,3	18	43	3,69	3,21	12,39	8,70
Octubre	9	19	18	3,52	3,15	12,19	8,66
Noviembre	32,6	20	8	3,81	3,30	12,56	8,75
2019							
Enero	54,2	18	13	3,70	3,27	12,47	8,76
Marzo	171,2	18	8	3,97	3,31	12,53	8,60
Abril	127,1	19	3	3,58	3,17	12,29	8,71
Mayo	48,6	18	8	3,89	3,29	12,71	8,82
Junio	85,9	16	8	4,44	3,64	13,97	9,48
Julio	139	16	3	4,05	3,38	12,87	8,83
Agosto	113,1	16	10	3,70	3,28	12,40	8,70
Septiembre	102,2	17	7	3,34	2,94	11,79	8,23
Diciembre	594,3	17	6	3,82	3,38	12,58	8,76

Tabla FTL.18 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Sucumbíos

Cantones: Lago Agrio, Cascales, Gonzalo Pizarro y Sucumbíos							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	632,55	25	4	3,49	3,17	12,37	8,90
Febrero	425,38	26	5	3,41	3,03	12,08	8,67
Marzo	463,1	25	7	3,27	3,11	11,94	8,67
Abril	490,1	25	7	3,54	3,26	12,46	8,92
Mayo	330,8	25	7	3,61	3,12	12,42	8,62
Junio	291,1	24	4	3,43	3,13	11,84	8,53
Julio	138,3	23	13	3,28	3,25	12,24	8,70
2018							
Enero	603,3	26	1	4,95	3,45	13,57	8,62
Marzo	402,37	26	7	3,81	3,24	12,38	8,57
Abril	391,44	24	8	3,86	3,30	12,66	8,79
Mayo	610,2	24	7	3,32	3,14	11,90	8,50
Junio	378,3	22	6	3,70	3,04	12,14	8,44
Julio	230,7	23	7	3,40	3,32	12,48	8,95
Agosto	193,1	26	6	3,59	3,17	12,21	8,82
Septiembre	259,43	28	36	3,50	3,23	12,34	8,83
Octubre	591	27	8	3,70	3,20	12,36	8,66
Noviembre	860,1	26	7	3,94	3,19	12,69	8,74
Diciembre	385,17	26	2	3,60	3,30	12,56	8,96
2019							
Enero	454	27	6	3,23	3,33	12,02	8,78
Marzo	735,9	25	7	3,66	3,26	12,38	8,72
Abril	422,8	26	10	3,31	3,16	12,07	8,75
Mayo	552,4	25	6	3,94	3,23	12,90	8,83
Junio	379,3	24	7	3,19	3,34	12,11	8,92
Julio	314,5	24	6	3,66	3,15	12,31	8,65
Agosto	292,5	25	7	3,83	3,11	12,56	8,73
Septiembre	204,1	28	6	3,02	3,12	11,60	8,56
Diciembre	462,9	26	6	3,54	3,18	12,08	8,54

Tabla FTL.19 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Napo

Cantones: El Chaco y Quijos							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Octubre	429,6	10	1	3,78	3,11	12,08	8,29
2018							
Marzo	347,56	10	3	3,82	3,02	12,17	8,35
Agosto	112,2	9	2	4,55	3,36	13,59	8,84
Septiembre	174,26	10	24	4,03	3,29	12,85	8,80
Noviembre	570,7	10	4	3,84	3,26	12,58	8,74
2019							
Febrero	354,6	10	1	3,61	3,25	12,09	8,65
Mayo	381,2	10	2	3,70	3,30	12,25	8,55
Junio	274,4	9	10	4,39	3,36	13,24	8,91
Julio	170,4	9	2	4,02	3,31	12,71	8,70
Agosto	166,3	9	5	4,02	3,28	12,69	8,67
Septiembre	190,7	10	5	4,05	3,20	12,64	8,59
Octubre	325	10	5	3,62	3,18	12,19	8,58
Noviembre	307,4	11	4	4,00	3,21	12,68	8,68
Diciembre	340,6	10	5	3,85	3,26	12,50	8,64
Cantones: Archidona y Tena							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	434,59	16	5	3,81	3,08	12,36	8,55
Febrero	465,48	16	5	4,08	3,22	12,68	8,63
Marzo	405,9	15	11	3,86	3,24	12,59	8,73
Abril	375	16	9	4,20	3,30	12,89	8,69
Mayo	221,4	16	4	3,48	3,33	12,54	9,07
Junio	311,8	15	2	3,85	3,28	12,32	8,48
Julio	112,4	15	7	4,13	3,23	12,76	8,63
2018							
Marzo	220,22	17	2	4,16	2,99	12,28	8,13
Abril	321,61	16	2	4,22	3,22	12,95	8,73
Mayo	352,8	16	4	3,79	3,32	12,66	8,77
Junio	217,89	15	6	3,80	3,29	12,63	8,83

Tabla FTL.19 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Napo (continuación)

Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Julio	112,4	15	7	4,13	3,23	12,76	8,63
2018							
Marzo	220,22	17	2	4,16	2,99	12,28	8,13
Abril	321,61	16	2	4,22	3,22	12,95	8,73
Mayo	352,8	16	4	3,79	3,32	12,66	8,77
Junio	217,89	15	6	3,80	3,29	12,63	8,83
Julio	138,8	16	21	3,65	3,24	12,42	8,73
Agosto	85,6	16	9	4,03	3,18	12,80	8,77
Septiembre	119,03	17	33	3,92	3,27	12,71	8,79
2019							
Enero	223,7	17	2	4,09	3,30	12,89	8,80
Marzo	353,7	16	8	4,13	3,29	12,84	8,71
Abril	434,9	17	2	4,49	3,12	13,00	8,52
Mayo	194,3	17	2	4,10	3,34	12,84	8,74
Julio	405,5	18	3	4,34	3,56	13,22	8,89

Tabla FTL.20 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Orellana

Cantones: Francisco de Orellana y Joya de los Sachas							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	317,44	26	4	3,53	3,24	12,39	8,85
Febrero	162,9	27	5	3,38	3,12	12,17	8,76
Marzo	182,9	26	4	3,64	3,11	12,41	8,65
Abril	310,8	26	5	3,52	3,22	12,36	8,85
Mayo	151,8	27	5	3,64	3,32	12,78	9,13
Julio	85,8	25	4	3,58	3,13	12,17	8,58
2018							
Marzo	111,53	27	4	3,68	3,46	12,66	8,98
Abril	213	25	4	4,01	3,40	12,93	8,93
Mayo	435,4	25	5	3,46	3,41	12,63	9,17
Junio	352,6	24	6	3,78	3,35	12,86	9,08
Julio	238,2	25	5	3,51	3,18	12,36	8,85
Agosto	261,1	26	5	4,02	3,26	13,06	9,04
Septiembre	79,02	29	29	3,66	3,29	12,62	8,96
Octubre	298,2	28	15	3,49	3,27	12,47	8,93
Noviembre	273,5	27	4	3,45	3,30	12,82	8,95
Diciembre	238,4	27	5	3,64	3,26	12,58	8,94
2019							
Enero	319,3	26	7	3,68	3,24	12,52	8,84
Marzo	265,9	26	4	3,37	3,25	12,31	8,95
Abril	243,1	27	1	3,68	3,28	12,64	8,96
Mayo	209,4	26	10	3,74	3,31	12,61	8,87
Junio	232,4	24	5	4,13	3,16	12,60	8,90
Julio	229,1	24	4	3,50	3,23	12,28	8,77
Agosto	153,8	25	7	3,71	3,17	12,45	8,74
Septiembre	146,5	28	4	3,26	3,28	12,16	8,90
Noviembre	211,1	27	4	3,67	3,17	12,43	8,76
Diciembre	270,6	26	5	3,50	3,17	12,27	8,77

Tabla FTL.21 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Pastaza

Cantones: Gonzanama, Saraguro y Loja							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	127,91	18	2	3,69	3,32	12,45	8,76
Febrero	181,45	18	11	3,44	2,99	11,76	8,41
Marzo	192,3	18	10	3,88	3,18	12,49	8,65
Abril	147,8	17	11	3,86	3,40	12,88	9,01
Mayo	116	17	10	3,75	3,21	12,53	8,63
Junio	27,2	16	10	3,87	3,32	12,71	8,84
Julio	2,6	15	8	3,53	3,15	12,15	8,63
2018							
Marzo	90,77	18	8	3,90	3,44	12,79	8,89
Abril	33,38	18	9	3,76	3,30	12,62	8,83
Mayo	59,1	18	9	4,31	3,47	13,24	8,94
Julio	1,3	16	10	3,92	3,33	12,98	8,96
Agosto	6,1	17	8	3,32	3,10	11,92	8,60
Septiembre	4,3	18	28	3,69	3,21	12,39	8,70
Octubre	9	19	13	3,52	3,15	12,19	8,66
Noviembre	32,6	20	9	3,81	3,30	12,56	8,75
2019							
Enero	54,2	18	7	3,70	3,27	12,47	8,76
Marzo	171,2	18	10	3,97	3,31	12,53	8,60
Abril	127,1	19	9	3,58	3,17	12,29	8,71
Mayo	48,6	18	10	3,89	3,29	12,71	8,82
Junio	85,9	16	9	4,44	3,64	13,97	9,48
Julio	139	16	8	4,05	3,38	12,87	8,83
Agosto	113,1	16	8	3,70	3,28	12,40	8,70
Septiembre	102,2	17	9	3,34	2,94	11,79	8,23
Diciembre	594,3	17	8	3,82	3,38	12,58	8,76

Tabla FTL.22 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Morona Santiago

Cantones: Morona, Pablo Sexto y Palora							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	127,91	18	8	3,93	2,94	12,32	8,39
Febrero	181,45	18	5	4,25	3,26	12,31	8,74
Marzo	192,3	18	8	3,56	3,12	12,56	8,72
Abril	147,8	17	8	3,61	3,31	12,48	8,87
Mayo	116	17	8	4,21	3,29	13,09	8,89
Junio	27,2	16	8	3,87	3,32	12,71	8,84
Julio	2,6	15	8	3,62	3,17	12,30	8,68
2018							
Marzo	90,77	18	8	3,52	3,15	12,16	8,64
Abril	33,38	18	8	4,39	3,09	12,84	8,68
Mayo	59,1	18	8	3,83	3,32	12,77	8,94
Julio	1,3	16	8	4,32	3,33	13,31	8,99
Agosto	6,1	17	8	3,58	3,07	12,54	8,70
Septiembre	4,3	18	25	4,13	3,24	12,95	8,82
Octubre	9	19	15	3,76	3,16	12,50	8,75
Diciembre	32,6	20	8	3,73	3,15	12,46	8,73
2019							
Marzo	54,2	18	9	3,68	3,26	12,44	8,76
Abril	171,2	18	8	3,70	3,19	12,50	8,80
Mayo	127,1	19	6	3,38	3,24	12,70	8,65
Julio	48,6	18	9	3,89	3,29	12,71	8,82
Agosto	85,9	16	8	4,44	3,64	13,97	9,48
Diciembre	139	16	4	4,05	3,38	12,87	8,83

Tabla FTL.23 Valores promedio de información meteorológica y propiedades fisicoquímicas para Zamora Chinchipe

Cantones: Centinela del Cóndor, El Pangui, Yanzatza, Zamora y Yacuambí							
2017							
Mes	Precipitación	Temperatura	n	Grasa	Proteína	Sólidos Totales	SNGL
Enero	127,91	18	5	3,07	3,10	11,85	8,78
Febrero	181,45	18	14	3,43	3,10	12,13	8,70
Marzo	192,3	18	9	3,49	3,18	12,20	8,71
Abril	147,8	17	9	3,51	3,24	12,37	8,87
Julio	2,6	15	10	3,37	3,07	11,94	8,52
2018							
Marzo	90,77	18	10	3,38	3,11	11,97	8,59
Abril	33,38	18	12	3,38	3,14	12,05	8,68
Mayo	59,1	18	13	3,91	3,24	12,61	8,70
Junio	8,2	16	12	3,56	3,28	12,43	8,88
Julio	1,3	16	11	3,76	3,25	12,69	8,92
Agosto	6,1	17	24	3,53	3,19	12,33	8,80
Septiembre	4,3	18	48	3,44	3,15	12,22	8,81
Octubre	9	19	23	3,48	3,21	12,19	8,71
Noviembre	32,6	20	13	3,69	3,25	12,60	8,84
Diciembre	14,2	19	8	3,35	3,17	11,70	8,44
2019							
Enero	54,2	18	7	3,70	3,27	12,47	8,76
Abril	127,1	19	13	3,97	3,60	3,15	12,29
Mayo	48,6	18	9	3,58	3,30	3,18	12,08
Junio	85,9	16	13	3,89	4,14	3,63	13,68
Julio	139	16	11	4,44	3,56	3,18	12,44
Agosto	113,1	16	9	4,05	3,29	3,16	11,97
Septiembre	102,2	17	10	3,70	3,48	3,21	12,20
Diciembre	594,3	17	9	3,25	3,08	11,75	8,50

FICHA TÉCNICA II

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL RECUESTO DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS A LO LARGO DEL AÑO 2019

Objetivo: Sistematizar los resultados de manera gráfica a través de gráficos de dispersión en escala logarítmica con base en el recuento de microorganismos aerobios mesófilos de la leche cruda de vaca para el año 2019 de aquellas provincias con mayor producción de leche a lo largo del año 2019.

Desarrollo:

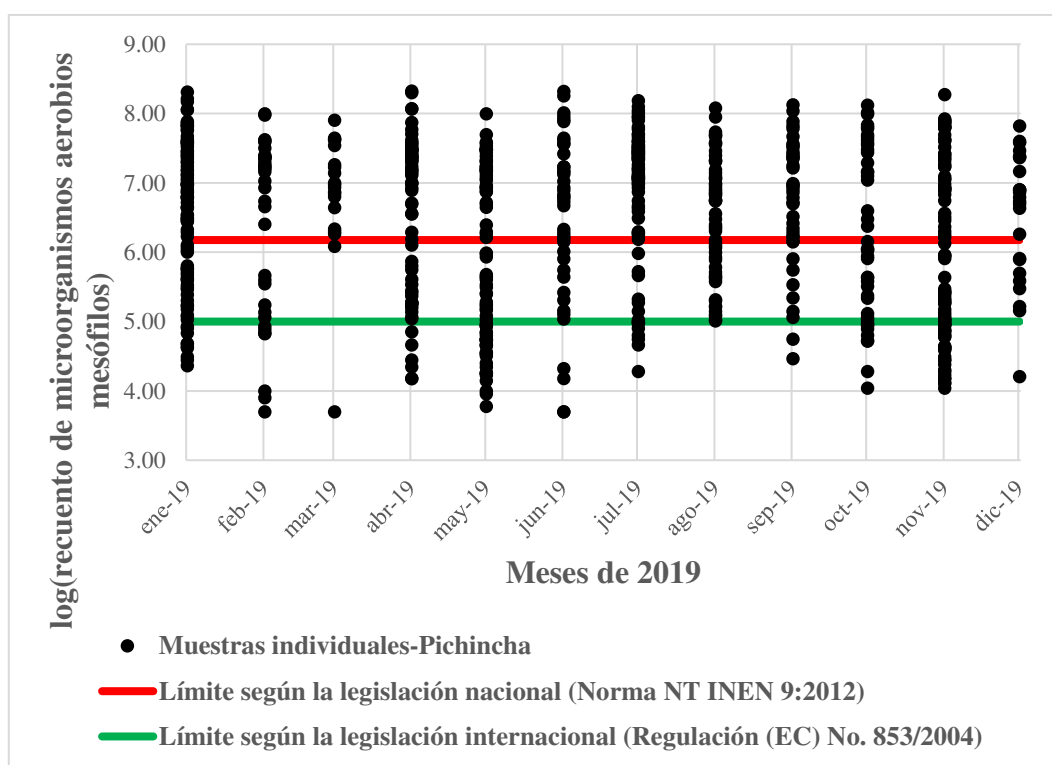


Figura FTIL.1 Gráfico de dispersión del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos de la provincia de Pichincha en 2019

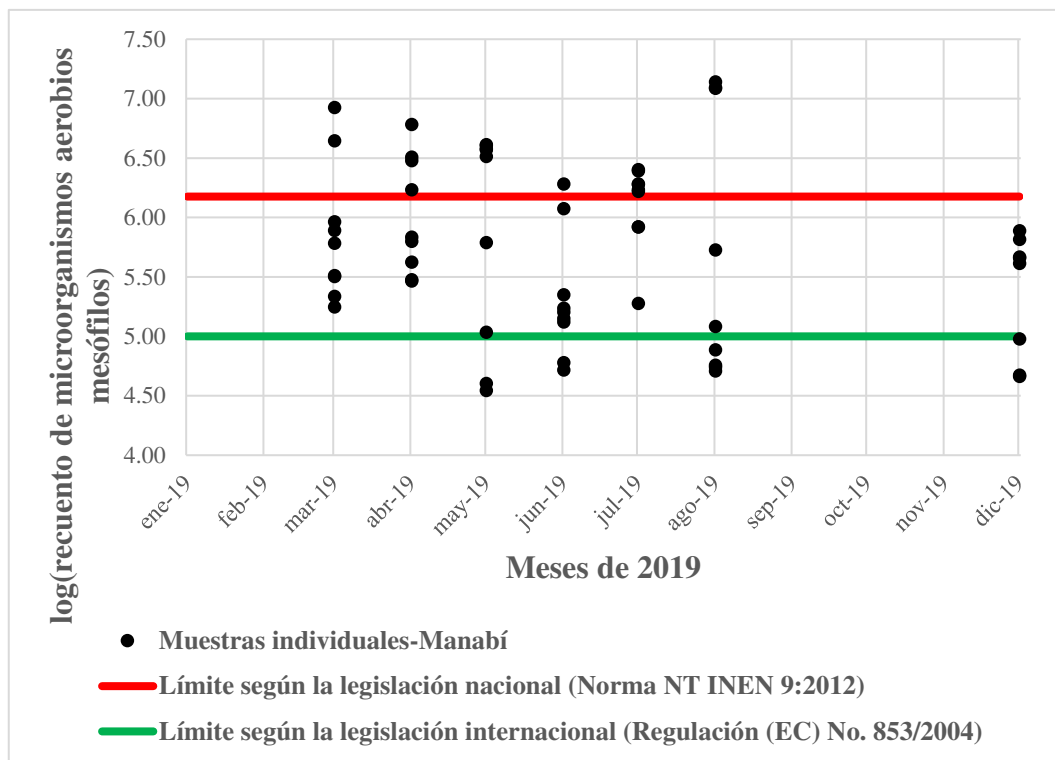


Figura FTII.2 Gráfico de dispersión del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos de la provincia de Manabí en 2019

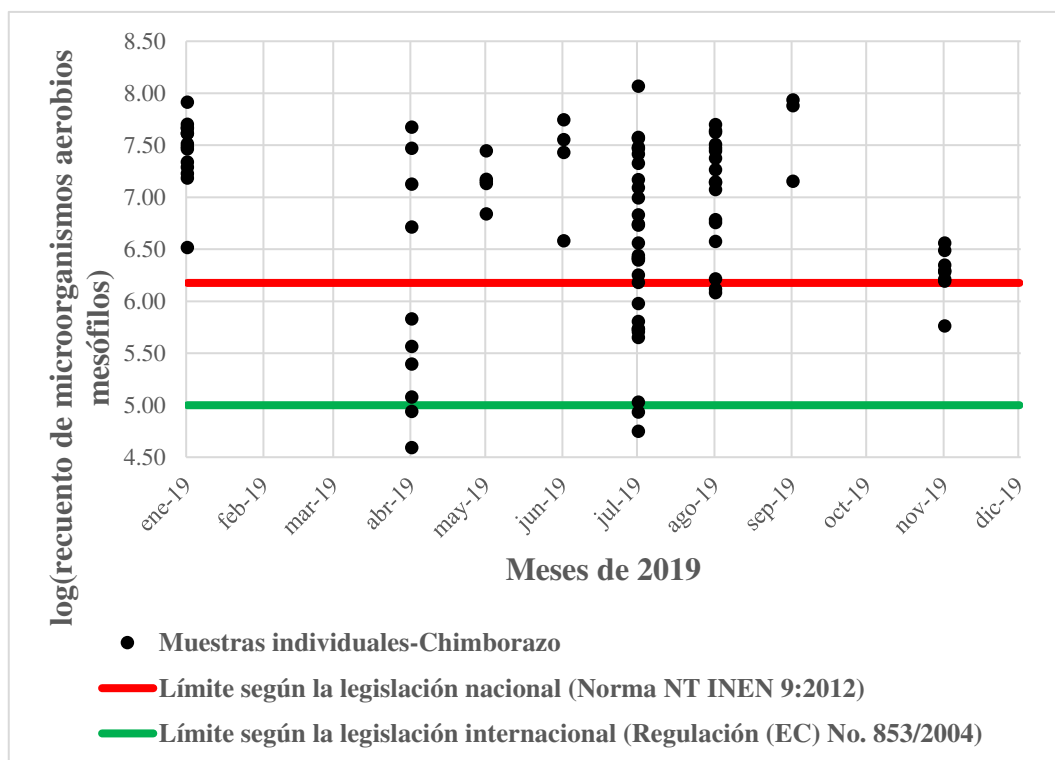


Figura FTII.3 Gráfico de dispersión del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos de la provincia de Chimborazo en 2019

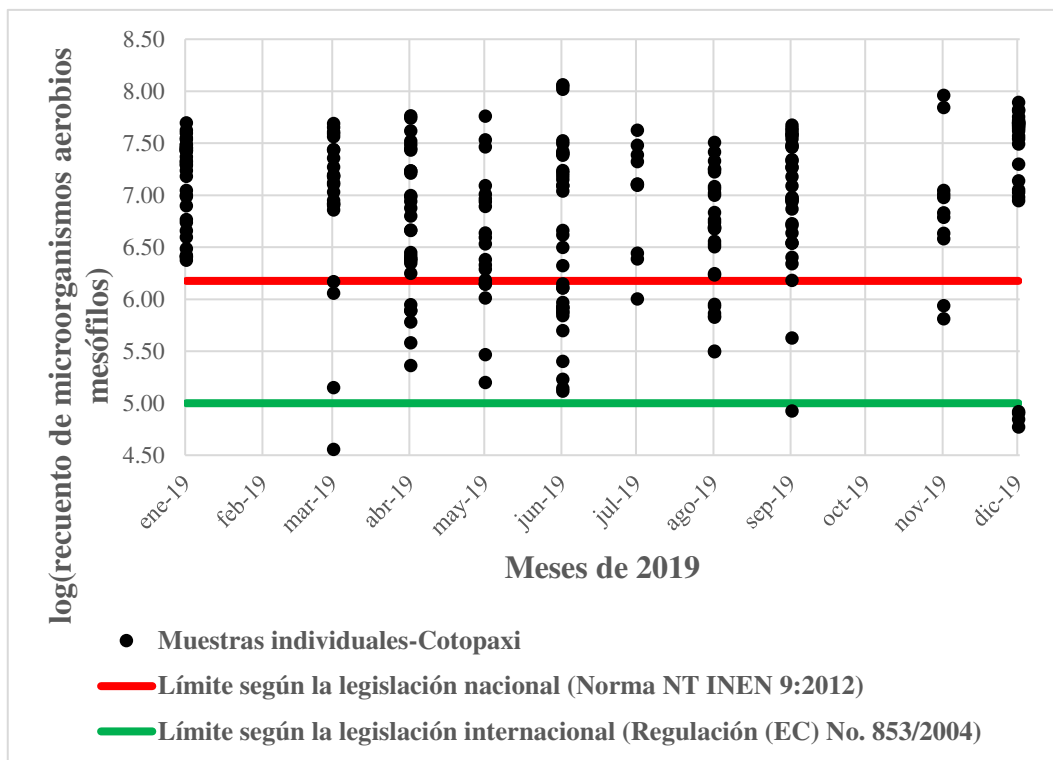


Figura FTIIL.4 Gráfico de dispersión del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos de la provincia de Cotopaxi en 2019

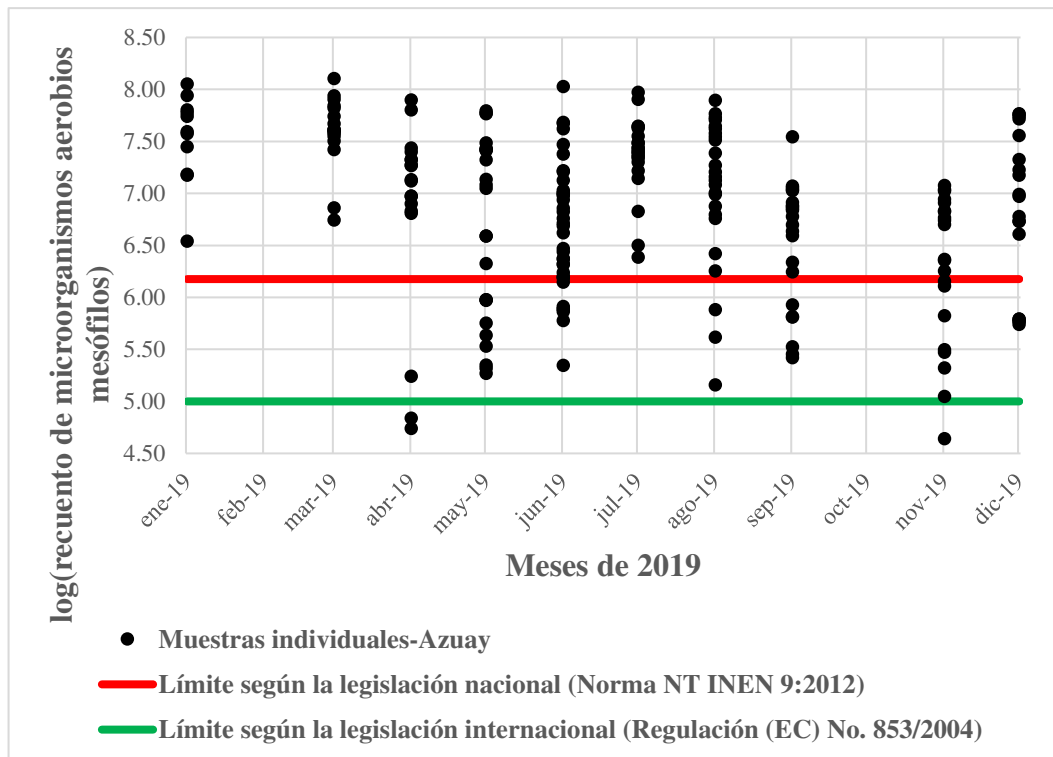


Figura FTIIL.5 Gráfico de dispersión del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos de la provincia de Azuay en 2019

FICHA TÉCNICA III

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS A LO LARGO DEL AÑO 2019

Objetivo: Sistematizar los resultados de manera gráfica a través de gráficos de dispersión en escala logarítmica con base en el recuento de células somáticas de la leche cruda de vaca para el año 2019 de aquellas provincias con mayor producción de leche a lo largo del año 2019.

Desarrollo:

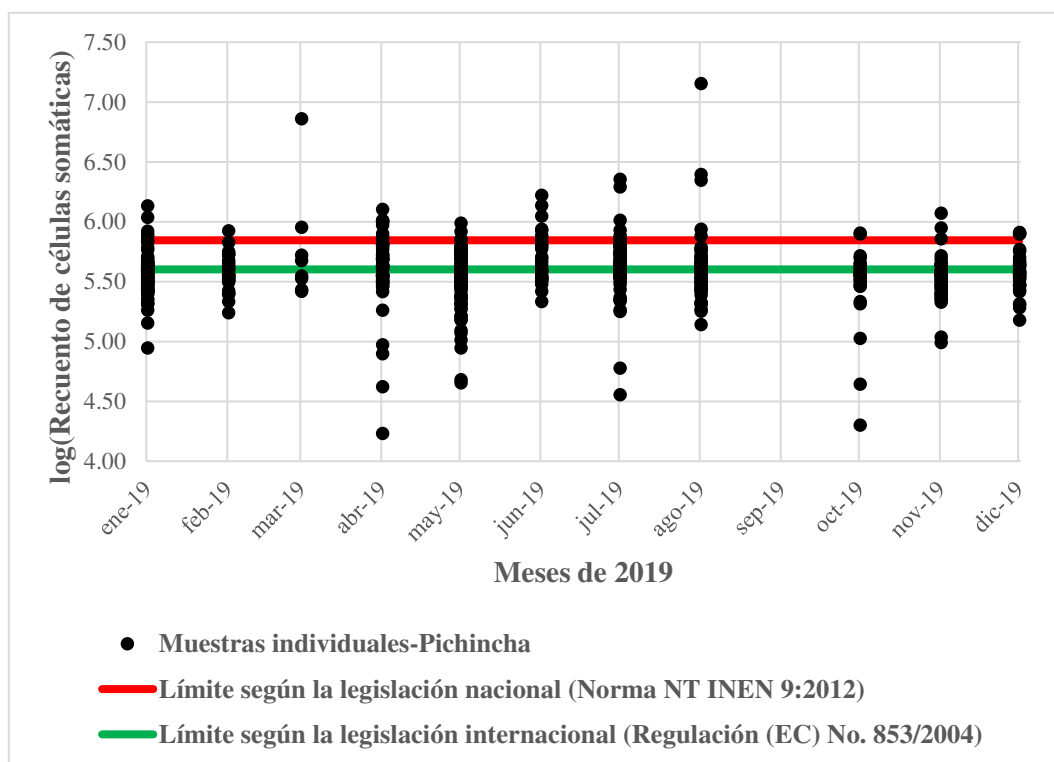


Figura FTIII.1 Gráfico de dispersión del Recuento de Células Somáticas de la provincia de Pichincha en 2019

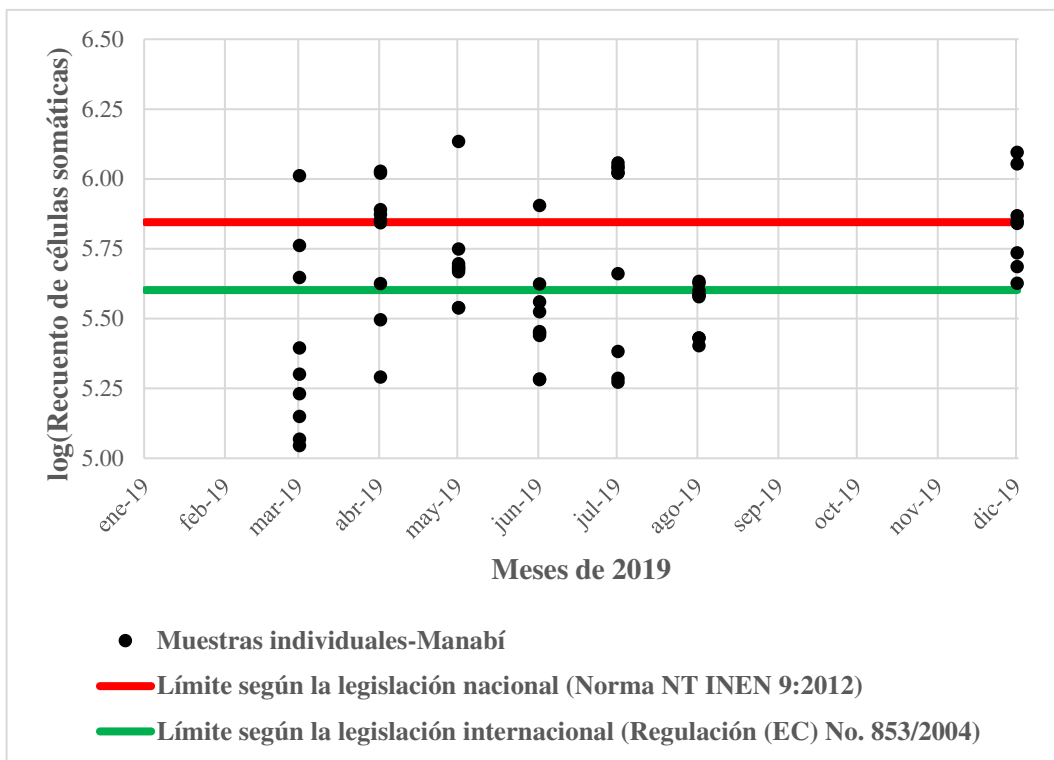


Figura FTIII.2 Gráfico de dispersión del Recuento de Células Somáticas de la provincia de Manabí en 2019

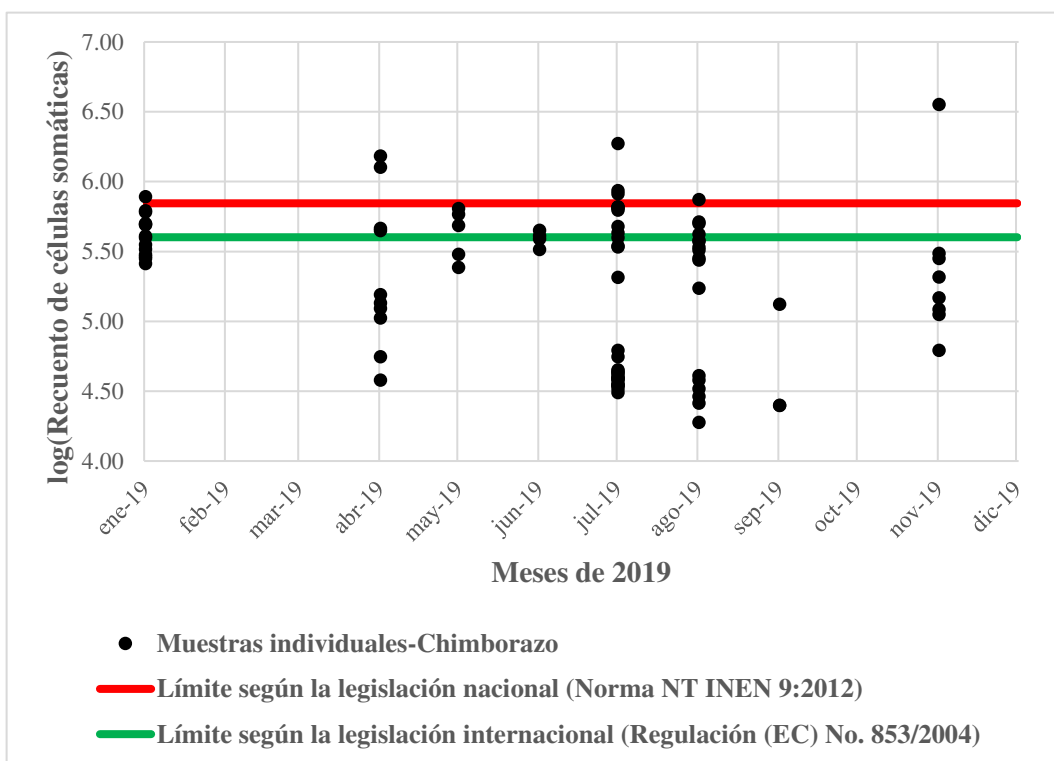


Figura FTIII.3 Gráfico de dispersión del Recuento de Células Somáticas de la provincia de Chimborazo en 2019

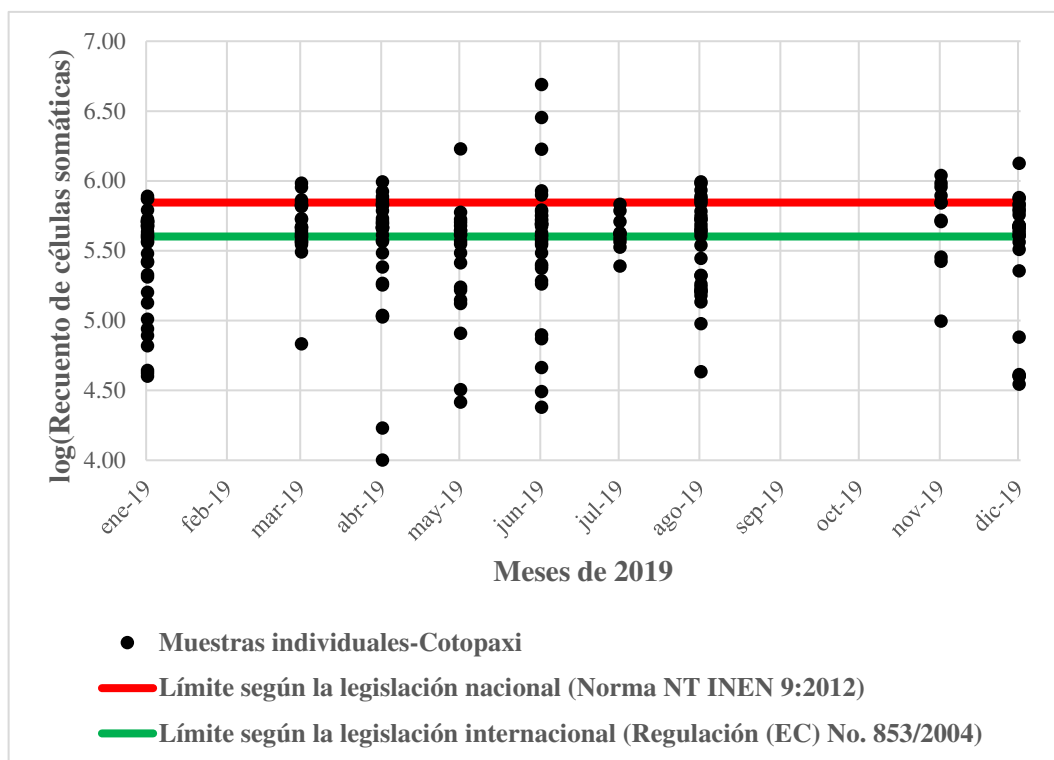


Figura FTIII.4 Gráfico de dispersión del Recuento de Células Somáticas de la provincia de Cotopaxi en 2019

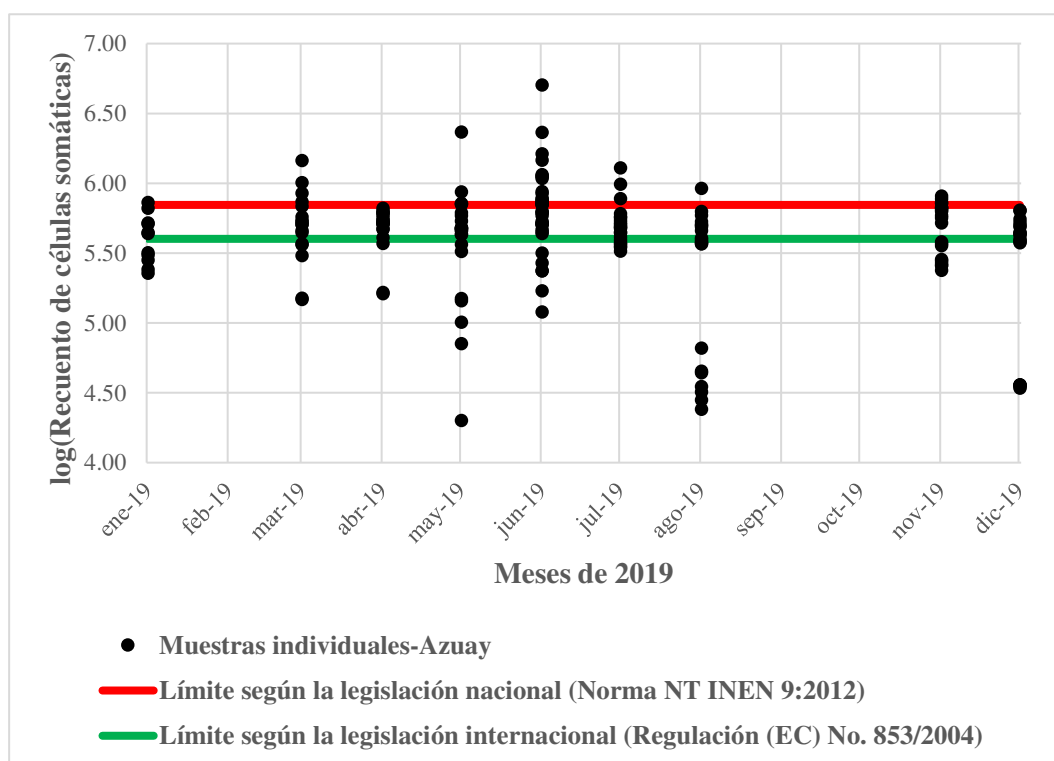


Figura FTIII.5 Gráfico de dispersión del Recuento de Células Somáticas de la provincia de Azuay en 2019

FICHA TÉCNICA IV

MAPEO DEL PORCETNAJE PROMEDIO DE PROTEÍNA DE LA LECHE CRUDA DE VACA EN ECUADOR ENTRE 2017 Y 2019

Objetivo: Sistematizar los resultados de manera gráfica a través de mapas políticos con base en el porcentaje promedio de proteína de la leche cruda de vaca para 2017, 2018 y 2019; categorizándolos según estándares nacionales e internacionales.

Desarrollo:

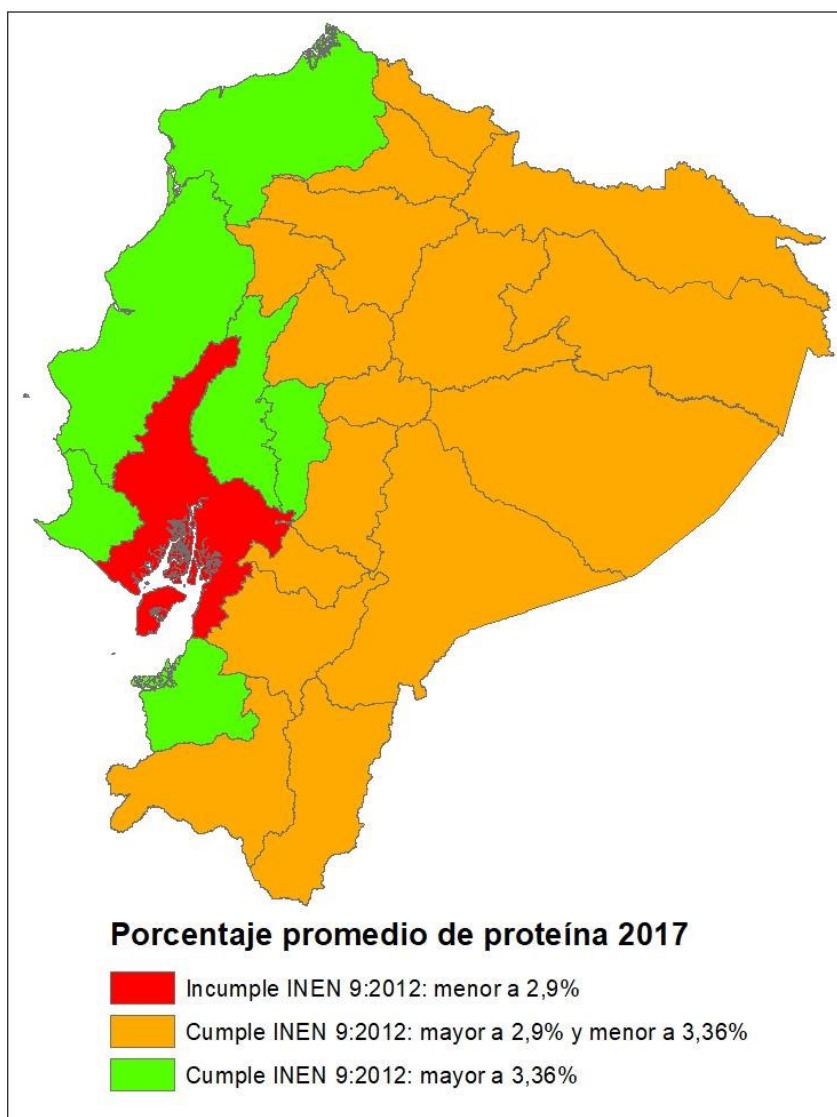


Figura FTIV.1 Mapeo del porcentaje promedio de proteína de la leche cruda en Ecuador para el año 2017

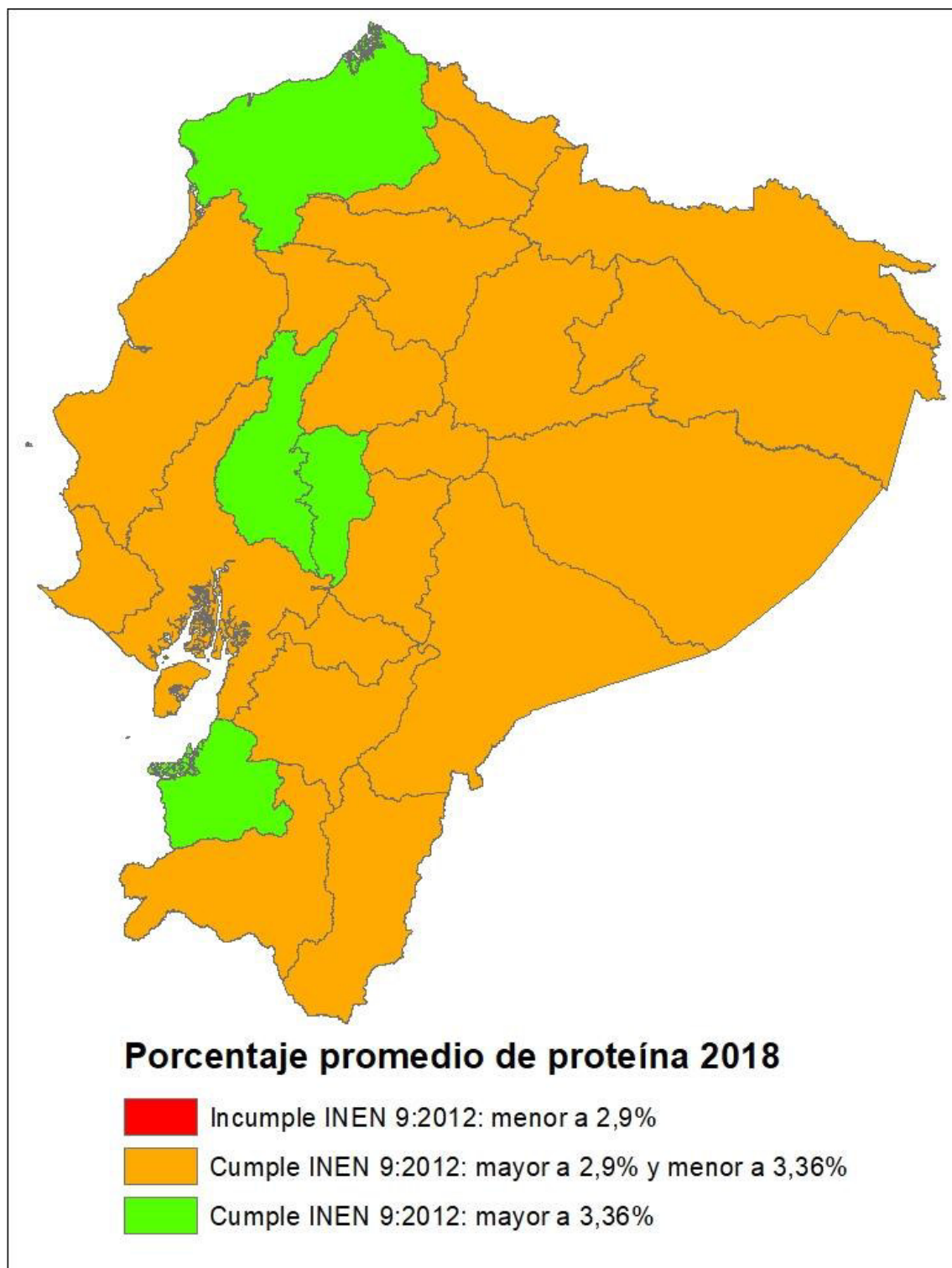


Figura FTIV.2 Mapeo del porcentaje promedio de proteína de la leche cruda en Ecuador para el año 2018

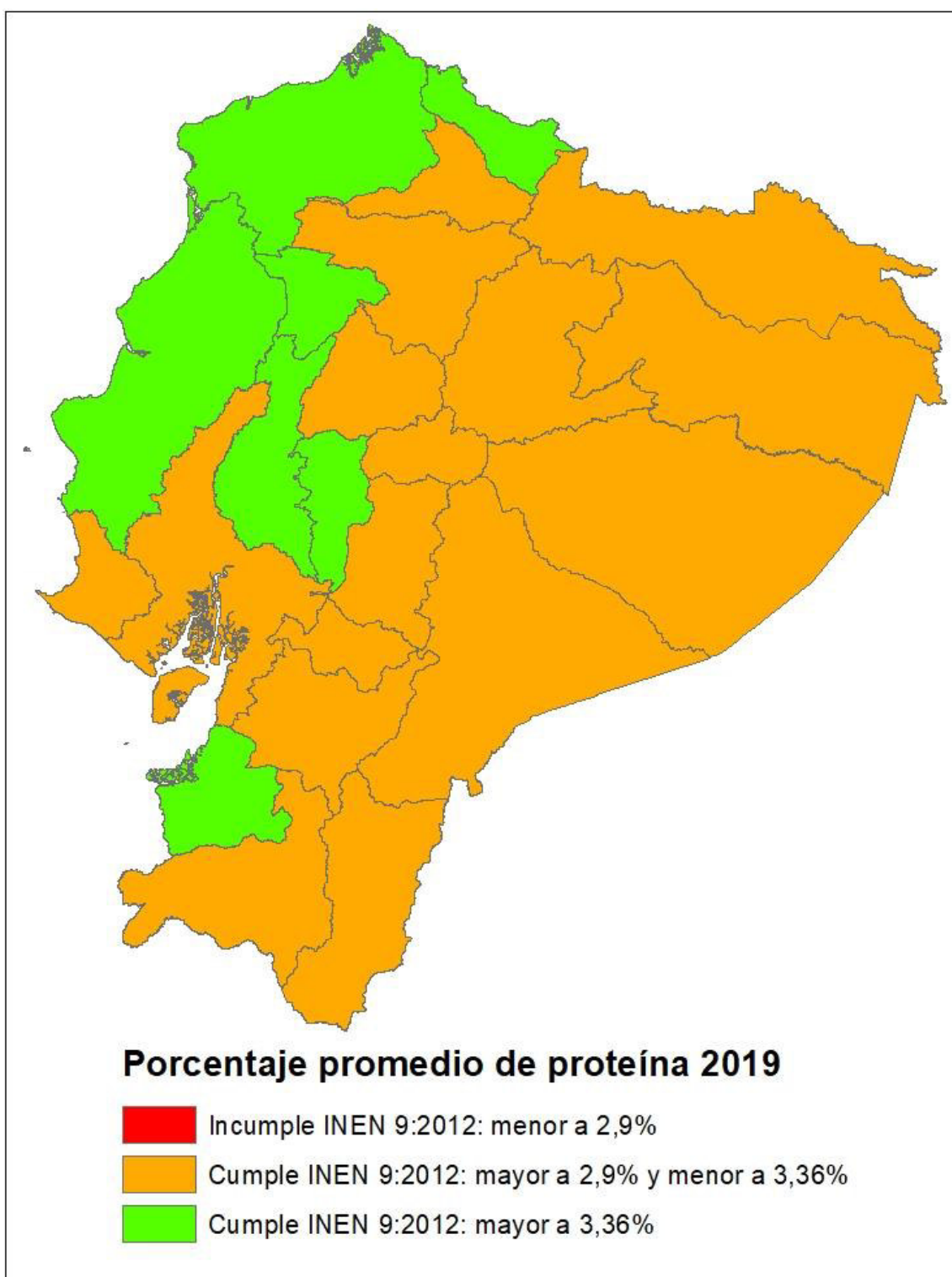


Figura FTIV.3 Mapeo del porcentaje promedio de proteína de la leche cruda en Ecuador para el año 2019

FICHA TÉCNICA V

MAPEO DEL PORCETNAJE PROMEDIO DE GRASA DE LA LECHE CRUDA DE VACA EN ECUADOR ENTRE 2017 Y 2019

Objetivo: Sistematizar los resultados de manera gráfica a través de mapas políticos con base en el porcentaje promedio de grasa de la leche cruda de vaca para 2017, 2018 y 2019; categorizándolos según estándares nacionales e internacionales.

Desarrollo:

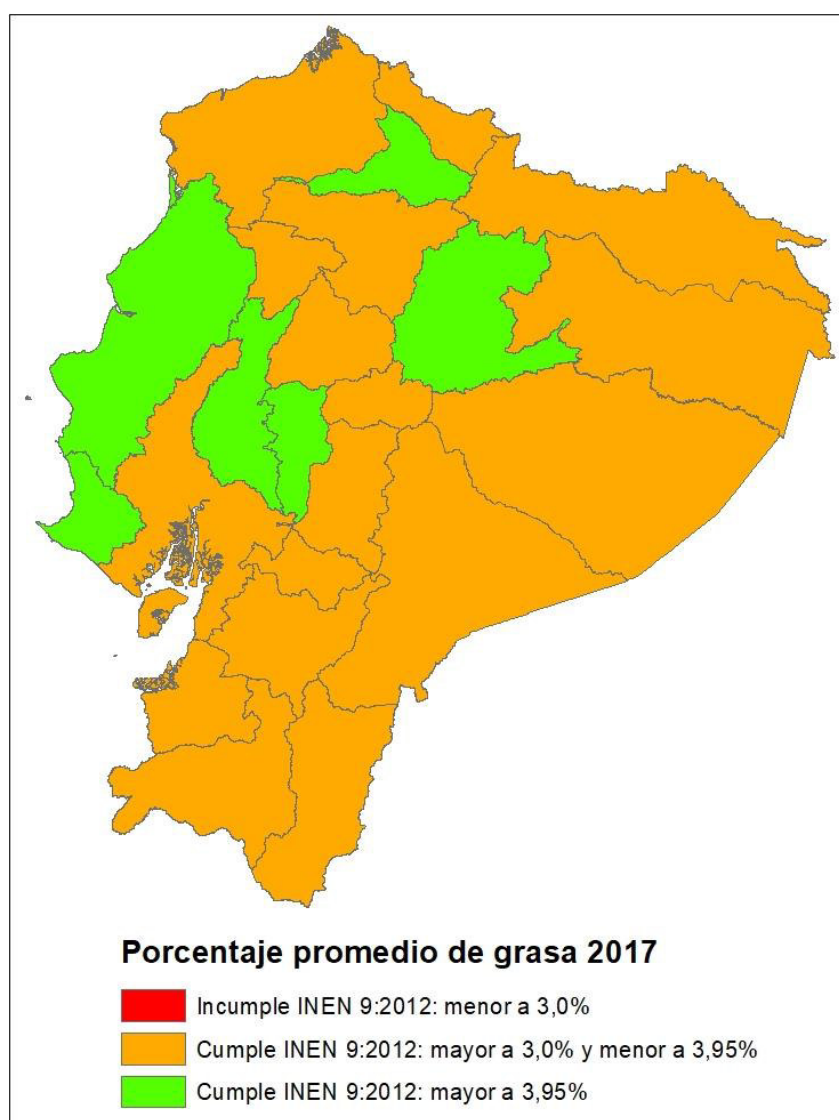


Figura FTV.1 Mapeo del porcentaje promedio de grasa de la leche cruda en Ecuador para el año 2017

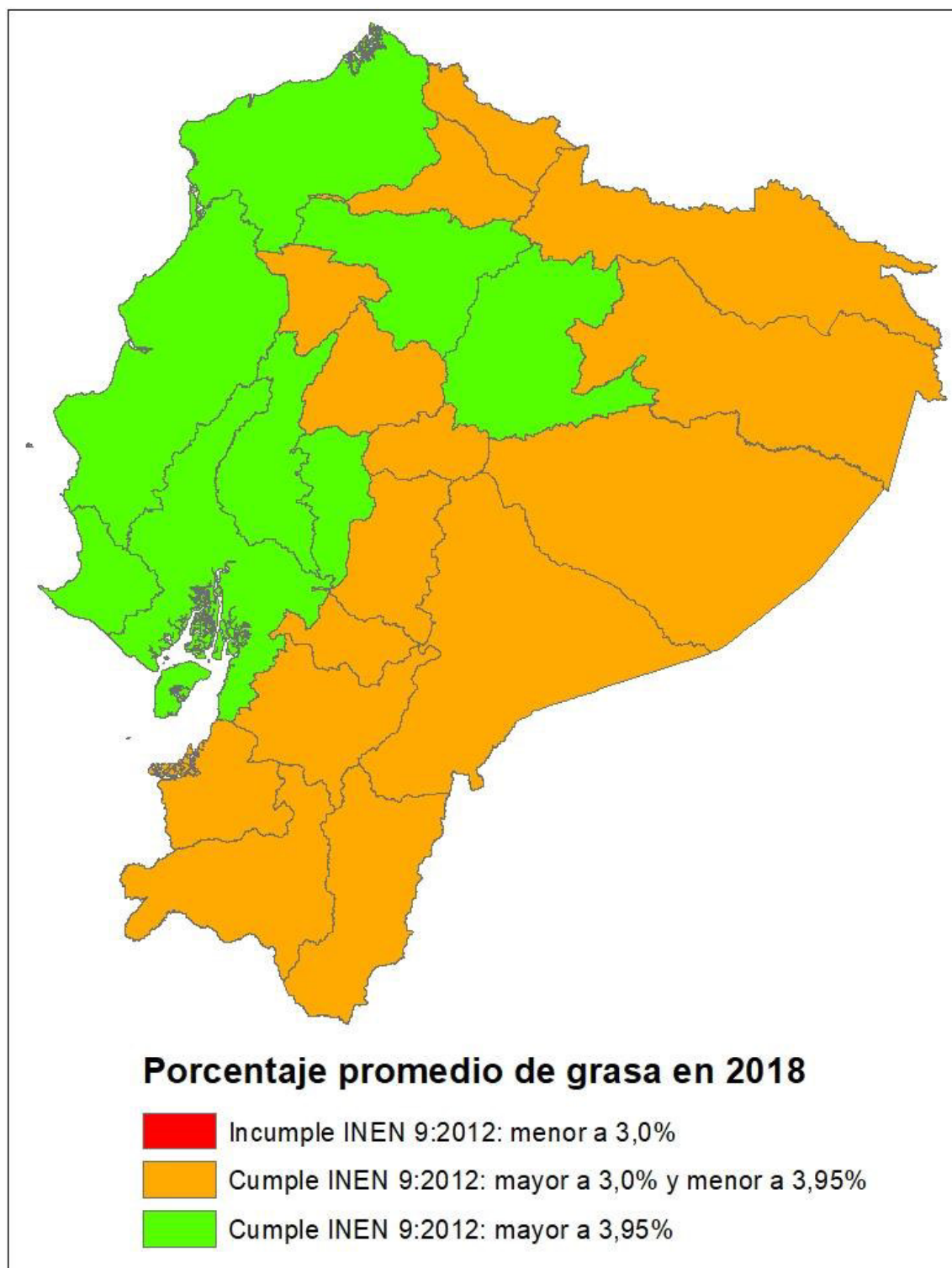


Figura FTV.2 Mapeo del porcentaje promedio de grasa de la leche cruda en Ecuador para el año 2018

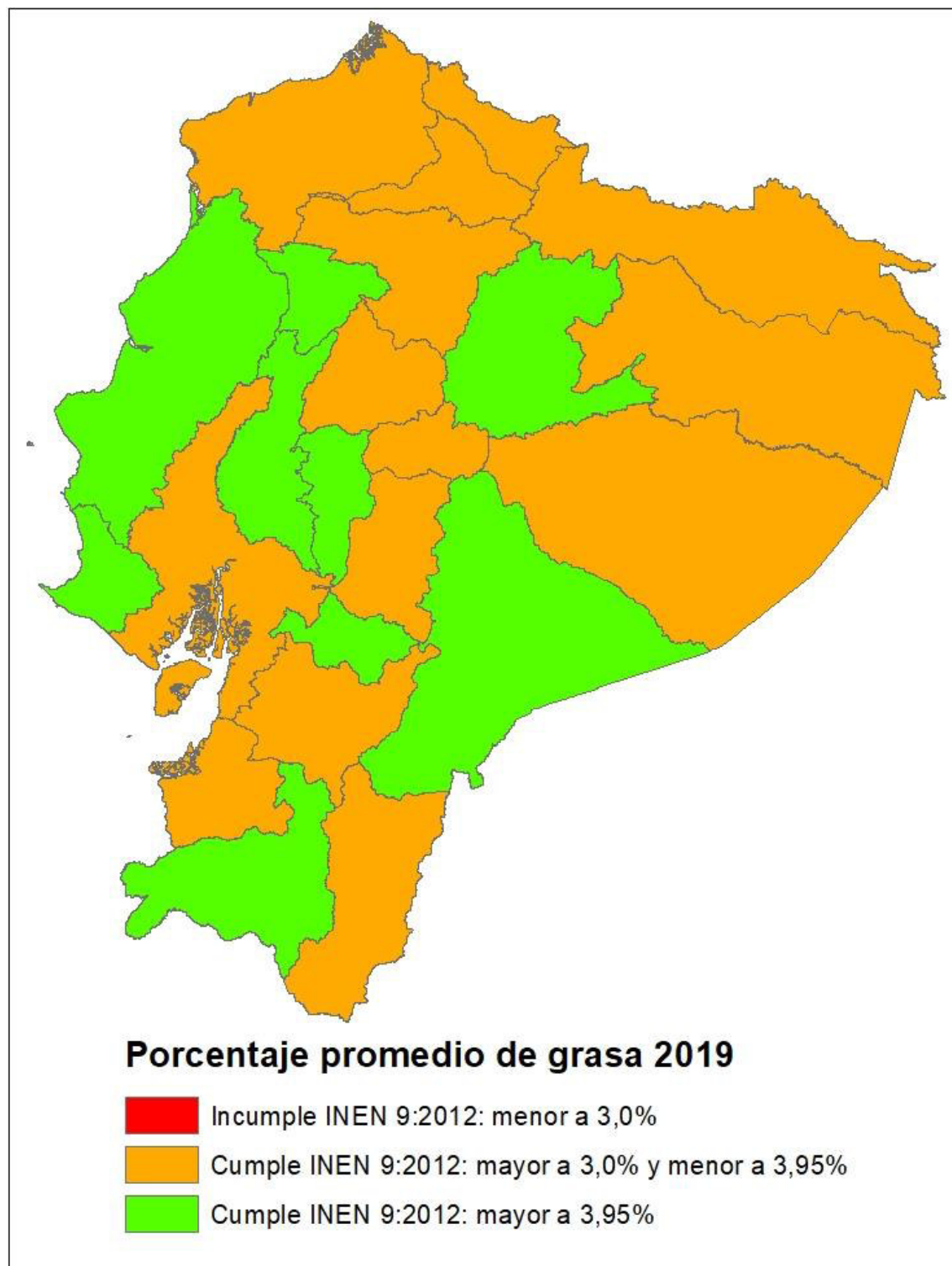


Figura FTV.3 Mapeo del porcentaje promedio de grasa de la leche cruda en Ecuador para el año 2019