



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de brucelosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en el Noroccidente de la provincia de Pichincha – Ecuador**

**Rivadeneira Espín Paula Nicole**

**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura  
Carrera de Agropecuaria**

**Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria**

**Dr. Ron Román Jorge, MSc.**

**26 de agosto del 2022**



# INTRODUCCIÓN

## ¿Por qué realizar esta investigación?

Enfermedad zoonótica



Ser humano → hospedador secundario → contacto con material contaminado



Organización Internacional del Trabajo → enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes presentes en actividades ocupacionales

Pérdidas económicas directas e indirectas

Problemas de fertilidad

Descarte y disminución de terneras de reemplazo

Baja producción de leche (-25%)

\$5,5 millones al año por abortos, baja producción y mortalidad

Prevalencia en el mundo: 10% al 30% (Rodríguez *et al.*, 2005)

Prevalencia en Latinoamérica: 0,5% al 10% (Lucero *et al.*, 2008)

Prevalencia en Ecuador:

1,6% a nivel animal & 12% a nivel de finca (Paucar *et al.*, 2021).  
1,97% - 10,62% en la Sierra (P.N.S.A; 1979)  
2,31% Pichincha (Escobar; 2011)



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
ESPE  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Activar Windows  
Vea Configuración para

# INTRODUCCIÓN

Transmitida por bacterias Gramnegativas cocobacilos del género *Brucella* spp.



Se diferencian según el huésped y morfología

Cepas rugosas:  
*Brucella canis*  
*Brucella ovis*

Cepas lisas:  
*Brucella melitensis*  
*Brucella abortus*  
*Brucella suis*

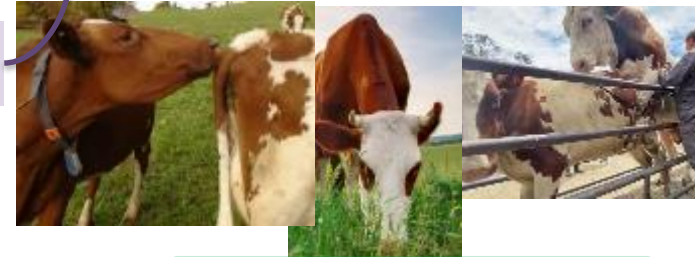
Bovinos de temprana edad no se presentan síntomas

Hembras gestantes presentan abortos y diseminan bacterias de *B. abortus* o *B. melitensis*

## ¿Qué es la brucelosis?



Material contaminante:  
Fetos abortados, sangre, líquidos fetales, placenta, secreciones vaginales, leche



Placenta → eritritol → estimula el crecimiento → endometritis ulcerosa grave en cotiledones placentarios → aborto



Localización:  
Ganglios linfáticos y cápsulas articulares  
Vacas → útero grávido y ubres  
Toros → testículos y glándulas sexuales

Bacterias englobadas por células fagocitarias → ganglios linfáticos → tracto reproductor



• *Brucella abortus*, Bovina, placenta. The placenta contains numerous hemorrhagic cotyledons



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Activar windows

Vea Configuración para

## OBJETIVO GENERAL:

Determinar la prevalencia y factores de riesgo de brucelosis bovina en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en el Noroccidente de la provincia de Pichincha- Ecuador.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Determinar la prevalencia de brucelosis a nivel de finca e individual, utilizando las pruebas diagnósticas, Rosa de Bengala Test (RBT) y Suero Aglutinación Lenta en tubo de Wright (SAT).
- ❖ Determinar los factores de riesgo asociados a la introducción y/o mantenimiento de la brucelosis en fincas ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) a través de la aplicación de una encuesta epidemiológica.
- ❖ Generar mapas de distribución geográfica sobre la prevalencia de brucelosis en fincas ganaderas del Noroccidente de Pichincha, a través de la georreferenciación espacial para la socialización de los resultados.

## HIPÓTESIS NULA:

La prevalencia de brucelosis en explotaciones ganaderas del Noroccidente de Pichincha es nula.

## HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN:

La prevalencia de brucelosis en explotaciones ganaderas del Noroccidente de Pichincha es alta.

# METODOLOGÍA



Activar Windows  
Vea a Configuración para  
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# ZONA DE ESTUDIO



Activar Windows

Vea Configuración para



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# TAMAÑO DE LA MUESTRA

$$n = \frac{Z^2 * p(1 - p)}{d^2}$$

Prevalencia en la Sierra: 1,97% a 10,62% (P.N.S.A; 1979).

Nivel de precisión absoluta: 0,02 (Zambrano & Pérez, 2015).

Constantes	Valores a reemplazar
Z (98%)	2.32
p (6.2% brucelosis)	0,062
d	0,02
n	783 bovinos

Activar Windows

Ver Configuración para



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# CLASIFICACIÓN DE LA ZONA Y TAMAÑO DE FINCAS

*Clasificación de las fincas por zonas, según la altitud.*

Zona	Tamaño de la UPA	Número de fincas
1	100 a 1 017 m.s.n.m.	33
2	Mayor a 1 017 m.s.n.m.	20
<b>TOTAL</b>		<b>53</b>

*Clasificación del tamaño de las fincas según el número de animales totales.*

Tamaño de la UPA	Número total de animales	Número de animales muestreados/UPA
<b>Pequeña</b>	1 - 20	<b>61</b>
<b>Mediana</b>	21 - 70	<b>388</b>
<b>Grande</b>	>70	<b>404</b>
<b>TOTAL</b>		<b>853</b>

*Porcentaje de muestreo según el número de animales totales presentes en la finca.*

Número total de animales	% Muestreo	Número máximo de animales a muestrear
4 - 6	75%	5
7 - 15	50%	8
16 - 30	33%	10
31 - 81	29%	24
81 - 160	25%	40
>160	Máximo 40 animales	40



# APLICACIÓN DE ENCUESTAS EPIDEMIOLÓGICAS



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
ENCUESTA DE EXPLOTACIÓN (IUPA)

## 1. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

No. Documento: \_\_\_\_\_ Coordenadas GPS: \_\_\_\_\_  
 Fecha (dd/mm/aaaa) \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_  
 Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_  
 Nombre del Proprietario: \_\_\_\_\_ T: D Cel: \_\_\_\_\_  
 Usted es el dueño de los animales: Si:  No:  Quién es el dueño: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_ Cantón: \_\_\_\_\_  
 Parroquia: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_  
 Nombre de la persona encuestada: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 Cargo o actividad: \_\_\_\_\_ T: D Cel: \_\_\_\_\_  
 Médico veterinario responsable de la explotación: \_\_\_\_\_

## 2. DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN

Superficie total (ha): \_\_\_\_\_ Superficie de pastos (ha): \_\_\_\_\_  
 ¿Qué tipo de pasto se cultiva en la finca para la alimentación del ganado bovino? \_\_\_\_\_  
 ¿Realiza rotación de pastoreo? Si:  No:  Cuántas veces al año: \_\_\_\_\_  
 Tipo de producción: Leche:  Carne:  Mista:   
 ¿Cuántos litros de leche produce: promedio por vaca/le: \_\_\_\_\_ promedio por vaca/ta: \_\_\_\_\_  
 costo de litro de leche \_\_\_\_\_  
 ¿Cuál es el peso de bovinos de engorde (finalización) \_\_\_\_\_ edad \_\_\_\_\_ costo de Kg en pie \_\_\_\_\_  
 Inventario de bovinos:  
 Terneros: \_\_\_\_\_ Vacas: \_\_\_\_\_ Ternos: \_\_\_\_\_  
 Inventario de otros animales:  
 Gallinas: \_\_\_\_\_ Ovejas: \_\_\_\_\_ Caballos: \_\_\_\_\_ Cerdos: \_\_\_\_\_ Perros: \_\_\_\_\_  
 Gatos: \_\_\_\_\_ Culebras: \_\_\_\_\_ Caracaras: \_\_\_\_\_ Mularos: \_\_\_\_\_ Oros: \_\_\_\_\_

## 3. ORDEÑO

Tipo de ordeño: Manual:  Mecánico:  No ordeña:   
 Nombre de la persona que ordeña: \_\_\_\_\_  
 De qué material son los utensilios que usa para el ordeño:  
 Plástico:  Aluminio:  Acero:  Otros: \_\_\_\_\_  
 Dispongo de agua potable para limpieza de equipos y utensilios: Si:  No:   
 El sitio de ordeño está libre de otras especies animales: Si:  No:   
 El personal de ordeño recibe capacitación en cuanto a manejo e higiene de la leche: Si:  No:   
 Lleva los pezones arcos de ordeño: Si:  No:  Con manguera:  Cos baldé de agua:   
 Con que sece las ubres: Papel:  Trapo:  No seca:   
 Hace desquite: Si:  No:   
 Sellan los pezones al final del ordeño: Si:  No:   
 Tipo de sellador: \_\_\_\_\_  
 Realiza CBT: Si:  No:   
 Filtra la leche: Si:  No:   
 Tipo de envase en el que almacena la leche: \_\_\_\_\_

## 4. BRUCELOSIS

### Conocimiento de la enfermedad

¿Conoce usted qué es la brucelosis humana y animal? Si:  No:   
 ¿Conoce cómo se transmite la brucelosis?  
 Si:  Especifique: \_\_\_\_\_ No:   
 ¿Algún miembro de esta propiedad tuvo/tiene brucelosis?  
 Si:  Quién: \_\_\_\_\_ No:  No sabe:   
 Tiene certificado en vigencia de predio libre de brucelosis Si:  No:

### ¿Quién le otorgó la certificación? \_\_\_\_\_

### Vacunación

¿Realiza vacunación de los animales contra la brucelosis? Si:  No:  (Saltar a diagnóstico)  
 ¿Quién realiza la vacunación de los animales?  
 Veterinario:  Vaquero:  Otros: \_\_\_\_\_

## OS

¿Se le faena? Si:  No:  Frecuencia (veces por año): \_\_\_\_\_  
 ¿Animales movilizados?: \_\_\_\_\_  
 ¿Traen o nuevos animales que ingresan a la finca de donde provienen?  
 Ferias:  Otros (especifique) \_\_\_\_\_  
 ¿Se usan u otros medicamentos cambian de aguja?  
 ¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_  
 ¿Se usa: \_\_\_\_\_  
 Babesiosis: Si:  No:  Trypanosomiasis: Si:  No:   
 ¿Se usa: \_\_\_\_\_  
 Babesiosis: Si:  No:  Trypanosomiasis: Si:  No:   
 ¿Se usa la Anaplasmosis? Si:  Especifique: \_\_\_\_\_ No:   
 ¿Se usa la Babesiosis? Si:  Especifique: \_\_\_\_\_ No:   
 ¿Se usa la Trypanosomiasis? Si:  Especifique: \_\_\_\_\_ No:   
 ¿Se usa los animales para el control de Anaplasmosis, Babesiosis y Trypanosomiasis?  
 Frecuencia: \_\_\_\_\_

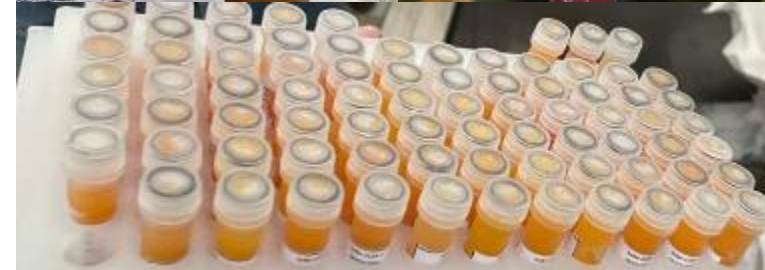
2

Con el objetivo de determinar los factores de riesgo asociados con la enfermedad





# OBTENCIÓN DE MUESTRAS SANGUÍNEAS Y EXTRACCIÓN DE SUERO



Activar Windows

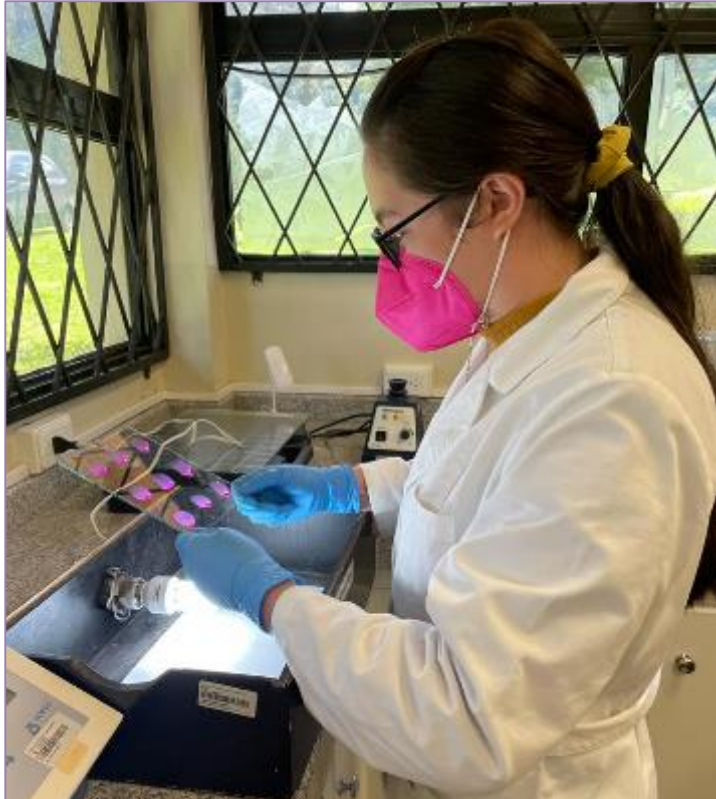
Ver Configuración para

**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# PRUEBA DE DIAGNÓSTICO

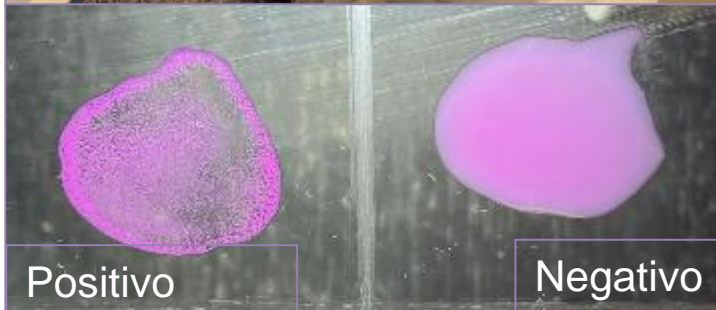
## Prueba Rosa de Bengala



Anticuerpos:  
IgG  
Sensibilidad:  
87%  
Especificidad:  
97.8%

Anticuerpos:  
IgM  
Sensibilidad:  
81.5%  
Especificidad:  
98.9%

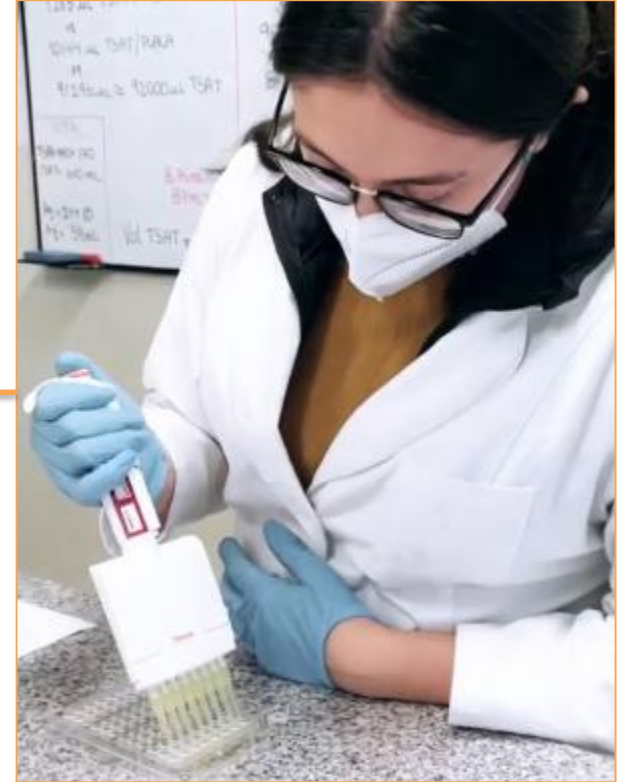
Fundamento:  
Aglutinación del  
antígeno



Positivo

Negativo

## Prueba de Suero Aglutinación en Tubo (SAT)



OWS  
h para

## Estadística descriptiva

Se distribuyó el total de animales y positivos, según:

- Zona
- Tamaño de UPA
- Tipo de producción
- Sexo
- Edad
- Tipo de bovino

## Comprobación de la estrategia de muestreo

Prueba de hipótesis para dos proporciones

$H_0 = p_1 = p_2$   
 $H_1 = p_1 \neq p_2$   
en base a la Prueba bilateral en la cual se rechaza  $H_0$  si  $|Z| > Z(\alpha/2)$

$$Z = \frac{\widehat{p}_1 - \widehat{p}_2}{\sqrt{\widehat{p}\widehat{q} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

## Interpretación global de los resultados: Prevalencia

Se considera positivo a brucelosis si es positivo en al menos una prueba diagnóstica

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{Número de animales muestreados positivos}}{\text{Número total de animales muestreados}} * 100$$

## Factores de riesgo

Riesgo Relativo: prevalencia < 10%

$$RR = \frac{A/A+C}{B/B+D} = \frac{A*(B+D)}{(A+C)*B}$$

	Positivos	Negativos
Expuestos	A	B
No expuestos	C	D

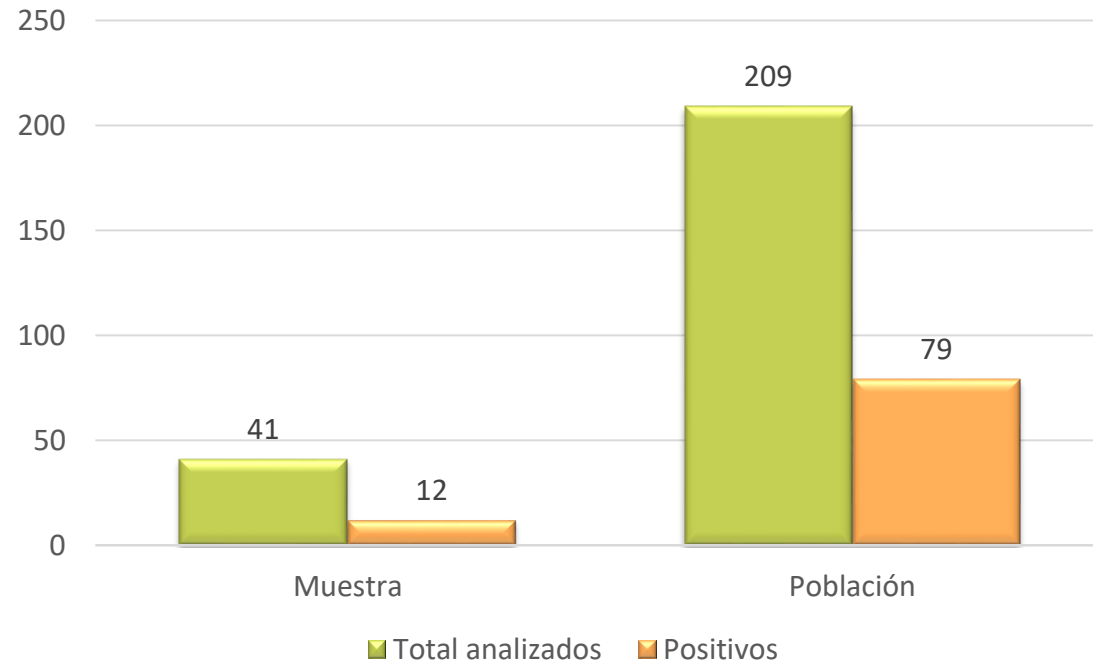


# RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Activar Windows  
Vea a Configuración para  
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# VERIFICACIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO



## Muestreo:

41 animales de 209 → 19,62% de la población total en la finca

## Prueba de hipótesis:

$$Z = |-0.9284|$$

## Prueba bilateral:

Nivel de significancia del 0.05

$$Z_{\alpha/2} = 1.96.$$

$$|-0.9284| > 1.96 = \text{Se aceptó } H_0$$

**H0:** La prevalencia del muestreo realizado en la finca F14 es igual a la prevalencia obtenida en toda la población de bovinos presentes en la finca F14.

**H1:** La prevalencia del muestreo realizado en la finca F14 no es igual a la prevalencia obtenida en toda la población de bovinos presentes en la finca F14.



# PREVALENCIA GENERAL DE BRUCELOSIS BOVINA

Análisis general de brucelosis según la prueba serológica aplicada.

Rosa de Bengala	SAT	n	%
-	-	765	89.68
+	-	4	0.47
-	+	59	6.92
+	+	25	2.93
<b>TOTAL</b>		<b>853</b>	<b>100</b>

Prevalencia en el Noroccidente de Pichincha = 10,32%

Prevalencia a nivel de fincas = 64,15%

*Nota:* SAT-T: prueba de Suero Aglutinación Lenta en tubo de Wright fase de titulación;

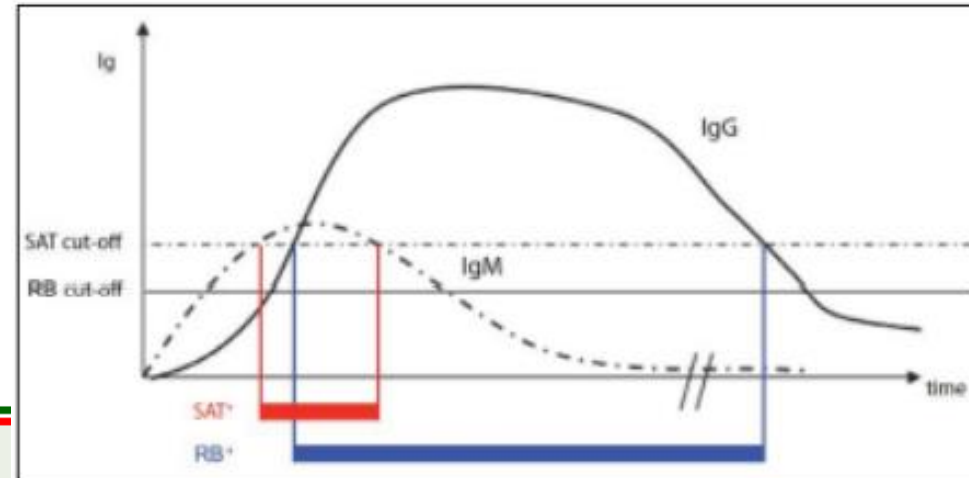
n: número de animales; %: porcentaje equivalente; (-): animales que resultaron negativo

a la prueba serológica; (+): animales que resultaron positivos a la prueba serológica.

Positivos solo a SAT → enfermedad aguda → IgM

Positivos solo a RB → enfermedad crónica → IgG

Positivos a RB y SAT → fase transitoria

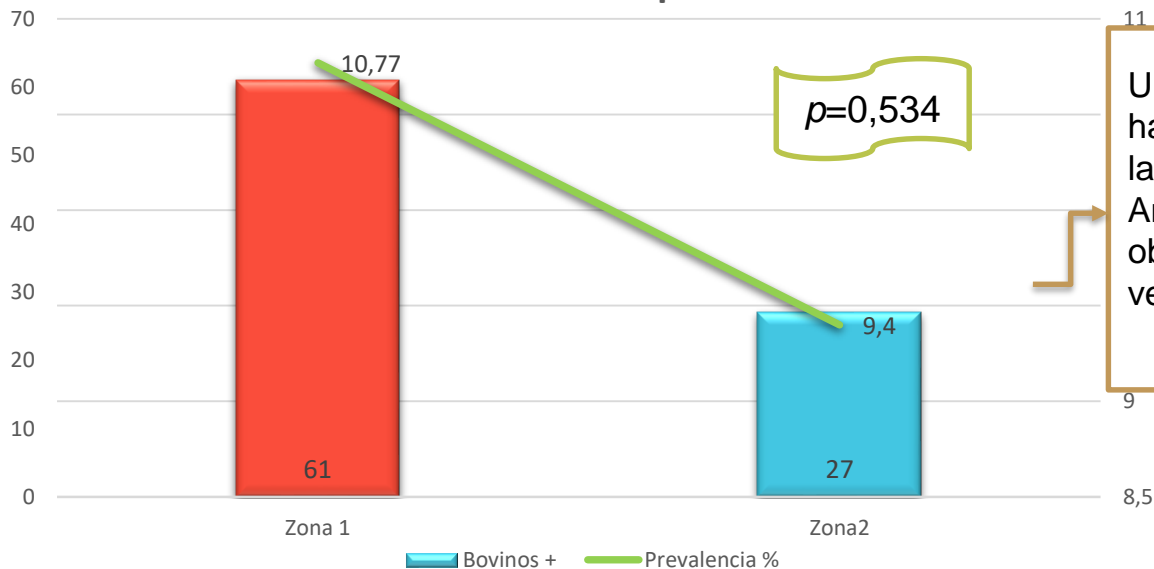


Recuperado de: Sutherland, (1984).



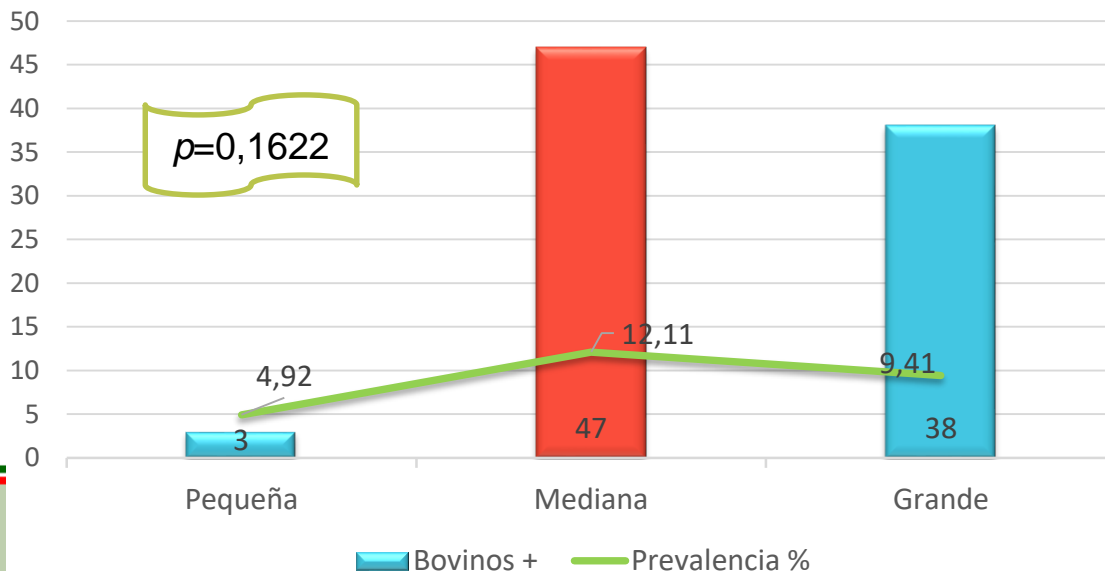
# PREVALENCIA DE BRUCELOSIS POR ZONA Y TAMAÑO DE LAS FINCAS

## Prevalencia de brucelosis por zona altitudinal



Un muestreo de 2 733 hatos distribuidos a lo largo de la Sierra y Amazonía permiten obtener la prevalencia verdadera de la región.  
- Salguero (2014)

## Prevalencia de brucelosis por tamaño de las fincas



El tamaño si es un factor de riesgo. Zona de muestreo amplia: Costa Sierra y Amazonía.  
- Paucar *et al.*, (2021)

**Zona 1**  
Muestreados: 566  
Positivos: 61

**Zona 2**  
Muestreados: 287  
Positivos: 27

**Pequeñas**  
Muestreados: 61  
Positivos: 3

**Medianas**  
Muestreados: 388  
Positivos: 47

**Grandes**  
Muestreados: 404  
Positivos: 38

# PREVALENCIA DE BRUCELOSIS POR TIPO DE PRODUCCIÓN Y TIPO DE BOVINO

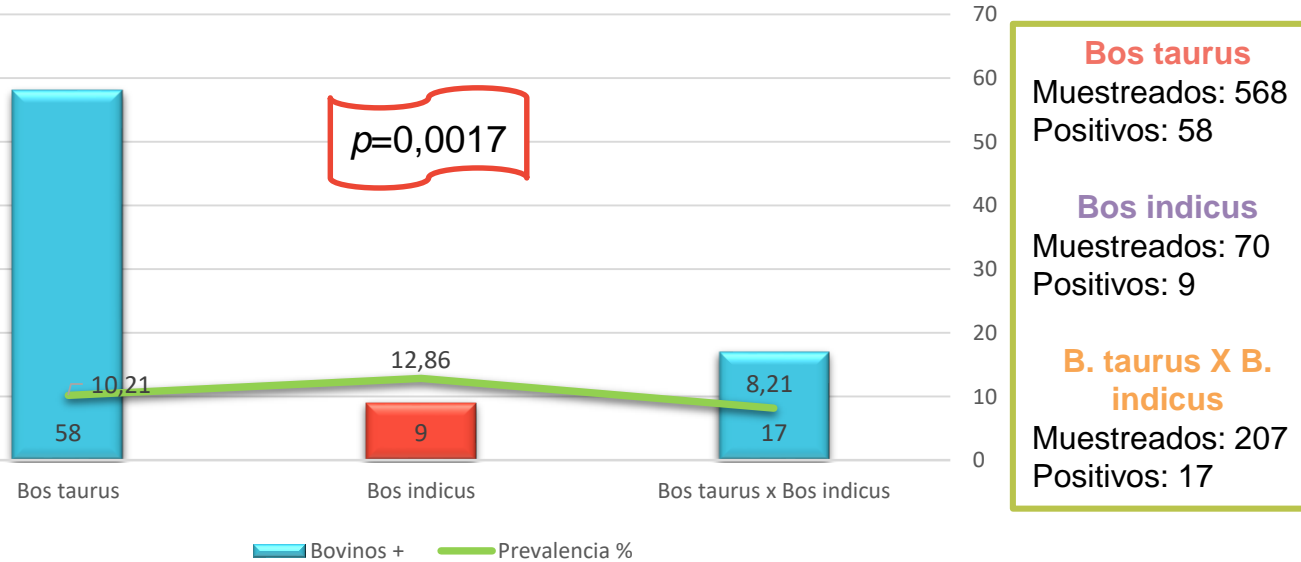
Crianza extensiva, libre pastoreo, monta natural = sin control sanitario = facilidad de contagio.  
- Meza *et al.*, (2010)

Alta movilidad en razas productoras de carne → aumento de prevalencia (22 veces más).  
- Salguero (2014)

Noroccidente de Pichincha → producción lechera → Bos indicus → cruzamientos para adaptación al clima cálido de la zona  
- Hernández (1991)

Bos taurus X Bos indicus → aumento de movilidad entre regiones → diseminación de la enfermedad.  
- Jaramillo & Yépez (2013)

## Prevalencia de brucelosis bovina por tipo de bovino

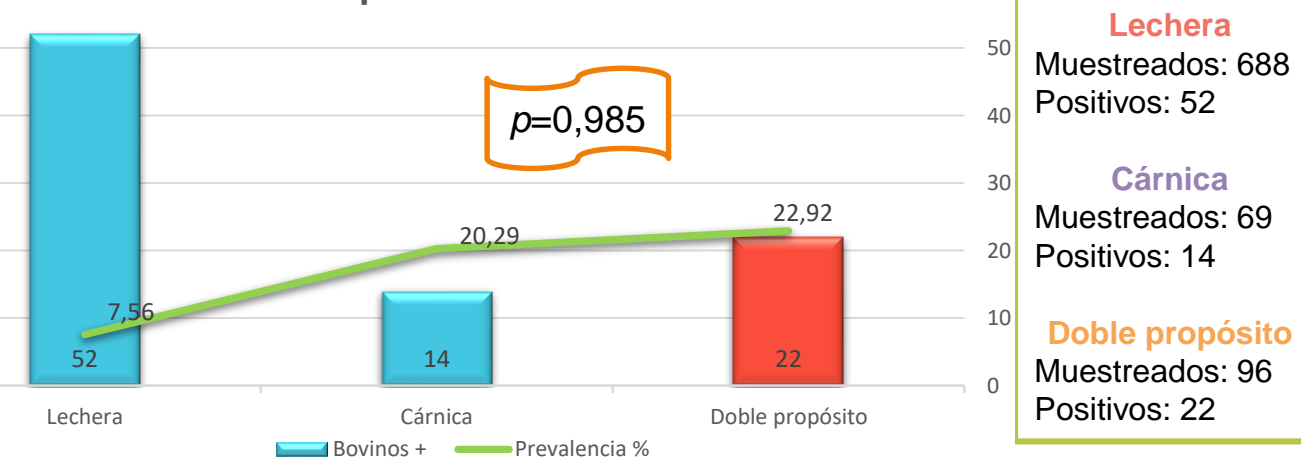


**Bos taurus**  
Muestreados: 568  
Positivos: 58

**Bos indicus**  
Muestreados: 70  
Positivos: 9

**B. taurus X B. indicus**  
Muestreados: 207  
Positivos: 17

## Prevalencia de brucelosis bovina por tipo de producción



**Lechera**  
Muestreados: 688  
Positivos: 52

**Cárnica**  
Muestreados: 69  
Positivos: 14

**Doble propósito**  
Muestreados: 96  
Positivos: 22

# PREVALENCIA DE BRUCELOSIS POR SEXO

## Hembras

Muestreados: 762

Positivos: 78

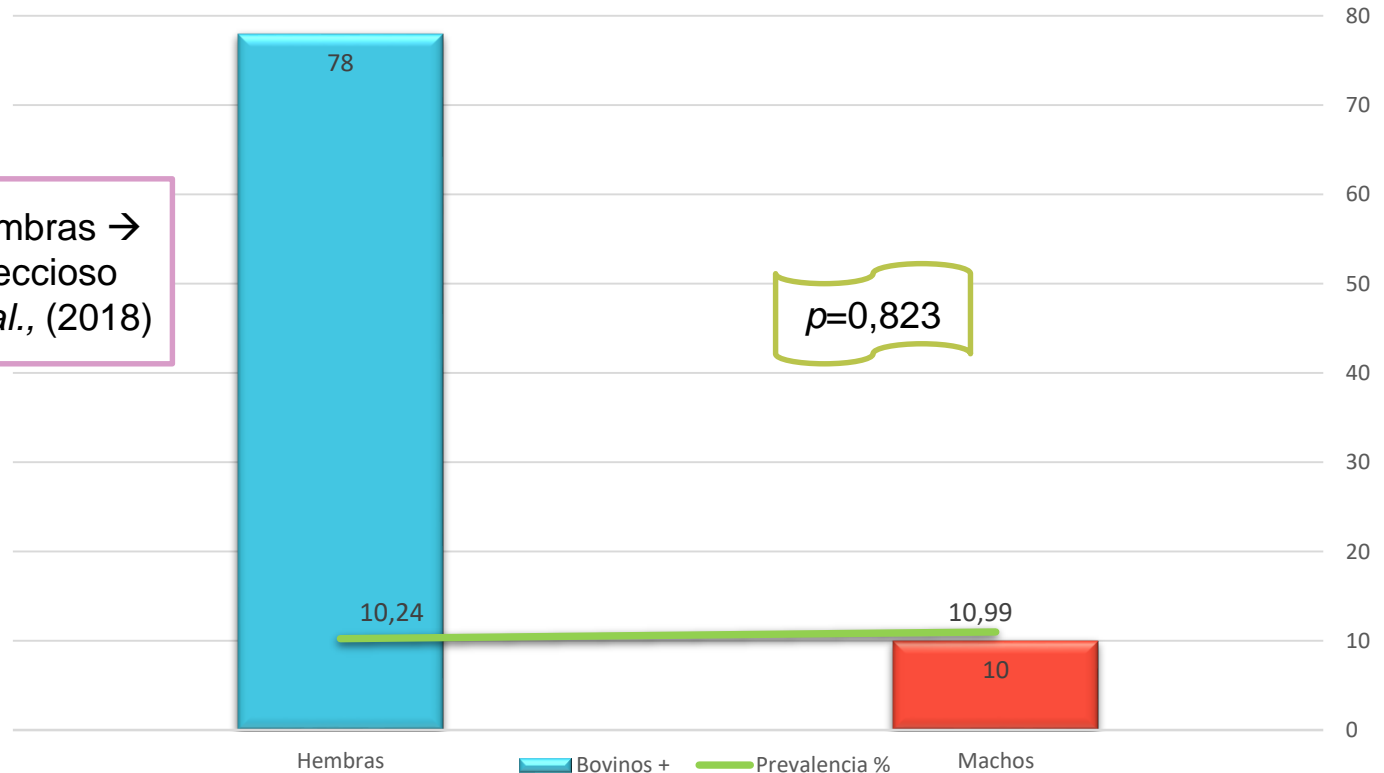
## Machos

Muestreados: 91

Positivos: 10

Muestreo de menos machos →  
sesgo involuntario de muestreo

Mayor prevalencia en hembras →  
cercanía con material infeccioso  
- Mota *et al.*, (2018)



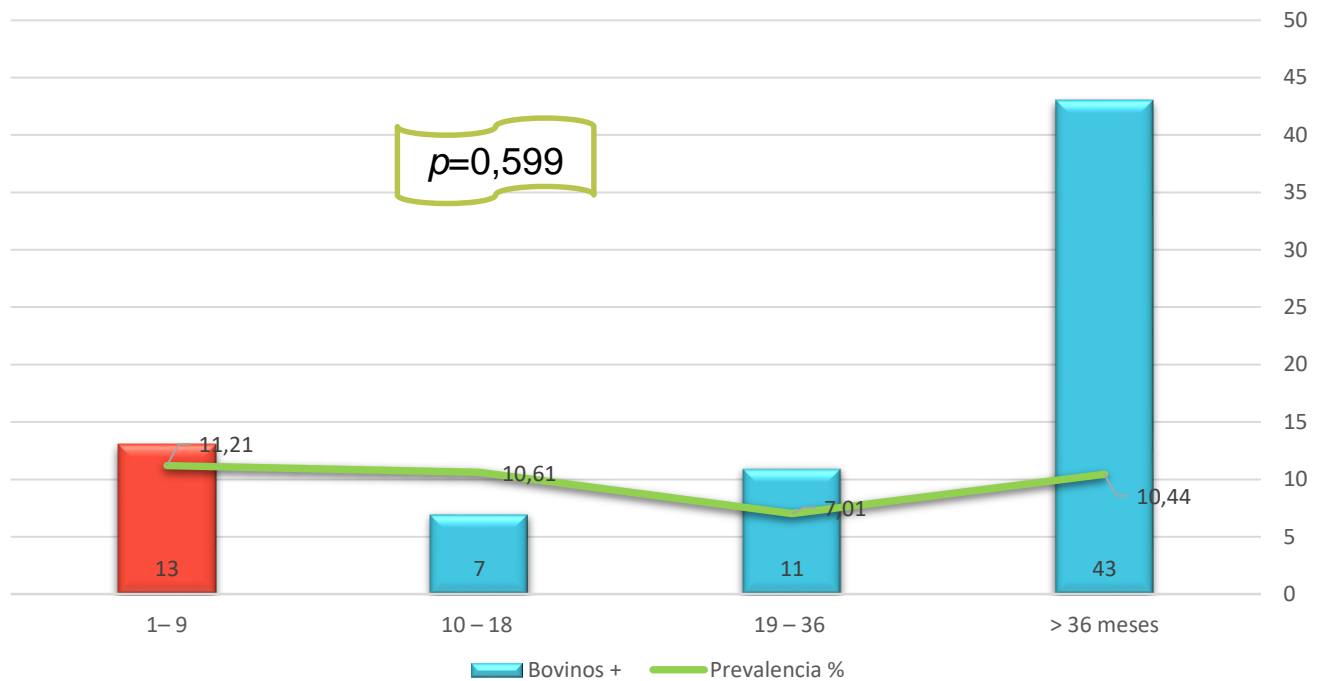
# PREVALENCIA DE BRUCELOSIS POR EDAD

**1 a 9 meses**  
Muestreados: 116  
Positivos: 13

**10 a 18 meses**  
Muestreados: 66  
Positivos: 7

**19 a 36 meses**  
Muestreados: 157  
Positivos: 11

**> 36 meses**  
Muestreados: 412  
Positivos: 43



Manual de Procedimientos para la Atención y Control de Brucelosis bovina en Ecuador:

- Muestreo de bovinos mayores a 12 meses → cepa RB51.
- Muestreo a bovinos mayores a 18 meses → cepa 19.

- AGROCALIDAD (2016)

Longevidad de anticuerpos contra *Brucella abortus* en inmunidad pasiva:

- Anticuerpos calostrales → 106 – 114 días de edad.
- Recomendación: realizar pruebas diagnosticas a partir de los 105 días.

- Campos *et al.*, (2017)

Bovinos adultos en etapa de madurez → expuestos a material contaminado.

- Paredes (2021)



# FACTORES DE RIESGO

39,62% de encuestados (21/53 fincas) desconocían datos fundamentales para determinar riesgos asociados a brucelosis.

Capacitación y programas educativos a ganaderos → medida de prevención que garantizará la implantación de acciones para reducir los riesgos en todas las especies susceptibles.  
- Taboada *et al.*, (2015)

La presencia de un veterinario en el Noroccidente de Pichincha que controle y evalúe la salubridad de las fincas, disminuiría en 17,42% la presencia de enfermedad.

Si se reforzaran las medidas de control y se exigiera un certificado de predio libre, se lograría disminuir un 19,53% la prevalencia en la zona de estudio.

Factor de riesgo	Categoría	Fincas		Riesgo Relativo		Diferencia de RR%
		muestreadas	n	+	Valor	
<b>Conocimiento de la enfermedad</b>	<i>Si</i>	32	22	1.371*	0.67 – 2.79	11.60
	<i>No</i>	21	12			
<b>Conocimiento de vías de transmisión</b>	<i>Si</i>	27	17	0.934	0.45 – 1.92	-2.421
	<i>No</i>	26	17			
<b>Presencia de otras especies animales</b>	<i>Si</i>	48	30	0.533	0.08 – 3.19	-17.50
	<i>No</i>	5	4			
<b>Tipo de producción</b>	<i>Lechera</i>	44	28			
	<i>Cárnica</i>	3	2	-	-	0.985
	<i>Doble propósito</i>	6	4			
<b>Servicio veterinario</b>	<i>Si</i>	20	15	1.697*	0.72 – 3.99	17.424
	<i>No</i>	33	19			
<b>Vacunación</b>	<i>Si</i>	10	8	1.976*	0.54 – 7.20	19.534
	<i>No</i>	43	26			

Nota: n: número de fincas muestreadas; +: Número de fincas positivas a brucelosis; I.C

95%: intervalo de confianza al 95%, RR: Riesgo Relativo; Valor: RR>1 es significativo

# FACTORES DE RIESGO

Factor de riesgo	Categoría	Fincas		Riesgo Relativo		Diferencia de RR%
		muestreadas		Valor	I.C. 95%	
		n	+			
Tipo de vacuna	Cepa 19	3	3			
	RB51	4	2	-	-	0.266
	Cepa 19 + RB51	3	3			
Presencia de abortos	Si	27	16	0.75	0.36 – 1.57	-9.97
	No	26	18			
Manejo de material infeccioso (abortos)	Se deja en el campo	14	8	1.028*	0.41 – 2.535	1.190
	Se entierra	12	7			
Separación de animales enfermos	Si	27	16	0.75	0.36 – 1.57	-9.971
	No	26	18			
Movilización externa de los animales	Si	18	11	0.881	0.42 – 1.84	-4.60
	No	35	23			
Procedencia de animales de reemplazo	Propio	22	14			
	Fincas vecinas	25	17	-	-	0.709
	Ferías	6	3			

La correcta eliminación del material contaminado, junto con la desinfección de potreros y la aplicación de cal, disminuiría en 1,19% la presencia de la enfermedad.

La presencia de abortos, la falta de manejo de material contaminado, la salida inadecuada de animales enfermos → incremento de la incidencia de brucelosis.  
- Gonzáles (2018)

La prevalencia en el Noroccidente de Pichincha:

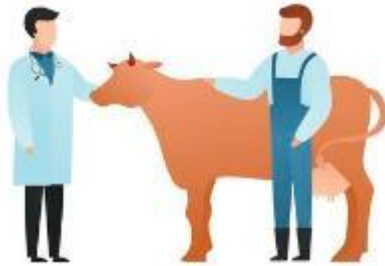
10.32%



64.15%.



Los factores de riesgo más representativos en cada finca:



Sesgo importante en cuanto a la distancia de muestreo:



# RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer un **análisis espacial más profundo** con clúster, que nos permitiría evidenciar el **agrupamiento de las fincas geográficamente**; para un posterior análisis de las zonas que no han sido tomadas en cuenta y de esta forma se podría obtener un valor de **prevalencia real dentro del Noroccidente de Pichincha**.

Realizar **campañas de información** sobre la enfermedad, y explicar la manera correcta de **mantener un ambiente séptico** dentro de la finca, para evitar contagios con las personas que tienen contacto directo con el manejo animal.

Se deberían hacer estudios posteriores en los cuales se **aislen e identifiquen al agente causal** que circula en el Noroccidente de Pichincha, lo cual posibilitaría realizar **controles más eficientes**.



# AGRADECIMIENTOS



ACADÉMIE  
DE RECHERCHE ET  
D'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR





# AGRADECIMIENTOS



GRACIAS ♥