

# **Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el laboratorio de calidad de leche de la UPS**

Cayambe – Ecuador, 2011

---

Eloy Guillermo De la Cruz González  
Rocío Contero, M.Sc. (directora de tesis)

## **Resumen**

Actualmente, la mastitis bovina continúa siendo una de las enfermedades más costosas de la ganadería lechera. Nuestro país no está exento de esta grave enfermedad que no solo afecta la calidad de la leche sino que es la causa de pérdidas económicas por disminución de la producción, descarte y el riesgo de antibióticos en la leche, esto último la convierte en un potencial riesgo para el consumidor.

La presente investigación se enfoca en correlacionar los métodos más utilizados (CCS, CMT y CE) en la detección de la mastitis subclínica con el propósito de relacionar linealmente estos métodos y poder predecir el CCS mediante la CMT y la CE; realizar una tabla comparativa con sus respectivos rangos de estos métodos y realizar otras observaciones importantes en relación a los métodos estudiados y posibles factores que pudiesen afectar a los mismos.

**Palabras claves:** mastitis subclínica, conteo de células somáticas, California Mastitis Test, conductividad eléctrica, coeficiente de correlación ( $r$ ).

## 1. Introducción

Los métodos CCS, CMT y CE son herramientas útiles al momento de detectar la mastitis subclínica, especialmente el CCS que es utilizado para monitorear la calidad de la leche y evaluar el estado de la glándula mamaria. Esta prueba generalmente se realiza mediante contadores electrónicos, basados en el principio de citometría de imagen y otros de flujo. La prueba CMT está basada en la ruptura de la membrana y la liberación de las moléculas de ADN de las células por un agente detergente y, como consecuencia, la formación de gel el cual es calificado cualitativamente. La CE, por su parte, tiene relación con el aumento de iones de cloro (Cl) y sodio (Na), los cuales son medidos mediante aparatos manuales y automatizados en los sistemas de ordeño.

Para el Laboratorio de Calidad de Leche (LCL), en virtud de la factibilidad del nexa con los productores, es necesario disponer del CMT y CE, como métodos de campo, para la predicción del contaje de células somáticas.

## 2. Materiales y métodos

### Materiales y equipos

#### a) Fase de campo

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 124 muestras de leche de vacas de sus cuatro pezones</li> <li>- Toma muestras de acero inoxidable</li> <li>- Frascos estériles con bronopol</li> <li>- Frascos estériles sin bronopol</li> <li>- Cooler de plástico con hielos</li> <li>- Alcohol al 70%</li> <li>- Paleta para CMT</li> <li>- Reactivo para CMT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinta adhesiva</li> <li>- Tablero</li> <li>- Hojas de registro.</li> <li>- Mandil</li> <li>- Guantes</li> <li>- Mascarilla</li> <li>- Cofia</li> <li>- Botas de caucho</li> </ul>
--	--

**b) Fase de laboratorio**

- Fossomatic minor	- Jeringas
- Conductímetro de fluidos, ULTRAMETER TM 6P; Serie: 606962.	- Papel
- Paleta para CMT	- Agua destilada
- Reactivo para CMT	- Mandil
- Cronómetro	- Guantes
- Computador portátil	- Mascarilla
- Cámara fotográfica	- Cofia

**3. Métodos****Toma de muestras**

En la toma de muestras, los animales fueron ordeñados por las mismas personas que habitualmente lo hacen para así no estresarlos.

En la Asociación ATAC-QUEPA, al momento de la toma de la muestras se procedió a realizar el CMT enseguida para ayudar a interpretar a los usuarios. En las haciendas la prueba CMT se realizó en el laboratorio, por la rapidez del ordeño no fue posible realizarlos en campo. También se aplicó el test de información básica de los sistemas de producción.

En las muestras tomadas de las haciendas se realizó una prueba adicional en porcentaje de concentración de NaCl en laboratorio.

- a. Procedimiento toma de muestras Asociación “ATAC-QUEPA”:  
Las muestras fueron tomadas en el ordeño de la tarde de la siguiente manera:
  - Limpiada y secada de pezones;
  - Despunte (2 - 3 chorros);
  - Toma de la muestra 1) 40 ml en frasco con bronopol; 2) 40 ml en frasco sin bronopol y 2 ml para la prueba de CMT en campo;

- Transporte al laboratorio en un cooler manteniendo la temperatura a 4°C;
  - Análisis de los parámetros en máximo 48 horas.
- b. Procedimiento toma de muestras en las haciendas: Las muestras fueron tomadas en el ordeño de la tarde, de la siguiente manera:
- Pre-sellado y secado;
  - Despunte (2 – 3 chorros);
  - Toma de muestras, 2 frascos de 40 ml sin conservante;
  - Transporte al laboratorio en un cooler manteniendo la temperatura a 4°C
  - Se realizó el análisis en máximo 48 horas.

## **4. Manejo específico del experimento**

### **4.1 Análisis de las muestras**

#### ***Análisis de CCS***

Se calienta la muestra a 40 - 42°C en baño de María, agita la muestra (15 veces) se coloca la muestra de leche (40ml) en la pipeta, toma la muestras y se espera que termine el proceso, se limpia la pipeta para la siguiente muestra, se analizó por triplicado. Una vez arrojados los resultados se procedió a transcribir en sus respectivos cuadros para el análisis estadístico.

#### ***Análisis del CMT***

a) El CMT se procedió calentando las muestras de 40 – 42°C en baño maría; agitando 15 veces se procedió a la medición; para esto

se utilizó la hoja de información preparada por Mellenberger y Roth (2000):

Paso 1: Se tomó 2 ml de leche de cada muestra. Esto corresponde a la cantidad de leche que quedaría en los compartimientos al colocar la raqueta en posición casi vertical.

Paso 2: Se agregó igual cantidad de solución CMT (2 ml) en el compartimiento.

Paso 3: Se rotó la raqueta con movimientos circulares hasta mezclar totalmente el contenido. No mezclar por más de 10 segundos.

#### b) Lectura del CMT

N = Negativo (No Infectado). No hay gelificación de la mezcla.

T = Trazas (Posible Infección). Ligera gelificación de la mezcla. La reacción “Trazas” se desvanecerse con la rotación continua de la raqueta. Ejemplo: Si en los 4 cuartos se leen “trazas”, no hay infección. Si en uno-dos cuartos se leen “trazas”, hay posible infección.

1 = Positivo - Débil (Infectado). Definida gelificación de la mezcla, pero sin tendencia a formar gel. Si la raqueta se rota por más de 20 segundos, la gelificación puede desaparecer.

2 = Positivo - Evidente (Infectado). Inmediata gelificación de la mezcla con ligera formación de gel. Mientras la mezcla se agita, esta se mueve hacia el centro de la copa, exponiendo el fondo del borde externo. Cuando el movimiento se detiene, la mezcla se nivela y cubre todo el fondo de la copa.

3 = Positivo - Fuerte (Infectado). Hay formación de gel y la superficie de la mezcla se eleva (como un huevo frito). Esta elevación central permanece aún después de detener el movimiento de

rotación de la raqueta del CMT. La raqueta debe lavarse después de cada prueba.

### ***Análisis de Conductividad Eléctrica (CE)***

Se calentó las muestras de 40 - 42°C en baño de María, se bajó la temperatura de 20 – 25 °C levemente para proceder a la lectura de la CE.

Se agitó la muestra (15 agitaciones), se procedió a llenar en el cilindro donde se encuentra el electrodo del conductímetro, se tomó la lectura una vez estabilizada la resolución digital del mismo, se repitió la misma muestra por triplicado. La lectura se obtuvo en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y se transformó a  $\text{mS}/\text{cm}$ , para el respectivo análisis estadístico.

#### **4.2 Análisis estadístico**

Es un análisis estadístico no-paramétrico sin diseño experimental se procedió de la siguiente manera:

a) Se ordenó y procesó los datos en tablas elaboradas en Microsoft Excel. Se utilizó la media geométrica para elaboración del cuadro 15. La media geométrica (MG), de un conjunto de  $n$  números positivos se define como la raíz enésima del producto de  $n$  números. La media geométrica fue usada porque no se ve tan afectada por valores extremos.

b) Para las correlaciones de Pearson se utilizó Microsoft Excel y se comprobó en el paquete estadístico INFOSTAT, la correlación de Spearman se realizó solo en INFOSTAT.

c) Puntuaciones:

- En el caso del CMT para el cálculo estadístico tanto Pearson como Spearman se utilizó la siguiente modificación:  
 0 = (N)  
 1 = (T)  
 2 = (1 o +)  
 3 = (2 o ++)  
 4 = (3 o +++)
- El CCS en la correlación de Spearman se utilizó en LSCS (Linear Somatic Cell Score) Contaje Lineal de Células Somáticas, transformado con la siguiente fórmula:  
 $SCS = \log_2(\text{número de células}/100,000) + 3$  (Wolter et al., s/a)
- Para las comparaciones adicionales se utilizó el método de Pearson ya que este permite realizar el análisis de regresión lineal (ADEVAS).

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Correlación de los métodos en estudio

#### *Correlación simple entre los métodos el CCS y CMT*

Cuadro 1. Correlación simple de Pearson de los métodos CCS, CMT y CE, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

	r	r <sup>2</sup> (%)	r <sup>2</sup> Ajustado	Error típico	Observaciones
CCS – CMT	0,71	0,51 (51%)	0,50	0,95	124
CCS – CE	0,62	0,39 (39%)	0,38	0,53	124
CMT – CE	0,56	0,31 (31%)	0,30	1,12	124

Fuente: La investigación.

Elaborado por el autor.

Se puede observar que el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) para los métodos CCS y CMT es de 0,71 y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,51, obteniendo una asociación del 51% para este ensayo, coincidiendo con Cepero y Salado (s.f.), a medida que aumenta la reacción de manera categórica de la prueba CMT se incrementa los valores del CCS de manera numérica. Estos datos superan a los encontrados en un estudio realizado por Echeverri et al. (2010), que usando la correlación de Spearman obtiene una asociación del ( $\rho^2 = 0,42$ ) 42% entre estos dos métodos.

La correlación moderada (0,71) indica que estas dos variables no están muy asociadas cuantitativamente, la prueba CMT no constituye una buena medida para inferir el CCS. La prueba del CMT, aunque no es un buen indicador del recuento de células somáticas, sí es un buen indicador de la salud de la ubre en campo. Ávila et al. (2005), en su estudio concluye que la confiabilidad del CCS en leche es mayor empleando métodos electrónicos o de microscopía, que utilizando métodos convencionales como CMT y WMT.

### ***Correlación simple entre los métodos CCS y CE***

Entre los métodos CCS y CE se observa que el coeficiente de correlación ( $r$ ) es de 0,62 y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,39, lo que significa que para este caso hay una asociación entre estos dos métodos del 39%, estos resultados discrepan con el estudio realizado por Cepero y Salado (s.f.), quienes destacan la correlación positiva (0,34) del CCS y la CE. La prueba de la CE según este estudio no es suficientemente impactante como para inferir el CCS, sin embargo, la alteración en el contenido electrolítico en leche, es uno de los cambios más tempranos que ocurren en el desarrollo de la mastitis, de ahí la importancia de este método (National Mastitis Council, 1995). Concordando con estudios similares realizado por Rey et al. (2006), donde no hay correlación entre los datos del CCS



y CE, excepto en un establo de este estudio donde obtuvieron una correlación ( $r$ ) de 0,6, similares a esta investigación.

Para Pérez et al. (2006), la CE se ha venido implementando en muchos sistemas de ordeño y promete una lectura de células somáticas online (en línea). Según este autor no hay correlación con el CCS excepto para valores altos donde la presencia de mastitis es evidente.

### ***Correlación simple entre los métodos CE y CMT***

En el cuadro 1, la relación CMT y CE se obtuvo una correlación ( $r$ ) de 0,56 y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,31, obteniendo una asociación del 31% entre estos métodos, coincidiendo con Cepero (2005), a medida que la reacción de la prueba CMT se incrementa de manera categórica, los valores de CE aumentan. Aunque se discrepa con el resultado estadístico de  $r = 0,88$  en ese estudio y  $r = 0,56$  de esta investigación.

Se concuerda con Montilla et al. (2009) afirmando que estos métodos CMT y CE muestran una asociación no impactante, la CE no demostró ser la prueba más conveniente para evaluar la salud total de la glándula mamaria.

Por la correlación débil de estos dos métodos no sería factible inferir la CE mediante la medida del CMT o viceversa de acuerdo con los resultados de este estudio.

### ***Correlación de los métodos en estudio mediante rangos de Spearman***

**Cuadro 2. Correlación mediante rangos de Spearman de los métodos CCS, CMT y CE, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"**

<b>Métodos</b>	<b>rs</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
CCS – CMT	0,90*	0,81
CCS – CE	0,43*	0,18
CMT – CE	0,52*	0,27

Fuente: La investigación.

Elaborado por el autor.

Del cuadro 2, observamos significancias estadística ( $p < 0,05$ ), la mejor correlación se encuentra entre los métodos CCS y CMT (0,90) con una asociación de 81% lo cual indica que el CMT tiene una alta asociación con el CCS, lamentablemente mediante la correlación por rangos no se puede realizar una línea de ajuste (ecuación), como se realiza mediante Pearson, por lo tanto queda simplemente en una observación.

En los métodos CCS y CE, en la correlación por rangos de Spearman se encontró una baja asociación de 18%, por su baja correlación (0,43), lo cual corrobora la correlación encontrada mediante Pearson.

Entre los métodos CMT y CE es similar a la correlación de Pearson de  $r = 0,56$  y  $\rho = 0,52$  de Spearman, corroborando su baja asociación de 31% y 27% respectivamente.

### *Correlación de los métodos en estudio por rangos de CCS*

Cuadro 3. Correlación por rangos de Células Somáticas con respecto al CMT y CE, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

Rangos:	CCS - CMT		CCS - CE		CMT - CE		CCS-CM-CE		No. Muestras
	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	
CCS/1000/ml	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	
0-200	0,69*	48%	0,05 <sup>ns</sup>	0,0%	0,24*	6,0%	0,70*	49%	85
200-500	0,46*	21%	0,01 <sup>ns</sup>	0,0%	0,23*	5,1%	0,47*	22%	16
500-1000	0,16 <sup>ns</sup>	2,4%	0,16 <sup>ns</sup>	2,7%	0,42*	17%	0,02 <sup>ns</sup>	3,60%	11
>1000	0,64*	41%	0,33*	11%	0,33*	11%	0,65*	43%	12
*significativo (p<0,05)								Total:	124

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: el autor.

En el cuadro 3 se observa la mayor correlación simple entre CCS y CMT se encuentra en los rangos de 0 a 200.000 células/ml siendo esta de 0,69 con una asociación del 48%; quedando en segundo lugar el rango > de 1000.000 células/ml con (r) 0,64 y una asociación de 41%, seguida por el rango 200.000 a 500.000 células/ml con una correlación (r) de 0,46 con una asociación del 21%; en los rangos de 500.000 a 1000.000 células/ml no hay correlación.

Entre los método CCS y CE en los rangos de 0 a 200.000 células/ml; de 200.000 a 500.000 células/ml y de 500.000 a 1000.000 células/ml, prácticamente no hay correlación, solo en el rango > 1000.000 células/ml hay una correlación (r) de 0,33 con una asociación del 11%.

Los métodos CMT y CE registra la mayor correlación en el rango de 500.000 a 1000.000 células/ml siendo esta (r) de 0,42 con una asociación de 17%; seguido por el rango > 1000.000 células/ml con una asociación del 11%; en tanto que en los rangos de 0 a 200.000 células/ml y 200.000 a 500.000 células/ml hay una correlación (r) de 0,24 y 0,23 respectivamente.

En el cuadro 3, se observa que en todos los rangos a excepción de los rangos 500.000 a 1000.000 células/ml hay significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Se puede observar que la mayor correlación múltiple entre los tres métodos en estudio, en el rango de 0 a 200.000 células/ml es de (r) 0,70, con asociación del 49%; seguido por el rango > a 1000.000 células/ml siendo esta de (r) 0,65 con una asociación de 43%; le sigue el rango de 200.000 células/ml a 500.000 células/ml (r) 0,47 con una asociación de 22%; y en el rango de 500.000 a 1000.000 células/ml no hay correlación.

Del cuadro 3, según este ensayo se puede decir que en todos los rangos a excepción del rango > 1000.000 células/ml (donde la mastitis subclínica ya es evidente según el CCS y CMT) el método de CE, no serviría por su baja correlación y asociatividad. De lo anterior se podría asegurar que en los inicios de una infección intramamaria la CE como método para detectar mastitis subclínica no es eficiente. Factores como la alimentación o el propio animal pueden introducir perturbaciones similares, por lo que su fiabilidad puede considerarse escasa (Pérez, et al. 2006).

El CMT es un método subjetivo, y tiene una buena asociación con respecto al CCS en los primeros rangos (0 hasta 500.000 células/ml) no así la CE. El CMT al tener una buena asociación en el rango de 0 a 200.000 células/ml da a entender que el método es bueno para detectar mastitis subclínica.

Según estos resultados tampoco se pueden predecir el CCS mediante CMT y CE por rangos, los coeficientes de determinación son muy bajos, es decir se acercan a cero.

En la correlación múltiple el coeficiente de determinación de 0,49, en el rango de 0 a 200.000 células/ml es moderado, por lo tanto es difícil inferir mediante el CMT y CE el CCS y peor aun en los rangos de 200.000 a 500.000 células/ml, 500.000 a 1000.000 células/ml y > a 1000.000 células/ml, sus coeficientes de determinación son muy bajos cercanos a 0.

### ***Correlación múltiple de los métodos CCS, CMT y CE***

La estadística de correlación múltiple de los métodos en estudio se realizó, tomando en cuenta el CCS como variable dependiente (Y) y CMT ( $X_1$ ) y CE ( $X_2$ ) como variables independientes.

**Cuadro 4. Regresión múltiple de los métodos CCS, CMT y CE, en la investigación Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Contaje de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"**

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,75*
Coefficiente de determinación $r^2$	0,57
$r^2$ Ajustado	0,56
Observaciones	124

Fuente: La investigación.

Elaborado por el autor.

Del cuadro 4, se observa significancia estadística ( $p < 0,05$ ) para la regresión múltiple, el coeficiente de correlación ( $r_m$ ) es de

0,75 siendo esta moderada, y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es de 57%, obteniendo una asociación moderada entre los tres métodos en estudio, lo cual significa que las variables  $X_1$  (CMT) y  $X_2$  (CE) aun unidas son débiles para inferir Y (CCS).

## 6. Sensibilidad de los métodos CCS, CMT y CE

Para la interpretación de los resultados de la prueba CE se realizó la siguiente clasificación utilizada por otros estudios similares como Cepero et al. (2005):

- Cuartos sanos: Valores inferiores a 5.6 mS/cm
- Mastitis subclínica: Valores entre 5.6 y 7.9 mS/cm
- Mastitis clínica: Valores superiores a 8.0 mS/cm

Cuadro 5. Porcentaje de discriminación de acuerdo a la sensibilidad de los métodos, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

PRUEBAS DIAGNÓSTICAS APLICADAS	ASPECTOS	NEGATIVOS:	POSITIVOS:	TOTAL
<b>CCS</b>	No. Muestras	85	39	124
	%	68,55	31,45	100,0
<b>CMT</b>	No. Muestras	76	48	124
	%	61,29	38,71	100,0
<b>CE</b>	No. Muestras	60	64	124
	%	48,39	51,61	100,0

Fuente: La investigación.  
Elaborado por el autor

En el cuadro 5, podemos observar que el 68,55% (85 vacas) se discrimina como posibles negativos y el 35,45% (39 vacas) como posibles casos positivos, mediante el CMT como posibles negativos 61,29% (76 vacas) y el 38% (48 vacas) posibles casos positivos y CE discrimina como posibles casos negativos un 48,39% (60 vacas) y el 51,61% (64 vacas) posibles casos positivos.

Estos resultados indican que el CMT provee una predicción confiable a groso modo del CCS como advertencia en sistemas de detección temprana de nuevos casos de mastitis subclínica y poder tomar medidas correctivas antes de que la enfermedad llegue a ser clínica.

Mediante CE se discriminó el 48,39% (60 vacas) esto concuerda con la teoría consultada, la prueba de CE permite la identificación de la mastitis clínica con precisión, pero en el caso de las mastitis subclínica la precisión es solo del 50% en comparación con los métodos estándar (CCS y cultivos), con estos resultados no podría ser una alternativa al CMT como prueba de monitoreo de la mastitis subclínica al lado de la vaca y porque a veces puede dar como resultado un gran número de falsos positivos o de falsos negativos, por lo que no es muy confiable (Bedolla et al., 2007)

Un estudio realizado por Elizalde et al. (2009), comparan CE absoluta y de cada cuarto concluyendo que CE absoluta mostró ser ineficiente para discriminar los casos de infección intramamaria, la CE como técnica de diagnóstico tuvo mejor desempeño realizando mediciones de leche proveniente de cada cuarto mamario, aunque la tasa de falsos positivos es de aproximadamente el 50%.

## 6.1 Relación numérica de los métodos CCS, CMT y CE

Cuadro 6. Relación numérica de los métodos CCS, CMT y CE, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Contaje de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

LSCS*	CMT	CCS/ml	CE Sm/cm
0 - 1	0	20.000 ± 10.000	5,4 ± 0,11
2 - 3	T	91.000 ± 22.000	5,6 ± 0,22
3 - 4	1 (+)	198.000 ± 73.000	5,7 ± 0,20
5 - 6	2 (++)	497.000 ± 147.000	6,0 ± 0,16
7 - 8	3 (+++)	2'258.000 ± 678.000	7,0 ± 0,47

\* LSCS (Linear Somatic Cell Score) Puntaje Lineal de Células Somáticas

Fuente: La investigación.

Elaborado por el autor.

Del cuadro 6, se observa los rangos con variabilidad del 95% de seguridad con los métodos en estudio. Esto significa la lectura del CMT es 1(+), el CCS será de 198. 000 con variabilidad de  $\pm 73.000$ , la CE será de 5,7 con una variabilidad de  $\pm 0,20$  y la LSCS estará en rango de 3 – 4.

Este cuadro tiene similitud al reportado por Pérez et al., (2006), afirmando que los datos como en el cuadro 6, deben ser tomados como indicación o una orientación para el ganadero y no como algo categórico, puesto que el número de circunstancias que afecta a la producción es mayor y en cualquier sistema complejo es imposible encontrar la explicación de un factor en una sola causa.



## 6.2 Correlación de los métodos en estudio con otros factores

### *Relación de la prueba CE y el Análisis de Cloruro de Sodio (NaCl) en leche cruda*

Cuadro 7. Análisis de la regresión entre la medición de CE y la concentración de NaCl en porcentaje, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

Estadística de la regresión	
Coefficiente de correlación	0,915*
Coefficiente de determinación $r^2$	0,836
$r^2$ ajustado	0,834
Error típico	0,302
Observaciones	83

Fuente: La investigación.

Elaborado por el autor.

En el cuadro 7, se puede observar que la regresión es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), con una correlación ( $r$ ) de 0,92 y un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,84, esto indica una asociación del 84% entre ambas pruebas y que la concentración de NaCl es altamente impactante en la medición de la CE, se puede predecir la concentración de NaCl midiendo la CE.

### ***Correlación de los métodos con respecto a la procedencia de las muestras***

Cuadro 8. Correlación (r) de los métodos utilizados, en los diferentes ambientes de producción, en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

Correlación	ATAC-QUEPA		Hacienda La Alegría		Hacienda San Carlos	
	r	%	r	%	r	%
CCS VS CMT	0,82*	66%	0,77*	59%	0,71*	50%
CCS VS CE	0,47*	22%	0,77*	59%	0,70*	49%
CMT VS CE	0,28*	8%	0,66*	44%	0,60*	36%

Fuente: La investigación.  
Elaborado por el autor.

Del cuadro 8, antes de proceder a realizar la respectiva observación es necesario recalcar que las correlaciones (r) son significativas ( $p < 0,05$ ). Observando las correlaciones (r) de los métodos CCS; CMT y CE de acuerdo al medio donde se produce la leche, se ve que no hay diferencias marcadas entre las haciendas (con ordeño mecánico) y los métodos utilizados en este estudio, en la asociación ATAC-QUEPA (ordeño manual) los métodos correlacionados CCS y CMT tiene mayor correlación ( $r = 0,82$ ), no así, con los métodos CCS con respecto a CE ( $r = 0,47$ ) y CMT con respecto a CE ( $r = 0,28$ ), esto puede deberse a múltiples factores que no fueron objeto de estudio.

Faría et al. (2005), en un estudio similar donde evalúan la sensibilidad del método CMT en cuartos mamarios en ordeño manual y mecánico, encontraron una correlación de Spearman de 0,42 ( $p < 0,001$ ) entre CCS y CMT en el ordeño manual y de 0,55 ( $p < 0,001$ ) en el ordeño mecánico, estos discrepan con los resultados de este estudio, donde mediante correlación de Pearson para el or-

deño manual (ATAC-QUEPA) se obtuvo una correlación de  $r = 0,82$  y en el mecánico (Haciendas) se encontró una correlación de  $r = 0,77$  y  $0,71$  respectivamente.

Curiosamente los tres métodos en estudio se comportan de manera similar en las haciendas, la CE y el CMT obtuvieron una baja asociación (44% y 36%), pero conservan la similaridad de la reacción de estos métodos en las haciendas.

Según este estudio el CMT (en cuatro cuartos) en campo con ordeño manual predice mejor el CCS de manera categórica.

### ***Correlación de los métodos en estudio con respecto al número de lactancia y las etapas de lactancia***

Cuadro 9. Respuesta de los métodos de acuerdo al número de lactancias (No. Partos) y la etapa de lactancia (meses de lactancia), en la investigación "Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011"

<b>métodos</b>	<b>No./Partos</b>	<b>Meses/lactancia</b>
CCS	$r = 0,12^*$	$r = 0,13^*$
CMT	$r = 0,34^*$	$r = 0,06^*$
CE	$r = 0,18^*$	$r = 0,21^*$

Fuente: La investigación.

Elaborado por el autor.

Del cuadro 9, se observa que a pesar de obtener significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en la regresión, el coeficiente de correlación es nula en todos los caso observados, solo el CMT y número de partos sobresale con poca asociación ( $0,34$ ) y la CE con meses de lactancia ( $0,21$ ),

confirmando la no existencia de relación o al menos es muy baja entre los métodos en estudio y los estados fisiológicos observados.

El CCS, el CMT y CE aplicados como herramienta de diagnóstico de la mastitis subclínica en animales con uno o más partos, no influye de manera impactante en la reacción de los métodos utilizados en este estudio.

Las vaconas normalmente tienen un recuento de células somáticas de 100.000 y 150.000 células/ml, un conteo más alto indicaría alguna anomalía, esto indicaría la no correlación en este estudio.

Teóricamente con el correr de las lactancias las vacas presentan un mayor recuento de células somáticas, pero esto no se explica precisamente en este estudio, al no existir correlación, otros estudios afirman que cualquiera que sea la lactancia el conteo de células somáticas de una vaca sana no debería superar las 200.000 células/ml., lo que explicaría el resultado de esta correlación.

En los meses de lactancia y los métodos no hay correlación ( $r$ ) evidente o es débil, esto corrobora que los métodos en estudio depende del estado de salud de la glándula mamaria y no precisamente afecta de manera impactante los meses de lactancia.

Se sabe por estudios que las glándulas mamarias que nunca se han infectado normalmente tienen CCS de 20.000 a 50.000 células/ml, y un cuarto de la glándula mamaria sana no muestra ninguna alteración patológica externa, su leche no contiene microorganismos patógenos, mantienen un nivel de células somáticas menor de 100.000 células/ml, según estos datos este estudio tiene similitud.

Se discrepa con algunos autores que afirman que la probabilidad de infección aumenta a medida que avanza la lactancia, especialmente después de los 200 (7 meses) a 250 (8 meses) días

por la baja correlación. Más bien la probabilidad de infección será mayor en cualquier momento si no se ordeña de manera correcta (asépticamente).

Se concuerda con Zambrano y Pinho (2008), en un estudio realizado en vacas primerizas de parto hasta los 150 días, que no existe correlación entre el CCS y la etapa de lactancia (meses), confirmando que es característico conteos celulares  $< 100.000$  células/ml.

Sotomayor (2011), afirma que el CCS no debe variar significativamente al inicio y al final de una lactancia, esto corrobora al no existir correlación entre los meses de lactancia y los métodos en estudio.

## **7. Conclusiones**

De acuerdo a los datos obtenidos se plantea las siguientes conclusiones:

- Estadísticamente existe correlación entre los métodos CCS con el CMT, CCS con CE, y el CMT con CE, no suficientemente para predecir el CCS mediante una regresión lineal, el CMT al tener mayor asociación con el CCS sigue siendo un método subjetivo muy útil como herramienta en el diagnóstico de animales con mastitis subclínica, la CE por baja correlación con el CCS y el CMT, no es factible valorar el CCS mediante una regresión lineal. Estadísticamente existe correlación múltiple entre los tres métodos, pero no es factible inferir el CCS mediante regresión lineal por la asociación moderada que presentan. Estableciendo rangos bajos, medios y altos de células somáticas no hay correlación suficiente para determinar una regresión lineal. Mediante rangos de Spearman los métodos

correlacionados resultaron similares con Pearson, afirmando una buena asociación del método CCS con el CMT.

- La sensibilidad de los métodos CMT y CE con respecto al CCS, el CMT tuvo mejores resultados, la CE tiene dificultad para discriminar los animales con problemas de mastitis subclínica, especialmente en los estados primarios de la infección.
- El cuadro de la relación numérica de los métodos CCS, CMT y CE puede ser utilizado como referencia aproximada al momento de utilizar los métodos en estudio, como herramienta de apoyo en el diagnóstico de mastitis subclínica.
- La CE tiene una fuerte correlación con el NaCl, por lo que es posible su predicción mediante regresión lineal, por fuerte asociación, que presentan estos métodos. esto explicaría la poca asociación con los métodos CCS y CMT ya que las lecturas de estos métodos están ligados fuertemente con las células somáticas, se podría sospechar que otras causas incrementan los iones de Cl y Na en la leche y no exclusivamente las células somáticas. En los diferentes ambientes de producción los métodos curiosamente se comportan de forma similar en las haciendas, en Atac-quepa el CCS y CE; el CMT y CE, tienen baja correlación, esto podría explicar que el CE no aumenta como consecuencia de la mastitis subclínica, sino por otras causas o que los métodos responden de acuerdo al medio donde se desarrolla la producción lechera. La correlación nula de los métodos en estudio con los meses de lactancia y el número de partos, explica que los métodos dependen de una inflamación subclínica y no exclusivamente por la incidencia de estos.

## **Bibliografía**

ÁVILA T.S. y otros

- 2005 Confianza en la determinación de células somáticas en leche de vaca mediante la aplicación de las pruebas para mastitis: CMT, WMT, CMCS, FOSSOMATIC y DCC. México: Departamento de Pro-

- ducción Animal: Rumiantes y Departamento de Fisiología y Farmacología Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. Recuperado: 17/10/2011, disponible en: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2002/912/pdf/p020003.pdf>.
- BEDOLLA, C. y otros  
2007 “Métodos de detección de la mastitis bovina” (Methods of detection of the bovine mastitis), en: REDVET, Vol. VIII Núm. 9. Consultado: 01/09/2010, disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>.
- CEPERO, Omelio y otros  
2005 Conductividad Eléctrica y California Mastitis Test en la detección de la mastitis subclínicas (Electric conductivity and California Mastitis Test in the detection of the Subclinical mastitis), Vol. VI, No.3. Santa Clara, Cuba.: Universidad Central, “Marta Abreu” de las Villas, Departamento de Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias. Consultado: 07-06-2011, disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305/030516.pdf>.
- CEPERO, Omelio y José Salado  
s/a Conductividad eléctrica, california mastitis test (CMT) y conteo celular en la determinación de la mastitis subclínica. Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Departamento de Medicina Veterinaria. Consultado: 16/06/2011, disponible en: [http://infoservet.isch.edu.cu/Soporte/@up/Materiales%20de%20Higiene%20de%20los%20alimentos/La\\_determinacion\\_de\\_la\\_mastitis\\_subclinica.pdf](http://infoservet.isch.edu.cu/Soporte/@up/Materiales%20de%20Higiene%20de%20los%20alimentos/La_determinacion_de_la_mastitis_subclinica.pdf).
- ECHEVERRI, José, y otros  
2010 “Diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia”, en: Revista Lasallista de Investigación, vol. 7, núm. 1, pp. 49-57. Caldas, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista. Consultado: 01/12/2011, disponible en: [redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/695/69514965007.pdf](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/695/69514965007.pdf).
- FARÍA, José y otros  
2005 “Detección de mastitis subclínica en bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica. Comparación de tres pruebas diagnósticas”, en: Revista científica, vol. XV, núm. 2, abril, pp. 109-118. Maracaibo, Venezuela: Universidad de Zulia. Consultado: 09/02/2011, disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95915203.pdf>.

MELLENBERGER Roger

- 2000 Hoja de Información de la Prueba de Mastitis California (CMT). Depto. de Ciencia Animal, Universidad del Estado de Michigan y ROTH, Carol, Depto. de Ciencia Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison. Traducido por RIVERA, Humberto, Depto. de Ciencia Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison. Consultado: 17/07/2011, disponible en: <http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/CMT%20spanish.pdf>.

MONTILLA, Lina

- 2009 Evaluación de tres métodos de detección de mastitis y determinación de los agentes patógenos asociados en ganado. Hartón del Valle y Lucerna. Consultado: 14/09/10, disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5095/>.

PÉREZ, Miguel y otros

- 2006 Luces y sombras del RCS en el diagnóstico de mastitis. Este novedoso artículo presenta, apoyado en un gran número de datos, la incertidumbre instrumental del valor del recuento de células somáticas (RCS) en el diagnóstico de la mastitis, en: Revista electrónica Albeitar. Una leche de calidad. Consultado: 11/03/2011, disponible en: [albeitar.grupoasis.com/bibliografias/101.pdf](http://albeitar.grupoasis.com/bibliografias/101.pdf).

REY, José y otros

- 2006 “Conductividad de la leche en robots de ordeño. En este estudio se buscó la correlación entre los recuentos de células somáticas y los datos de conductividad eléctrica medidos con conductímetros manuales o automáticos”, en: Revista electrónica Albeitar, Una leche de calidad. Consultado: 11/03/2011, disponible en: [albeitar.grupoasis.com/bibliografias/101.pdf](http://albeitar.grupoasis.com/bibliografias/101.pdf).

SOTOMAYOR, Liliana

- 2011 Conteo Regresivo Hacia Mayor Calidad de Leche, DPA. Servicio al productor de leche (Taller).

WOLTER, W, y otros

- s/a La mastitis. Guadalajara: Instituto Estatal de Investigaciones de Hesse, Universidad de Guadalajara. Consultado: 17/10/2011, disponible en: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2002/912/pdf/p020003.pdf>.

ZAMBNRANO, William, y Antonio Pinho

- 2008 “Evaluación de la glándula mamaria y composición química de la leche en vacas primiparas mestizas lecheras en el parto hasta el



quinto mes de lactación”, en: *Revista Científica*, vol. XVIII, núm. 5, pp. 562-569. Maracaibo, Venezuela: Universidad de Zulia. Consultado: 10/01/2012, disponible en: [redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95918506.pdf](http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95918506.pdf).



La elaboración de este producto se realizó gracias al apoyo y colaboración del Gobierno Comunitario, representantes de los sectores y productores de la comunidad de Pesillo. Además se contó con el apoyo de la Fundación Casa Campesina Cayambe, Junta de agua potable de Pesillo y representantes de los Centros de acopio de leche, quienes brindaron la información necesaria para la ejecución del estudio.

**Palabras clave:** sistemas de producción, subsistema agrícola, subsistema pecuario, unidad productiva agropecuaria.

### **Diagnóstico de la situación**

La Comunidad de Pesillo, conformada por los sectores de Manzana 1, 2, 3 y 4, San Jorge, Santa Rosa, Llanos de Alba, Arrayancucho, Queceracucho y Pucará, se caracteriza por ser una zona altamente ganadera debido a que gran parte de su población, desde mucho tiempo, se ha dedicado a la crianza de ganado bovino para la producción de leche, convirtiéndose de esa manera en una actividad de suma importancia para la comunidad.

Por esta misma razón y ante la necesidad de mejorar los procesos de comercialización de la leche, que durante mucho tiempo estuvieron sometidos por los intermediarios, se crearon tres centros de acopio y enfriamiento con los nombres de Atac Quepa, Jatari Guagra y Sumak Guagra, que reúnen alrededor de 8.000 litros de leche diarios, producidos por cerca de 423 pequeños productores de toda la zona. Esto equivale al 25% de la producción real de la parroquia y generan ingresos económicos a cada una de las familias mejorando el nivel de vida de las personas.

Tomando en cuenta estos aspectos y considerando que esta actividad es la que sustenta a las familias involucradas y a la comunidad

a la cual pertenecen, los cuatro sectores y el Gobierno Comunitario ve oportuno fortalecer el conocimiento de los productores en ciertos parámetros técnicos relacionados con la crianza del ganado lechero y de esa manera elaborar un documento que contenga propuestas y recomendaciones de un plan de mejora de las unidades productivas agropecuarias (UPAs), en los aspectos considerados débiles en el diagnóstico previo de la situación actual de la ganadería de los sectores.

### **Descripción detallada del producto**

El producto comprendió la elaboración de un documento que contiene propuestas y recomendaciones en un plan de mejoras en los aspectos considerados como débiles en el trabajo diario de la producción ganadera de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo.

Para esto se realizó un diagnóstico previo del sistema de producción agrícola–pecuario de los sectores mediante la aplicación de una encuesta donde se evaluó aspectos relacionados con la agrimensura de la unidad productiva, uso del suelo, ganado, alimentación, reproducción, manejo del hato, sanidad y aspectos organizativos, el cual sirvió como herramienta para analizar el entorno actual del lugar y en un taller de socialización de resultados, obtenidos en los cuatro sectores de la comunidad de Pesillo se planteó finalmente alternativas de solución y recomendaciones para la elaboración del documento final.

### **Beneficios y beneficiarios**

Brindar a los productores de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho un documento guía, para analizar los problemas y debilidades existentes en cada sector, en el trabajo diario de la producción ganadera y de acuerdo a las propuestas y recomen-

daciones planteadas en este documento puedan mejorar su unidad productiva agropecuaria (UPA), y con su aplicación logren reducir los costos de producción y mejorar la calidad de la leche para la venta y el consumo familiar.

## **Procedimiento y recursos**

Este producto se elaboró en dos momentos: el primero comprendió el diagnóstico del sistema de producción ganadero de los cuatro sectores de estudio, mediante la aplicación de la encuesta, tabulación, interpretación y análisis de resultados y el segundo momento la elaboración del plan de mejora de las UPAs, mediante el análisis de la problemática, identificación de objetivos, estrategias y líneas de acción, y seguimiento y evaluación de cumplimiento.

Para la ejecución de este producto se utilizaron los siguientes recursos: material de oficina, laptop, internet, cámara, encuesta, transporte, cartografía digital de la comunidad proporcionada por FCCC, lista de los moradores proporcionada por la Junta de agua potable, lista de productores proporcionada por los centros de acopio de leche y los programas Microsoft Access 2003 y Microsoft Office Excel 2007, y como recurso humano importantes productores de los cuatro sectores de la comunidad de Pesillo.

## **Resultados**

### **Diagnóstico**

El diagnóstico buscaba determinar la situación actual de la actividad ganadera en los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de Pesillo donde se encontró varios problemas y debilidades en los cuatro pilares que sustenta una buena crianza gana-

dera (alimentación, reproducción, manejo del hato y sanidad) y en aspectos organizativos.

En los cuatro sectores se encuestaron a 79 personas quienes colaboraron satisfactoriamente en la recopilación de la información necesaria para el diagnóstico; en los resultados se logró determinar un total de 102 productores de leche, entre hijos, hijas y padres que dentro de la misma familia se dedicaban a la ganadería y comparten los mismos lotes de terreno para la crianza de sus animales.

### ***Subsistema agrícola***

Como principales observaciones del diagnóstico tenemos:

Existen 276 ha destinadas a la producción de pasto para la ganadería y únicamente 33 ha destinadas para los cultivos y la producción de alimentos, siendo la ganadería la principal actividad económica de las familias.

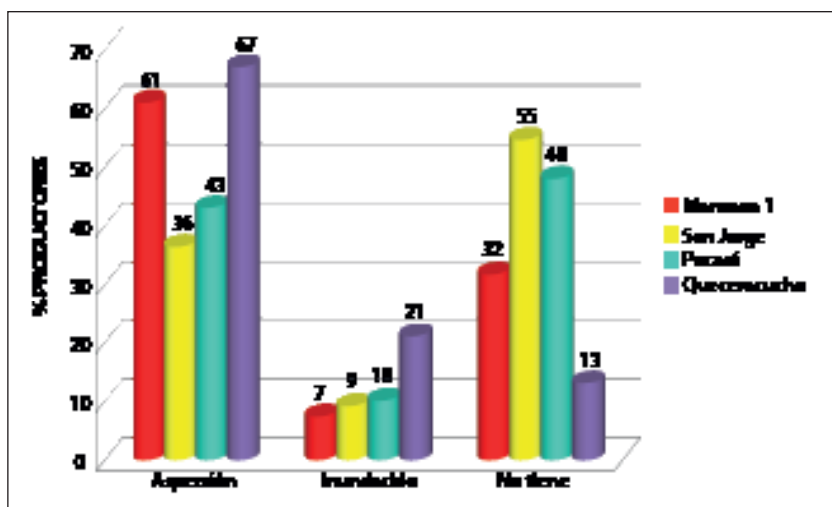
**Cuadro 1. Subsistema agrícola, en la investigación "Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010".**

<b>Sector</b>	<b>Número de potreros</b>	<b>Superficie destinada para pastos</b>	<b>Superficie destinada para cultivos</b>
Manzana 1	41	110	11
San Jorge	11	28	1,8
Pucará	40	82	14
Queceracucho	24	56	6

Fuente: La Investigación.  
Elaborado por la autora.

En los cuatro sectores se analizó la topografía de los terrenos y el riego existente. Se determinó que el agua es el principal problema para los productores al no tener acceso a este recurso o al usar un sistema de riego inadecuado que provoca su desperdicio.

Gráfico 1. Sistema de riego, en la investigación “Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracocha de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010”



Fuente: La Investigación.  
Elaborado por la autora.

### *Subsistema pecuario*

Para el subsistema pecuario se encontró la existencia de un total de 700 cabezas de ganado dividida entre las diferentes categorías, siendo la más importante un total de 280 vacas en producción que existen actualmente en los sectores, divididas entre las siguientes razas Holstein, Jersey, Brown Swiss, Montbéliarde, Pizan, Normando y Criollas.

**Cuadro 7. Inventario del ganado, en la investigación “Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010”.**

Categoría	Número de animales			
	Manzana 1	San Jorge	Pucará	Queceracucho
Terneritas Hasta 10 meses	35	5	38	12
Terneros Hasta 1 año	16	5	41	17
Toretas Desde 1 a 2 años	6	4	12	6
Toros De 2 años en adelante	2	1	5	2
Vacas en Producción	120	22	94	44
Vacas Secas de 7 meses hasta el parto	47	1	16	13
Vaonas de 15 meses hasta preñar	45	7	38	15
Vientres Preñadas por primera vez	14	4	10	3
TOTAL	285	49	254	112

Fuente: La Investigación.

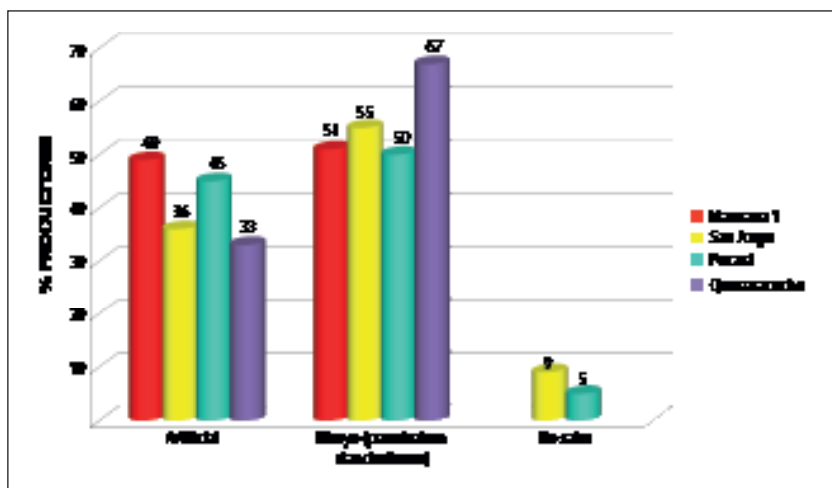
Elaborado por la autora.

Al ganado se lo alimenta básicamente con pasto, pero los productores en los sectores de estudio complementan esa alimentación con balanceado, sal mineral, melaza y material vegetal, sobre todo cuando tienen problemas para alimentar al ganado en épocas secas. Los productores almacenan el alimento del ganado bajo condiciones no favorables y desconocen de la disponibilidad forrajera de sus potreros, de la calidad del forraje y de la cantidad de forraje a proporcionar a los animales para obtener una buena producción.



Existe una baja productividad en la ganadería bovina lechera por la insuficiente cantidad de alimento que proveen los pastizales, a pesar de que la mitad de los productores siembra en sus potreros pasto artificial y también existe una parte de los productores que alimentan con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que es un pasto introducido y predominante en la zona. En cuanto al manejo a través del diagnóstico se pudo analizar que los pastizales de los sectores no son excelentes porque existe un inadecuado manejo de los potreros, la principal actividad que realizan casi todos los productores es la división de potreros, uso de cerca eléctrica y la dispersión de heces de las vacas que ayuda al crecimiento del pasto pero con respecto a las demás actividades que se debe realizar en el potrero un alto porcentaje no las realiza o las realiza incorrectamente.

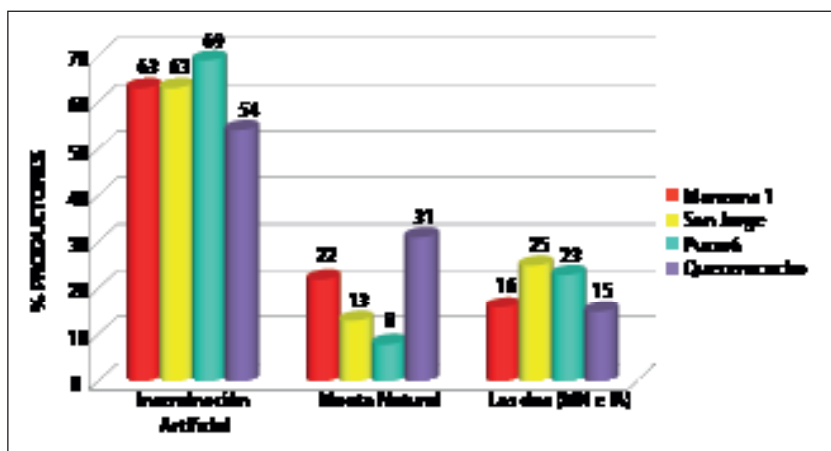
Gráfico 2. Tipo de pasto, en la investigación “Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010”



Fuente: La Investigación.  
Elaborado por la autora.

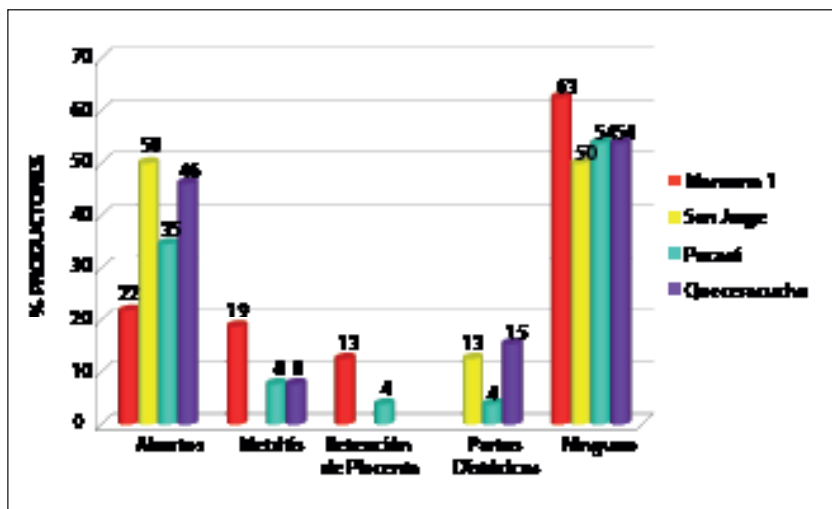
En la comunidad se ha introducido, desde hace un tiempo atrás, la inseminación artificial y un alto porcentaje de los productores lo utiliza pero sin mucho éxito debido principalmente su desconocimiento sobre la selección de la raza adecuada para su zona; sin embargo, existen productores que todavía mantienen la reproducción únicamente por monta natural y otros que, dependiendo de los animales que entren en celo, realizan los dos tipos de reproducción. No se toma en cuenta criterios como edad y peso durante el primer servicio de las vacas y también existe una baja eficiencia de detección del celo y preñez ya que los productores no realizan un chequeo ginecológico a sus animales antes de la I.A o M.N; eso explica el alto porcentaje de problemas reproductivos, especialmente enfermedades como metritis, además de abortos, partos distócicos, retención de placenta y problemas nutricionales.

Gráfico 3. Formas de reproducción, en la investigación "Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010"



Fuente: La investigación.  
Elaborado por la autora.

Gráfico 4. Problemas reproductivos, en la investigación “Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010”

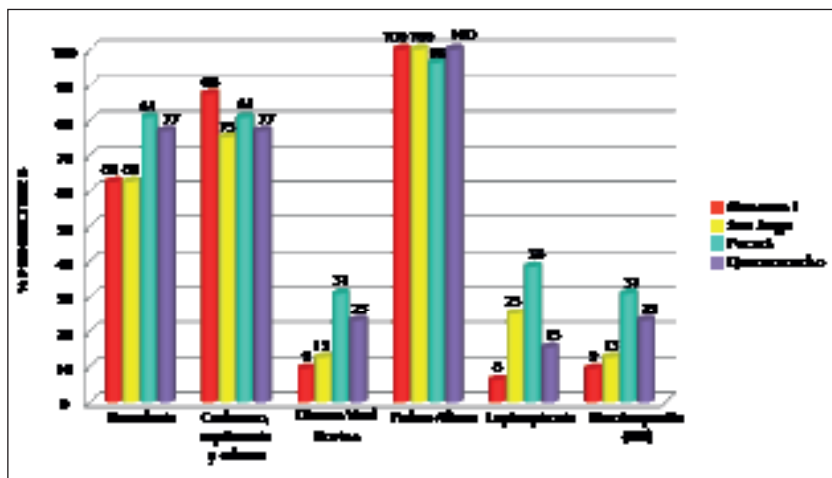


Fuente: La investigación.  
Elaborado por la autora.

Dentro del manejo del ganado, los productores realizan una serie de actividades que representan un problema debido, básicamente, al alto grado de analfabetismo y bajo nivel de escolaridad entre los productores. Esto provoca la falta de aplicabilidad de las técnicas impartidas en las UPAs, la falta de asistencia técnica profesional en la comunidad, la implementación de nuevas tecnologías e infraestructura, la administración inadecuada de la UPAs, baja calidad de la fuerza laboral, compra de ganado en mal estado y desconocimiento de los productores sobre la importancia del consumo y venta de una leche de calidad.

Las prácticas sanitarias es un parámetro importante dentro de la crianza de ganado en los sectores de estudio; los productores realizan medidas preventivas como la desparasitación y la vacunación preventiva contra enfermedades infecciosas, tanto bacterianas como virales, pero lamentablemente la mayoría de los productores no vacuna contra enfermedades bacterianas y virales como brucelosis, leptospirosis, diarrea viral bovina o rinotraqueitis porque son pocos los que conocen de qué se trata y qué efectos puede causar en los seres humanos. La mastitis es una de las enfermedades que se presenta con frecuencia en la zona por una mala rutina de ordeño y porque son pocos los que realizan pruebas para su detección; además, el uso inadecuado de los antibióticos también es un problema pues no se cumple con los periodos de tiempo en donde la leche es inservible.

Gráfico 5. Prácticas sanitarias de vacunación, en la investigación “Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo, Cayambe - Ecuador 2010”



Fuente: La investigación.  
Elaborado por la autora.

La ganadería, para los sectores en estudio, es una actividad de la que depende un alto porcentaje de familias, mas, sin embargo, también va creando dificultades pues, por ejemplo, no todos los productores entregan su producción a los centros de acopio de leche comunales; no existen profesionales de la mismas comunidades que trabajen por ellas e impulsen su progreso; además, el desconocimiento de los productores de las políticas estatales sobre el sector lechero posiblemente lleve a desconocer los beneficios a los que podrían acceder a través de las instituciones del Estado o también las obligaciones que tienen como ganaderos.

Con estas observaciones finalmente se llevó a cabo el proyecto de mejora de las UPAs de los cuatro sectores de estudio. Esta guía será como un libreto que se deba seguir para resolver cada uno de los problemas que se suscitan en la producción de leche a fin de superar las debilidades y amenazas existentes en esta actividad.

## **Plan de mejoras**

### **Introducción**

La comunidad de Pesillo se caracteriza por ser una zona altamente ganadera, la cual, gracias a la implementación de centros de acopio y enfriamiento de leche, ha logrado mejorar los procesos de comercialización, valorar el esfuerzo y trabajo de los pequeños y medianos productores.

La actividad ganadera se ha mantenido en el tiempo, convirtiéndose no solamente en un negocio, sino en un espacio y un modo de vida de las personas, además de contribuir enormemente a la economía de las familias.

Pero para la comunidad existen algunos factores negativos que han impedido el éxito total en el desarrollo de la producción lechera, esto son la mala alimentación, ineficiencia en la reproducción, prácticas inadecuadas en el manejo del hato e inadecuados programas sanitarios para el control de enfermedades; por la importancia que tiene cada uno de estos elementos dentro de esta actividad es necesario introducir nuevas técnicas y sistemas de manejo en la actividad lechera y así mejorar la producción.

Con el presente plan de mejora se pretende abordar los aspectos básicos de la tecnología productiva lechera, especialmente técnicas apropiadas en manejo del hato, manejo reproductivo, estrategias nutricionales y de medidas sanitarias preventivas. Esto, precisamente, para mejorar las unidades productivas (UPAs) de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho. Además, brindar las herramientas necesarias a los productores para que desempeñen de manera eficiente los aspectos administrativos que competen a la producción lechera.

## Problemática

- **Alimentación:** Baja cobertura de requerimientos nutricionales de los animales para la producción.
- **Reproducción:** Inadecuado manejo reproductivo de los animales.
- **Manejo del hato:** Inadecuado manejo administrativo y técnico de las UPAs.
- **Sanidad:** Presencia de enfermedades y muerte de los animales.
- **Aspectos organizativos:** Baja productividad y sostenibilidad de la actividad ganadera de manera individualizada.

## Objetivo general

Mejorar las UPAs de los sectores Manzana 1, San Jorge, Pucará y Queceracucho de la comunidad de Pesillo a través de la implementación de un plan de mejora del sistema de producción ganadero para reducir los costos de producción, mejorar la calidad de leche e incrementar la producción para el consumo familiar y la comercialización.

## Objetivos específicos

- Mejorar los requerimientos nutricionales de los animales, mediante el suministro adecuado de alimento, para incrementar la producción de leche, la reproducción y el bienestar animal.
- Incrementar los parámetros reproductivos, brindando a los productores el conocimiento necesario para evitar pérdidas económicas de las unidades productivas.
- Enriquecer los conocimientos de los productores sobre el manejo de la unidad productiva a través de la capacitación técnica y aplicación de nuevas tecnologías, mejorando la calidad de la fuerza laboral.
- Controlar la presencia de enfermedades, mediante la implementación de medidas sanitarias preventivas en las unidades productoras de leche, para reducir pérdidas económicas.
- Fortalecer la asociatividad de los productores, a fin de incrementar los beneficios sociales de la actividad lechera y que está se desarrolle de manera sostenible y sustentable.

## Conclusiones

- El 70% del intervalo interparto es muy alto, problema que desemboca en el costo de producción de leche y la obtención de una cría por año como amerita una explotación ganadera.

- La forma de reproducción por monta natural todavía utilizada en el 38% de las UPAs ha desencadenado la presencia de un alto índice de enfermedades reproductivas en los sectores, pero lo importante es que la gente tenga criterios para la práctica de la IA o la MN adecuados.
- Es necesario realizar una selección y descarte de animales (terneros y toretes) en las UPAs, de manera que permita economizar los gastos por mantenimiento de estos animales y mejorar la alimentación de las vacas en producción y de las 226 terneras y vaconas que serán reemplazos posteriores de los hatos.
- Existe un 66% de productores que se dedican al cultivo de alimentos en una superficie promedio 1,13 ha, pero es importante incentivar a los productores para que se destine mayor superficie de terreno para el cultivo de alimentos, indispensable para la seguridad y la soberanía alimentaria de las familias.
- Se encontró que los datos obtenidos en el diagnóstico son similares para los cuatro sectores de estudio por lo cual los cuatro poseen los mismos problemas y debilidades para los cuales se desarrollo el plan de mejora.

## **Recomendaciones**

- Es importante la aplicación del plan para mejorar las UPAs de los cuatro sectores de la comunidad de Pesillo y para que los productores pueden optimizar recursos y mejorar la calidad de la leche para el consumo y la comercialización.
- El gobierno comunitario, como eje de la comunidad, debe trabajar en los aspectos organizativos planteados en el plan de mejora con ayuda de los dirigentes de los sectores y de los tres centros de acopio de leche, de manera que se involucre y se beneficie a todos los productores de Pesillo.



- La ejecución del plan de mejora en los sectores debe darse a través del apoyo de profesionales, médico veterinario, agrónomo o agropecuario, de manera que pueda realizarse exitosamente.
- Es importante la difusión del documento del plan de mejora a toda la comunidad por parte del gobierno comunitario, de manera que todos sean partícipes de su ejecución.
- Los centros de acopio de leche de la comunidad poseen una gran fortaleza al recibir apoyo de instituciones públicas y privadas por lo cual se recomienda que el trabajo de capacitación y asistencia técnica sea ejecutado a través de los mismos.
- En el documento de investigación existieron temas que no se investigaron con profundidad y que necesitan ser investigados a futuro como son calidad de las pasturas, características fenotípicas del ganado, presencia de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias en los hatos. Con esa información se elaboraría un plan de mejoramiento genético, nutricional y sanitario de las UPAs, abriendo las puertas a nuevos tesis interesados en trabajar en esta línea de investigación para dar continuidad al trabajo realizado.

## **Bibliografía**

ALTUNA AGUILERA, Homero

2000 Manual de Ganadería Lechera. Quito: Editorial: Desde el Surco.

ASOCIACIÓN DE GANADEROS DE LA SIERRA Y EL ORIENTE, AGSO

2010 Manual de siembra, cosecha y post cosecha. Quito: AGSO.

ANZOLA, Héctor, y otros

2004 Manual del Ganadero Actual, Volúmenes 1 y 2. Bogotá, Colombia: Editorial Grupo Latino.

CHAVÉZ, Rafael

s/a Manejo de Pastos y Forrajes. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- DÁVILA, Omar y otros  
2005 El manejo del potrero. London: LEAD.
- ECUADOR - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIAP  
1987 Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador. Quito: INIAP.
- GARCÍA, Miguel y otros  
2009 Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina. México: Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).
- LOAYZA ROMERO, Freddy  
1992 Guía de Manejo de Ganado Lechero, Manual Núm. 18. Quito: Editorial Proteca - Estación Experimental "Santa Catalina".
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, FAO  
2004 Células somáticas. Roma.
- PASTEURIZADORA QUITO  
2009 Células Somáticas. Quito.
- PÉREZ, Otoniel  
2004 Establecimiento y Manejo de especies Forrajeras para producción bovina en el Trópico Bajo. Bogotá: Programa de Fisiología y Nutrición Animal CORPOICA.
- SIN NOMBRE  
2003 Propuesta de Buenas Prácticas Pecuarias, BPP – Ganado Bovino. Lima. Disponible en: <http://bpa.peru-v.com/documentos/bpp2.pdf>.
- TORRES, Clara y otros  
2002 Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Tomos 1 y 2. Bogotá: Editorial Hogares Juveniles Campesinos IBALPE.
- VILLASMIL, Yenen y José Aranguren  
2005 Identificación animal y registros ganaderos. Maracaibo: Universidad del Zulia.