



# PROGRAMA DE BRUCELOSIS BOVINA

2017

**Propuesta para la reformulación del  
Programa de Brucelosis bovina del  
SENACSA - Paraguay**

**Documento de trabajo**

**26 de abril de 2017**

José Naranjo, MV, MSc

Consultor IICA-SENACSA



## PRESENTACION

La Brucelosis bovina es una de las más importantes enfermedades que afecta la producción y productividad de la industria ganadera bovina, sea de carne o leche, limitando en forma significativa la formación y aumento de stock reproductivo de las poblaciones bovinas afectadas. Además, es una zoonosis por el serio riesgo que ocasiona a la salud pública, principalmente por manipulación de animales infectados y consumo de productos contaminados.

**En el ganado vacuno y búfalos, la brucelosis afecta, de modo especial, las vías reproductivas, lo que resulta en pérdidas directas, principalmente debido a abortos, bajas tasas de reproducción, aumento del intervalo entre partos, disminución de la producción de leche, la muerte de terneros al nacer e interrupción de líneas de genética. Las estimaciones muestran la brucelosis sea responsable de una reducción del 25% en la producción de leche y carne y la reducción del 15% en la producción de terneros.**

En la Ley de creación del SENACSA la campaña sanitaria contra la Brucelosis esta priorizada , en cuyo contexto se ha diseñado con la asesoría técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura “IICA”, la Consultoría del Dr Jose Naranjo, el presente Programa con líneas de acciones estratégicas cuya implementación y ejecución permitirán el Control y erradicación de esta enfermedad.

Apostamos por este desafío, las condiciones son favorables: la capacidad técnica del servicio veterinario oficial, la activa participación de los gremios productivos y los actores asociados de la cadena productiva de carne y leche.

**Dr Hugo Federico Idoyaga Benitez**  
**Presidente de SENACSA**

---

---

## **I. Antecedentes**

El Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Animal - SENACSA - del Paraguay, en el marco de sus planes estratégicos de acción para el mejoramiento del nivel sanitario de la ganadería del país, definió a la Brucelosis bovina como una enfermedad prioritaria en su gestión, y estableció un conjunto de iniciativas tendientes a la actualización y fortalecimiento de las estrategias de lucha contra esta enfermedad. En este contexto, SENACSA solicitó a la Representación del IICA en Paraguay a fines de octubre de 2016, una Consultoría para la elaboración de una propuesta de fortalecimiento del Programa Nacional de Brucelosis bovina del Paraguay, esté enfocada a la erradicación de la enfermedad en horizonte de trabajo de mediano plazo en la medida que sea factible. La propuesta debiera tener como base la experiencia y lecciones aprendidas en el ámbito nacional e internacional en la materia, ajustada a la realidad de los sistemas productivos y a la información disponible de la enfermedad en el país, así como también identificar las fortalezas y capacidades existentes en los sectores públicos como privados para enfrentar los desafíos que implica la lucha contra esta enfermedad, teniendo como objetivo el desafío de su erradicación.

El presente documento contiene la propuesta técnica para el fortalecimiento del programa nacional de Brucelosis bovina, elaborada como producto de la consultoría contratada por IICA para el propósito mencionado.

## **II. Definición del Problema**

### **A. Aspectos generales sobre la enfermedad**

La Brucelosis bovina o aborto enzoótico bovino es una enfermedad infecciosa crónica bacteriana de distribución mundial, causada principalmente por la *Brucella abortus*, y con menos frecuencia por la *B. Mellitensis* y la *B. Suis*. Esta infección se transmite al ser humano. Por su distribución e impacto económico y de salud pública, la Brucelosis es considerada como una de las más importantes enfermedades de la ganadería bovina mundial, especialmente en países en vías de desarrollo, y a la vez reconocida como una de las más importantes zoonosis a nivel global.

Las razones que justifican esta importancia, están dadas principalmente por el tipo de daño patológico e impacto económico que produce; su alta capacidad de transmisión entre bovinos y al hombre; y sus bien adaptados mecanismos de defensa y sobrevivencia. Las brucelas tienen un marcado tropismo por los órganos genitales de hembras y machos. En particular posee una excepcional avidez por el útero grávido durante el último trimestre de la gestación, al encontrar en éste el medio ideal para su multiplicación, ocasionando abortos, retención de placenta, metritis,

subfertilidad e infertilidad permanente, así como también el nacimiento de terneros débiles, y la merma en la producción de leche. Al momento del aborto o del parto de hembras infectadas, se produce la excreción de altas concentraciones de Brucelas (en feto, placenta, loquios y demás fluidos orgánicos de la hembra), constituyéndose en la fuente más importante de infección a otros animales y de contaminación ambiental del agente. La glándula mamaria y los ganglios linfáticos relacionados también pueden resultar afectados, y es frecuente que se excreten microorganismos con la leche. En machos infectados ocasiona orquitis, epididimitis, y vesiculitis, llegando a disminuir en forma crítica su función reproductiva pudiendo llegar a la infertilidad permanente.

En síntesis, por su modo de acción la Brucelosis interfiere en forma significativa el proceso reproductivo de un rebaño bovino, produciendo cuantiosas pérdidas físicas y económicas en los establecimientos afectados. En un sistema productivo donde la Brucelosis es endémica, ésta llega afectar la producción y productividad general de la industria ganadera bovina involucrada, sea esta de carne o leche, limitando en forma significativa la formación y aumento de stock reproductivo de las poblaciones bovinas afectadas. Cuantificaciones de pérdidas por Brucelosis realizadas en Brasil en el 2013 indican en promedio pérdidas de US\$ 120 y US\$ 210 por cada hembra infectada de Brucelosis, en los sistemas de producción de carne y leche respectivamente.

Por otra parte, la certificación sanitaria por Brucelosis bovina se encuentra dentro de las exigencias para comercialización de bovinos y sus productos, pudiendo transformarse en una seria restricción para la exportación de carne y leche de bovinos.

Adicional al impacto en la ganadería, la infección por *Brucella* es fácilmente transmisible al ser humano lo que representa un serio riesgo de transmisión hacia las personas, principalmente por manipulación de animales infectados, consumo de leche y derivados lácteos contaminados.

La Brucelosis bovina es una enfermedad de distribución mundial, y en la práctica todos los países han desarrollado planes de lucha contra la enfermedad, existiendo una veintena de países que han logrado eliminarla de su población bovina, lo que demuestra la factibilidad de su erradicación. En Las Américas son libres de Brucelosis bovina en la población bovina, Canadá y Estados Unidos. En Sudamérica, la Brucelosis es endémica en todos los países, existen planes de lucha contra la enfermedad desde la década de los 60, con distintos niveles de eficacia y avance.

En la región se han aplicado diversas estrategias de lucha contra la enfermedad, siendo las más usadas la vacunación sistemática de hembras de entre 3 a 8 meses con Cepa B 19, y al mismo tiempo el test y sacrificio de hembras rectoras. Estas dos estrategias combinadas han sido usadas por varias décadas en la región (en algunos casos más de 50 años), y de acuerdo a los resultados publicados por la mayoría de los países, se mantiene prevalencia de sobre el 2% de sus hembras y sobre el 10% de sus rebaños. Esto estaría indicando que, a pesar de que se han aplicado estas acciones por años, su uso no ha tenido impacto de mejora significativa en el control de la incidencia/prevalencia de la Brucelosis en sus rebaños. No obstante lo anterior, algunos países, como Chile y Uruguay, muestran avances significativos en sus programas, tras haber intensificado sus acciones de lucha, implementando estrategias focalizadas en la detección de rebaños infectados mediante un intensivo sistema de vigilancia, y aplicado en estos rebaños planes obligatorios de saneamiento que incluyen la vacunación del total de las hembras con la Cepa RB 51, la cuarentena y restricción de movimientos de bovinos para reproducción, y test y eliminación programada de retores. En ambos casos, se ha discontinuado el uso de la Cepa B 19 desde hace algunos años. Estos dos países muestran significativos avances en el control de la enfermedad llegando a prevalencias menores que el 1 por mil en hembras adultas, y menores que el 5 por mil en rebaños retores.

Aunque no hay estudios económicos de beneficio - costo publicados en estos dos países, comunicaciones personales de especialistas de dichos países indican que los costos de las acciones no son prohibitivos, y que, comparados con las pérdidas evitadas, indican que las inversiones realizadas en las acciones de control son de alta rentabilidad.

B. Descripción del problema en el país.

De acuerdo con SENACSA, la Brucelosis bovina es una enfermedad endémica en el ganado bovino del Paraguay. Fue diagnosticada por primera vez en 1962, y desde entonces diversas actividades de lucha contra la enfermedad fueron establecidas y ejecutadas, incluyendo la vacunación de terneras con Cepa B 19 a nivel nacional y planes pilotos de establecimiento de zonas bajo control avanzado, con el objetivo de obtener zonas libres en los Departamentos de Caaguazú y Presidente Hayes en la década de los 80.

A inicios del año 2000 se elaboró y publicó la normativa oficial mediante Decreto 10.101/2000 declarando la enfermedad de interés nacional, y reglamentando la lucha contra esta enfermedad. Sin embargo, por diversas razones la adopción y aplicación de las disposiciones del Decreto, por parte del sector ganadero han sido bajas, y en consecuencia no han tenido los efectos de control esperados. A la fecha, varias de sus disposiciones han perdido vigencia producto del avance del conocimiento científico-técnico en relación a la enfermedad que dificulta su aplicabilidad.

Por otra parte, aunque SENACSA mantiene varias líneas de acción para dar cumplimiento a las normativas oficiales, encuentra dificultades de diversa índole, principalmente logístico - operativas, para un cumplimiento cabal de las mismas.

En la práctica, acciones críticas de prevención y control para un adecuado manejo de la enfermedad a nivel de los establecimientos, no son ejecutadas por una importante proporción de ganaderos. Adicionalmente a lo anterior, considerando los registros históricos de importación de vacunas, se puede concluir que existe un bajo e insuficiente nivel de vacunación anti-brucélica, y por consecuencia, un bajo nivel de protección en la población de hembras contra este agente. Asimismo, se observa que no es una práctica común el diagnóstico de rutina de los rebaños y la eliminación de los reactores resultantes.

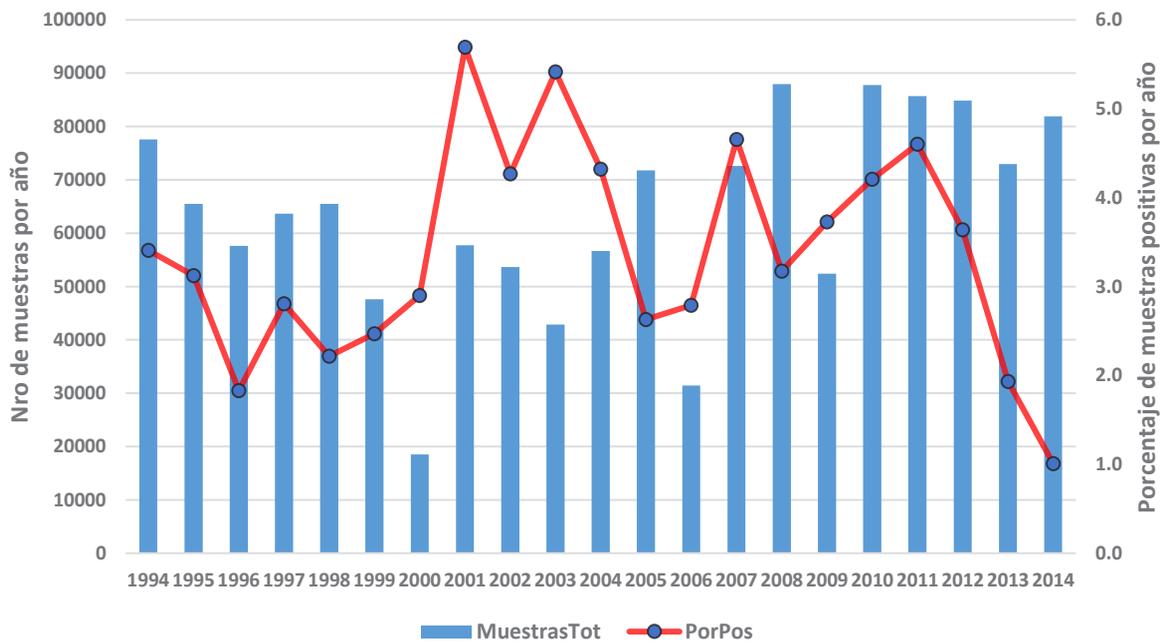
Todo este escenario contribuye a que la enfermedad se mantenga en la población, y que sea detectada en una proporción importante de los rebaños que son sometidos a diagnósticos. En ausencia de acciones de control y prevención masivas y efectivas, no puede descartarse que la infección esté aumentando su incidencia y prevalencia en la población bovina del país.

C. Situación actual de la Brucelosis bovina en el país

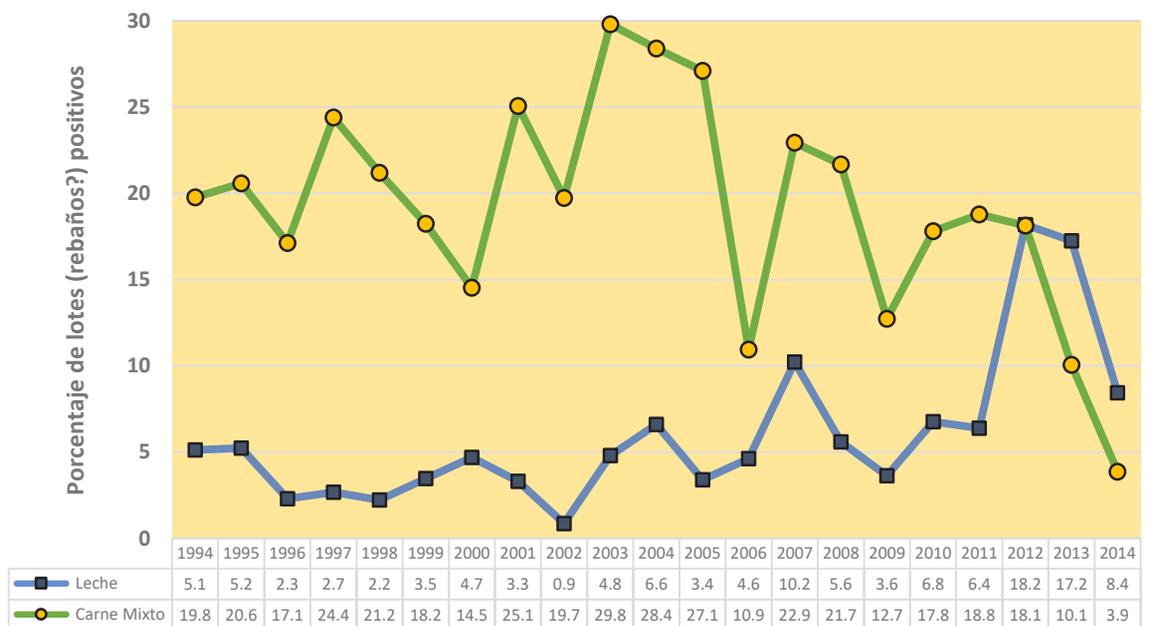
De acuerdo a la información de los diagnósticos de laboratorio, tanto públicos como privados, recopilados por SENACSA en más de dos décadas, se puede concluir que la Brucelosis bovina en el país estaría en una situación endémica, existiendo una proporción significativa de los establecimientos, que envían muestras a los diferentes laboratorios diagnósticos, con resultados positivos tal como se muestra en los gráficos siguientes. Cabe hacer notar que estos resultados no pueden ser considerados como estadísticamente representativos de la población bovina del país, porque no se obtuvieron mediante un diseño muestral específico. Sin embargo, la serie está compuesta de un número excepcionalmente alto de exámenes, y sus datos cubren 1.3 millones de exámenes y sobre 55 mil lotes de muestras procesadas en 21 años. Este hecho permite

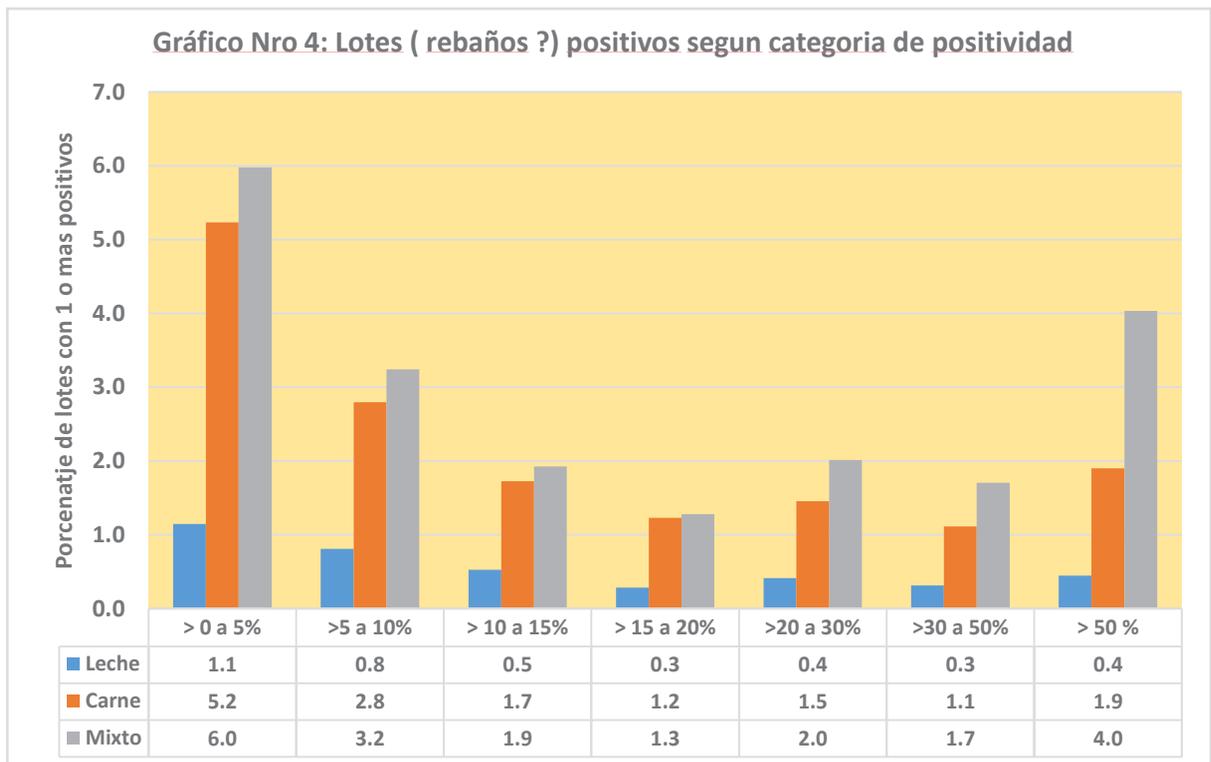
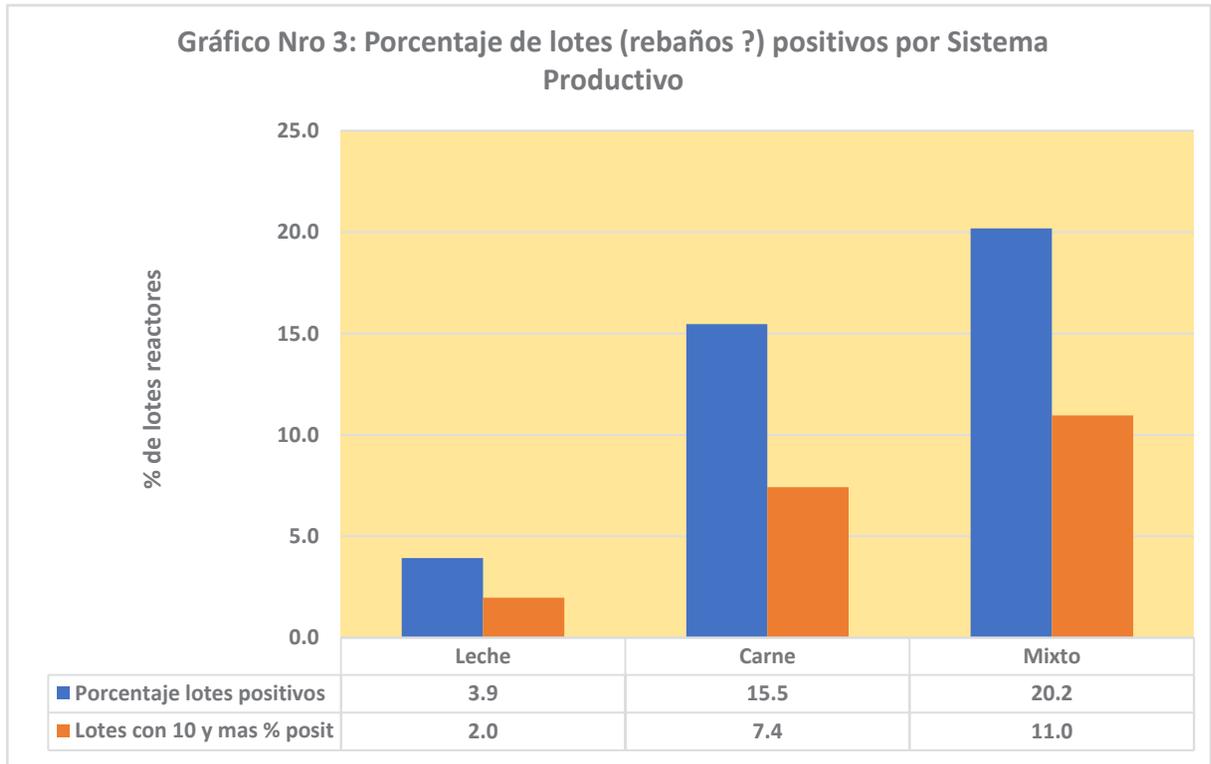
que del análisis de estos datos se obtenga una aceptable aproximación a los niveles reales de infección existentes, lo que es esencial para la cuantificación de las acciones de la propuesta y de sus eventuales resultados.

**Gráfico Nro 1: Total diagnosticos serológicos de Brucelosis y % positivos (muestras) años 1994-2014**



**Gráfico Nro 2: Evolución de reactividad serológica a Brucelosis (% lotes positivos) según sistema productivo por año (1994 - 2014)**



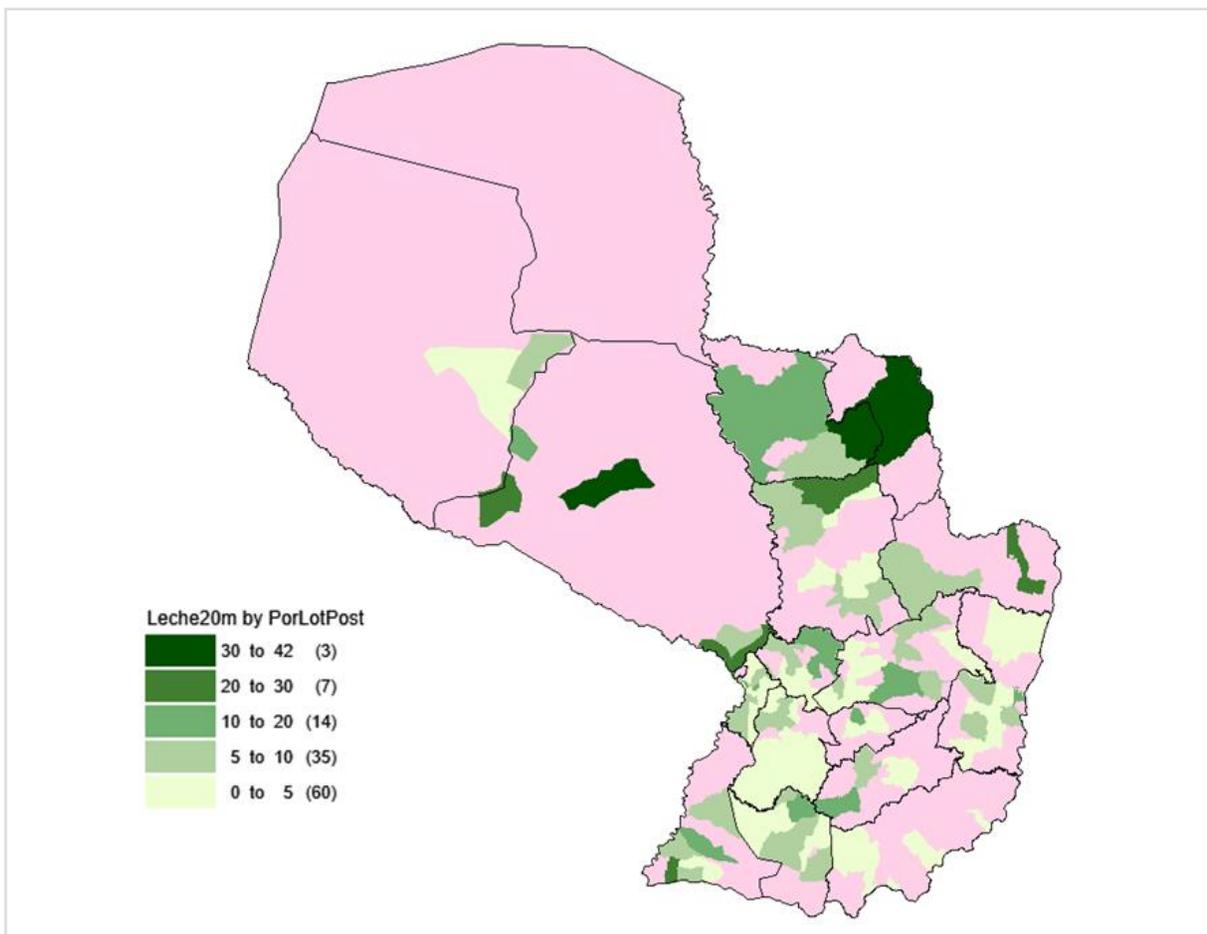


Como se observa en los gráficos 1 al 4, los resultados son indicativos de que la Brucelosis bovina es prevalente en el país, existiendo una alta proporción de establecimientos en condición endémica. Asimismo, es llamativa la diferencia de positividad (niveles de infección) entre los sistemas

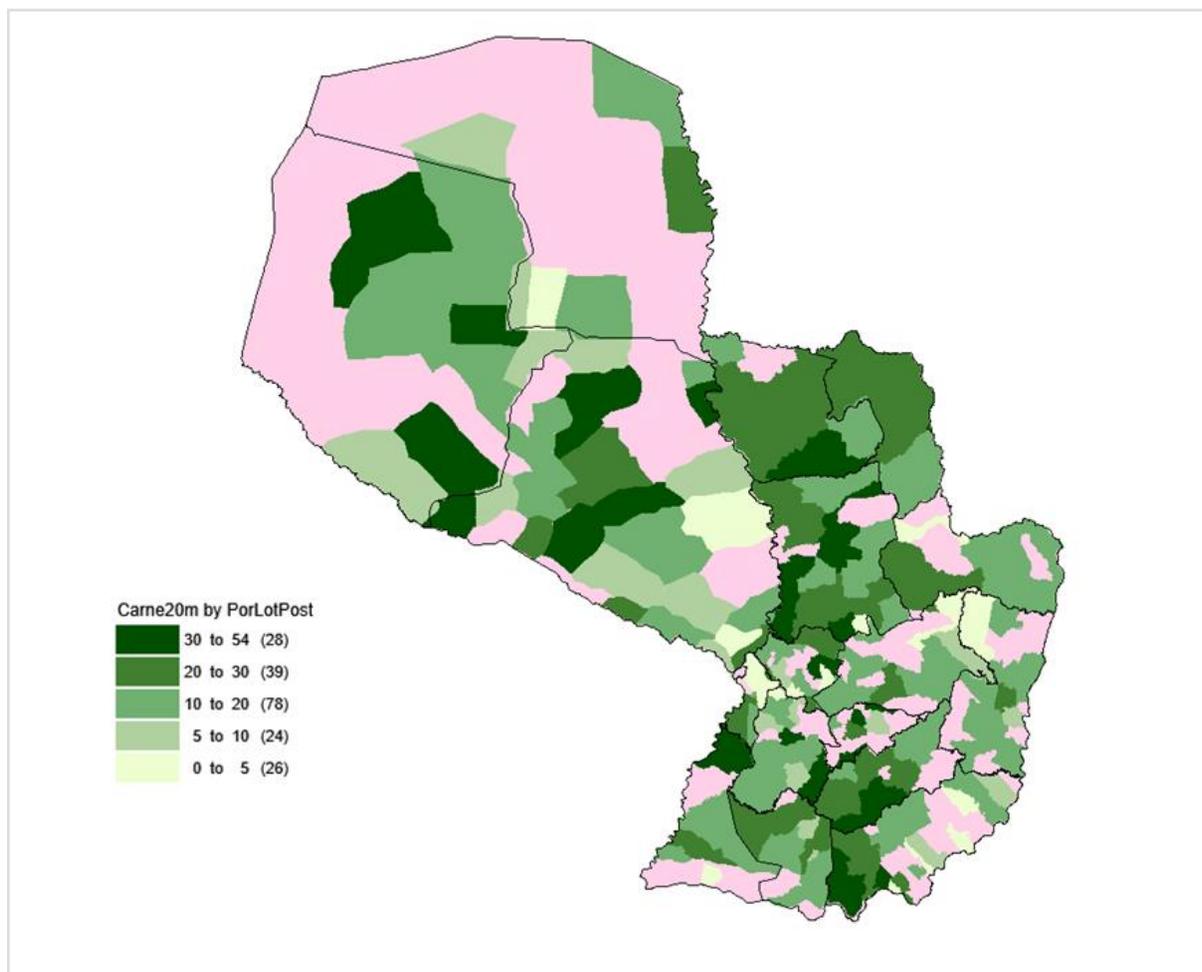
productivos de leche y carne; el sistema lechero alcanza solo a un 3.9% de positividad del total de establecimientos lecheros muestreados, en cambio los establecimientos de carne y mixto tienen un 15.5 y 20% de lotes/establecimientos positivos.

Concordante con lo anterior, los mapas temáticos Nros. 1 y 2 muestran con claridad la significativa diferencia en niveles de positividad y de distribución en relación a Brucelosis entre los sistemas productivos de leche y carne. Así, en tanto el 50% de los distritos sanitarios están bajo el 5% de positividad cuando envían lotes de muestras provenientes del sistema lechero (20 lotes o más), solo el 13% de los distritos sanitarios estaban bajo el 5% de positividad de los lotes que procedían del sistema de carne. Entre tanto que, en los niveles más altos de positividad, solo el 20% de los distritos sanitarios tenían niveles de positividad de los lotes por sobre el 10% del sistema lechero, en contraste con los de carne donde el 89% de los distritos sanitarios tenían sobre el 10% de positividad del total de lotes examinados. En el mismo sentido, es llamativa la alta frecuencia y amplia distribución de distritos sanitarios con 30% o más de positividad intra lotes cuando provienen del sistema de carne.

Mapa Temático Nro. 1: Distritos sanitarios según nivel de positividad a Brucelosis (intra lote) del sistema de producción de leche.



Mapa Temático Nro. 2: Distritos sanitarios según nivel de positividad a Brucelosis (intra lote) del sistema de producción de carne.



La situación sanitaria que surge del análisis de los resultados diagnósticos, indicativa de una situación endémica con una proporción de rebaños con alta incidencia, es compatible con el aparente bajo e insatisfactorio uso de la vacunación de terneras con Cepa 19 y por ende un bajo nivel de inmunidad poblacional. Usando los registros de importación de vacunas de SENACSA, se puede estimar que la vacunación de terneras con Cepa B 19 es bajo alcanzando una cobertura entre 40 a 50% de las hembras de esta categoría. Cabe mencionar que son conocidos los efectos que tienen las campañas de vacunación de terneras contra Brucelosis realizadas en forma sistemáticas y sostenidas en el tiempo, la disminución de la incidencia en los predios vacunados efectivamente vacunados. Por el contrario, altos índices de incidencia/prevalencia de Brucelosis están fuertemente correlacionados con una baja o inexistencia de inmunidad a B. Abortus. En este sentido, debe señalarse que la experiencia internacional indica que es necesario alcanzar en forma sostenida sobre un 80% de cobertura de vacunación por al menos 5 generaciones de hembras para que efectivamente se produzca reducción significativa de la incidencia /prevalencia.

En relación a los movimientos de hembras, en la práctica no existe restricciones u control de movimiento de bovinos de reproducción entre establecimientos por motivos de Brucelosis bovina, con la excepción de la exigencia de exámenes previos para el ingreso a feria exposiciones. En este escenario, algunos establecimientos realizan chequeos a sus hembras cuando sospechan de

tener la infección, y realizan en forma privada esquemas de eliminación vendiendo sus hembras rectoras, algunas de las cuales son adquiridas para formar parte de otros establecimientos, con el consecuente riesgo de diseminación de la enfermedad. Asimismo, una proporción importante de las plantas lecheras declara realizar en forma rutinaria pruebas de Brucelosis mediante la prueba del anillo en leche (Ring Test) a sus proveedores como parte de su sistema de control de calidad. Los establecimientos que resultan positivos se les indica hacer exámenes de sangre a sus hembras, debiendo eliminar las hembras rectoras para seguir siendo aceptada su leche en la planta. En su gran mayoría sino todo el proceso de exámenes y posterior eliminación se realiza en forma no oficial, pudiendo una proporción no menor de las hembras eliminadas, ir a formar parte de otros rebaños productores de leche, con el consecuente riesgo de diseminación de la infección.

Como se indicó, no hay estudios de prevalencia representativos realizados en el último tiempo en el país. No obstante, de acuerdo al análisis de los datos del diagnóstico recolectados se puede hacer una estimación a modo de hipótesis de trabajo más probable que la prevalencia de un 5% en las hembras y 20% en los rebaños con poblaciones de 50 hembras o más. En el sistema de producción de leche el nivel de prevalencia sería de un 2% de las vacas y un 8% de los rebaños. En el sistema productivo de carne el nivel de prevalencia sería de un 6% de las vacas y de un 25% de los rebaños. Estos niveles de prevalencia podrían fluctuar en un 20% +/- . Esta hipótesis de prevalencia será usada para las proyecciones de progresión del programa.

#### D. Justificación de necesidades de intervención

La presencia de la Brucelosis en la población bovina del país afecta directamente la producción y productividad de los rebaños afectados; limita y condiciona el potencial de crecimiento del rebaño nacional y pone en riesgo a la población humana que maneja animales infectados.

Adicionalmente, esta infección puede tener impacto en la comercialización de animales y productos animales pudiendo afectar en forma severa la competitividad de los productos (carne, leche y sus derivados) en el comercio internacional.

En este contexto, SENACSA considera necesario actualizar y reformular el Programa Nacional de Control de Brucelosis bovina que desarrolla esta institución, con el objetivo de controlar y erradicar la enfermedad en el plazo más breve posible, y de esta manera evitar las pérdidas económicas que ocasiona la enfermedad, así como disminuir los riesgos de infección a las personas, junto con mejorar la competitividad del rubro, al obtener las condiciones sanitarias adecuadas al escenario de exigencias sanitarias de exportación de productos bovinos.

#### E. Pronóstico

##### 1. Pronóstico de la situación epidemiológica sin fortalecimiento del programa

De acuerdo con la situación descrita: niveles medianos a altos de incidencia y prevalencia, bajas coberturas de vacunación, y escasas o nulas restricciones de movimiento de hembras desde los predios infectados, unido a una baja adhesión a las acciones de control y prevención por parte de los ganaderos principalmente los medianos y grandes, que es donde se concentran mayoritariamente los rebaños afectados, se prevé que, la evolución de los indicadores epidemiológicos de la Brucelosis bovina como incidencia/prevalencia y distribución espacial, tenderían a mantenerse o más probablemente a incrementar. En función a lo descrito, la enfermedad continuaría causando daño productivo importante a la ganadería bovina nacional, con claro efecto en la tasa de procreo y en las dificultades de certificación de productos para comercio de exportación.

## 2. Pronóstico de la situación epidemiológica con acciones de fortalecimiento del programa

Con base a la experiencia recogida de los programas a nivel regional, y la realidad productiva y epidemiológica de la ganadería bovina del país, así como la experiencia y capacidad técnica y operativa demostrada por los servicios veterinarios tanto oficiales como privados en el Programa de erradicación de la Fiebre Aftosa, se concluye que estarían dadas las condiciones técnicas y operativas para introducir las modificaciones pertinentes al Programa Nacional de Brucelosis, en orden a intensificar las acciones de intervención que aseguren un efectivo control de la enfermedad tendientes a erradicarla en un horizonte de mediano y largo plazo. Además, junto con las excepcionales condiciones para realizar las modificaciones comentadas, la oportunidad es a todas luces propicia para hacerlo, dado el buen nivel de trabajo conjunto y mancomunado de los sectores público y privado, el creciente prestigio que está alcanzando la ganadería del país como proveedor de alimentos de origen animal de calidad, y la necesidad de la mejora continua de la sanidad animal más allá de la Fiebre Aftosa como pilar del desarrollo ganadero del país.

### III. Descripción de la Propuesta de Programa

#### A. Bases técnicas de la Propuesta

Con base a lo expresado en el diagnóstico de situación, los principales problemas/desafíos por enfrentar en el programa de Brucelosis del Paraguay tendientes a controlar y erradicar la enfermedad en el plazo más breve posible, se resumen en: a) alta susceptibilidad de la población bovina de reproducción a la infección por Brucela; b) situación endémica de Brucelosis con distribución nacional con medianos a altos niveles de infección en los rebaños; y c) baja adhesión de los ganaderos por las acciones de control.

Teniendo como base lo anterior, el programa deberá resolver estas cuestiones en forma agresiva usando una combinación de estrategia/instrumentos que actúen sinérgicamente para maximizar los resultados en el menor tiempo y a un mínimo costo posibles. Considerando las experiencias exitosas y lecciones aprendidas en de los programas de Brucelosis principalmente a nivel regional, se plantean como los ejes centrales de acción para enfrentar la problemática señalada, a los siguientes objetivos estratégicos:

1. Disminución de la susceptibilidad de las hembras a nivel poblacional a la *Brucella abortus* mediante la inmunización de las hembras a través de vacunación sistemática y obligatoria.
2. Identificación de establecimientos infectados por *B Abortus*, a través de esquemas de vigilancia utilizando preferentemente instancias extra prediales: en plantas lecheras; mataderos; y ferias ganaderas.
3. Saneamiento de los establecimientos infectados, a través de esquemas de vacunación y revacunación de hembras adultas, detección y eliminación de hembras positivas posterior a la vacunación, plan de manejo sanitario y restricción de movimientos.
4. Adhesión y participación activa de los ganaderos en las acciones de lucha
5. Coordinación público privada para dar sustento táctico-operativo a las acciones del programa, particularmente en la vacunación sistemática de hembras

6. Fortalecimiento de las competencias y capacidades de los servicios veterinarios en especial a nivel local, en la gerencia y coordinación, y en el diagnóstico.

B. Componentes de acción propuestos para fortalecer el Programa Nacional de Brucelosis

En el marco de lo ya analizado, y en el escenario que el país tenga como objetivo ir hacia la erradicación de la enfermedad, se proponen un conjunto de actividades integradas en componentes de acción del programa. Estos componentes se agrupan en: a) componentes principales, los que se ocupan de resolver los problemas centrales descritos en las bases técnica de la propuesta, esto es: elevando la cobertura de inmunidad, detección de rebaños infectados y saneamiento de estos; y b) componentes complementarios: que se ocupan de dar un entorno favorable para la adecuada ejecución de los componentes principales, esto es un marco jurídico reglamentario, de gerencial y operación del programa incluyendo sistemas de información y de diagnóstico, así como la gestión de las competencias y capacidades de los entes involucrados; y la participación y adhesión de los ganaderos a las acciones del programa.

A continuación, se describen los componentes comentados.

1. Primer componente estratégico: Inmunización

- a. Objetivo: Aumentar la cobertura inmunitaria de la población de hembras a niveles epidemiológicamente efectivos compatibles con la disminución progresiva de la incidencia/prevalencia de la enfermedad a través de campañas de vacunación sistemáticas.
- b. Descripción: Vacunación sistemática y obligatoria de las hembras bovinas en el marco de los procedimientos establecidos para la vacunación sistemática de la Fiebre Aftosa como sigue:
  - » Vacunación de terneras (hembras de entre 3 a 8 meses de edad) con Cepa B 19 en el primer período de vacunación anti aftosa (Enero Febrero de cada año)
  - » Vacunación de las desmamantes hembras con Cepa RB 51 en el tercer período de vacunación anti aftosa (Julio Agosto de cada año)
- c. Requerimientos de implementación sugeridos:
  - » Inmunización de hembras jóvenes que permitan obtener un nivel de protección suficiente para enfrentar niveles altos de desafío de infección a través de campaña sistemática y obligatoria de vacunación. Se requiere que las hembras jóvenes tengan dos vacunaciones en forma previa al inicio de su actividad reproductiva (como terneras cuando tengan entre 3 a 8 meses de edad utilizando inicialmente la Cepa B 19, y como desmamantes - sobre 8 meses de edad- utilizando la Cepa RB 51).
  - » Campañas de vacunación anti-brucélicas realizadas en forma conjunta a las campañas de vacunación de Fiebre Aftosa, aprovechando la infraestructura, logística, y capacidad operativa y experiencia de las Comisiones de Salud Animal implementadas para la vacunación contra esta enfermedad.
  - » Lograr como meta mínima de 80% de cobertura vacunal del universo de las respectivas categorías a ser inmunizadas. Se prevé que con niveles de cobertura iguales o superiores

al 80% sostenidos por un mínimo de cinco generaciones de hembras se obtendría un impacto significativo de la disminución de la incidencia/prevalencia de la infección a nivel nacional.

- » Se propone mantener en los años iniciales la vacunación con Cepa B 19, en tanto sea usada efectivamente en terneras de 3 a 8 meses, por tener un costo menor y tener amplia disponibilidad en el mercado internacional. En la medida que avance el programa y se tengan resultados de disminución de prevalencia, se propone estudiar el uso exclusivo de la vacuna RB 51.
- » Asegurar la disponibilidad de vacunas para realizar la vacunación con la creación de un banco de inmunógenos (idealmente de un millón de dosis) en forma previa al inicio de cada campaña de vacunación;
- » Establecer el registro de la importación, control de calidad, expendio y certificados de vacunación en el sistema de información SIGOR de un modo similar al implantado para Fiebre Aftosa;
- » Establecer restricciones de movimiento de terneras y desmamantes hembras a los establecimientos que no tengan certificación de vacunación;
- » Capacitación de personal de las Comisiones de Salud Animal sobre manejo, aplicación y bioseguridad de la vacuna anti-brucela;
- » Educación sanitaria y comunicación social a los ganaderos sobre las ventajas de la vacunación e información general sobre daños de la Brucelosis y formas de prevención y control.

d. Cuantificación preliminar de recursos

De acuerdo a la información de SENACSA obtenida de SIGOR actualizada a febrero de 2017, se requiere la inmunización anual de 1.2 millones de terneras, y de 1.1 millones de desmamantes hembras, correspondiente a todas las hembras nacidas en un mismo ciclo anual de producción. En este marco se requieren tener anualmente:

1.2 millones de dosis de vacuna antibrucélica Cepa B 19

1.1 millones de dosis de vacuna antibrucélica Cepa RB 51

2. Segundo componente estratégico: Detección rebaños infectados

- a. Objetivo: Detección e identificación de rebaños infectados a través de un sistema de vigilancia activo.
- b. Requerimientos y necesidades: Este objetivo debiera hacerse operativo en dos etapas, considerando las facilidades y niveles de incidencia/prevalencia de los sistemas productivos existentes en el país.
  - » Primera etapa: el sistema de vigilancia sería implementado en el sistema de produc-

ción lechera a nivel de las plantas recolectoras de leche, realizando en forma sistemática (mensual o bi mensual) pruebas en leche (prueba del anillo). Ello porque este sistema de producción muestra relativamente bajos niveles de positividad, y a través de las pruebas en leche se puede detectar planteles infectados con un alto grado de efectividad y a muy bajo costo. Asimismo, la mayoría sino todas las plantas tienen laboratorios de calidad de leche, y con frecuencia realizan pruebas de Brucelosis a sus proveedores. Este sistema debe contemplar la investigación serológica de confirmación en los rebaños que se detecten con dos o más pruebas positivas en leche en un período de 6 meses. De esta forma en un horizonte de un año de pruebas, se tendría cercano al 100% del universo de proveedores de leche con el diagnóstico de su situación sanitaria completo referente a Brucelosis bovina.

- » Segunda etapa: establecer el sistema de vigilancia en mataderos y ferias de ganado, tomando en forma rutinaria muestras de sangre al 100% de los lotes de hembras que ingresen a estos recintos. Esto requiere establecer brigadas de muestreo en estos locales las que se harán cargo de su envío al laboratorio. En caso de la vigilancia en ferias ganaderas, y en una etapa de control avanzado se requiere el uso de laboratorios móviles instalados en cada recinto para tener el resultado en un par de horas, de modo que se pueda decidir el destino de las hembras rectoras en forma previa al remate. En un escenario de trabajo de dos a tres años podría detectarse un porcentaje significativo de los establecimientos de producción de carne con infección. Al igual que en la vigilancia en leche, este sistema requiere de investigación serológica en los predios de origen de los animales rectoras.

c. Cuantificación preliminar de recursos.

- » Se requiere que el sistema de vigilancia detecte el universo de establecimientos infectados, en el plazo que la autoridad determine en función de sus capacidades de diagnóstico y posibilidades de intervención de estos.
- » En el sistema de producción láctea se plantea que sea obligatorio el examen periódico de muestras de leche mediante la prueba del anillo en la modalidad de censo sanitario, es decir hecha a todos los proveedores de leche del universo de plantas recolectoras de leche existentes en el país. Se estima que existen cercano a los 5 mil establecimientos productores de leche.
- » En el sistema de producción de carne el sistema de detección debe realizarse en los lugares de concentración de ganado: ferias y mataderos. Dependiendo de las decisiones estratégicas de SENACSA considerando sus capacidades de diagnóstico, se estima que se debiera obtener muestras en todas las ferias ganaderas existentes a toda hembra adulta que ingrese al recinto.
- » En los mataderos se sugiere tomar una muestra representativa de cada lote de hembras que ingrese a dicho recinto.
- » Adicional a lo anterior debe considerarse que se requiere realizar el examen de verificación en cada rebaño que resulte con positivos en las plantas lecheras o en los lugares de concentración de ganado.
- » En función de lo anterior se estima que se requerirá una capacidad de diagnóstico serológico directamente relacionada con la vigilancia de alrededor de 100 mil diagnósticos

anuales.

3. Tercer componente estratégico: Saneamiento de rebaños infectados

- a. Objetivo: Eliminar la infección del rebaño a través de un sistema de intervención sanitaria o saneamiento definitivo de estos.
- b. Descripción: Posterior a la identificación de rebaños infectados, se aplicará un esquema de intervención sanitaria, bajo régimen de interdicción predial, con el objetivo de eliminar la infección en cada rebaño infectado, mediante el uso combinado de herramientas de lucha principalmente:
  - » Vacunación y revacunación de hembras adultas con Cepa RB 51, para disminuir en forma drástica la susceptibilidad del rebaño de vacas,
  - » Mantención de la vacunación de terneras y desmamantes hembras de las campañas sistemáticas
  - » Manejo sanitario del rebaño infectado para disminuir la diseminación y exposición a abortos y materiales infectados, también evitando servir hembras infectadas o sospechosas,
  - » Chequeos serológicos y posterior eliminación programada de los reactores positivos para sanear el rebaño.
  - » Restricción de movimiento de hembras solo con destino a matadero, para disminuir el riesgo de diseminación de la infección hacia otros establecimientos
- c. Requerimientos.
  - » El sistema de saneamiento debe estar sincronizado a la implementación del sistema de vigilancia y detección, de modo que tan pronto se detecten los rebaños infectados estos se intervengan en el plazo más breve posible post detección.
  - » En este escenario es altamente recomendable que la vigilancia y detección de rebaños infectados sean implementados en conjunto o secuencialmente con el sistema de saneamiento.
  - » En este sentido y alineado a lo propuesto para la implementación del sistema de vigilancia y detección, se recomienda iniciar las acciones de saneamiento primero con el sistema de producción lechero.
  - » Del mismo modo, cuando se inicie el sistema de vigilancia en el sistema de producción de carne, debe a continuación partir en operación su respectivo sistema de saneamiento.
- d. Cuantificación preliminar de recursos.

De acuerdo a las estimaciones realizadas sobre la base de los diagnósticos de Brucelosis realizados en el país desde 1994 (descritos con detalle mas adelante en este documento),

podrían existir en un escenario mas probable alrededor de 2.500 establecimientos con infección en el sistema de producción de carne, unos 400 en el sistema de producción láctea y unos 1.200 en el sistema de producción familiar. En función de la capacidad de detección y los recursos disponibles se plantea una inclusión gradual en el plan de saneamiento, partiendo por el sistema de producción de leche que estaría cubierto el 100% en dos años, a partir del año dos del programa, y en gradual hasta alcanzar el 100% de los establecimientos en el año 6 del programa para los sistemas de carne y de producción familiar. Como se describirá mas adelante esta propuesta de trabajo plantea que en el año 6 a 7 del programa se tendrían alrededor de 1.500 establecimientos en saneamiento como máximo.

#### 4. Componentes complementarios:

Descripción: Componentes que deben ser integrados al programa para potenciar los componentes estratégicos principales con el objetivo de generar las condiciones externas más favorables posibles para que su aplicación permita alcanzar en tiempo y forma los objetivos y metas del programa.

- 4.1. Sistema de legislación y reglamentación: Deberá dar el sustento jurídico al programa, y que a su vez sirva de guía expedita y clara para los usuarios para ejecución de acciones obligatorias que estos deben realizar. Debe contemplar la adecuación de la normativa actual al nuevo escenario estratégico y de aplicación del programa. Se propone tenga dos sub componentes: uno jurídico y otro reglamentario. El Jurídico establecerá los aspectos esenciales relativos a la preservación del bien común y de obligatoriedad en relación a la lucha contra la Brucelosis, que incluya los aspectos esenciales y de poca variabilidad en el desarrollo del programa. El Reglamentario se hará cargo de describir los estándares, procedimientos, guías y buenas prácticas sanitarias con las que operarán las diversas acciones y componentes, que son aspectos dinámicos y que requieren de adecuaciones de fácil resolución. Se propone que el sub componente jurídico esté contenido en un Decreto Presidencial, y que el sub componente reglamentario sea atribución y responsabilidad de SENACSA, y esté contenido en resoluciones dictadas por esta Institución. Se prevé que este componente debe estar implementado antes del inicio de las acciones obligatorias propuestas.
- 4.2. Sistema de gestión técnico operativa: Será responsable por el planeamiento, coordinación, control de ejecución, manejo presupuesto y evaluación del programa. Su misión es asegurar la normal y correcta ejecución de las diversas líneas de acción a través de los diferentes actores y participantes del programa, y la detección oportuna de dificultades y la solución de estas en los ámbitos de acción correspondientes. Se propone establecer un comité de gestión técnica y administrativa donde estén representadas todas las instancias que participen en el programa. Se sugiere que esté Comité deberá tener un coordinador y un secretariado técnico/administrativo, y que reporte sus sesiones a las Direcciones que SENACSA establezca. De acuerdo a la actual disponibilidad de recursos de SENACSA este componente requiere de aumento de profesionales para el área de gestión en el nivel central y en el laboratorio de SENACSA, así como recursos adicionales para las operaciones de campo. Se prevé la necesidad de 10 profesionales adicionales.
- 4.3. Sistema masificado de certificación de rebaños libre de Brucelosis. Esquema técnico destinado a otorgar certificación oficial a rebaños bovinos como libres o de mínimo riesgo en relación a Brucelosis. Esta certificación deberá estar avalada por un conjunto de acciones que deben realizarse en el rebaño, con el compromiso del propietario y de

su veterinario asesor, que aseguren técnicamente que el rebaño reúne las condiciones sanitarias de ausencia de la infección y que cuenta con medidas de bioseguridad que prevengan el ingreso de la infección al plantel. Esta línea de acción hará posible la creación de una oferta de reproductores en forma segura en relación a Brucelosis, en particular para apoyar el saneamiento de los rebaños infectados, y para la creación de nuevos rebaños o aumento de masa de rebaños de los ya creados. En este sentido, la certificación de rebaños libres haría una importante contribución a la disminución de la incidencia de nuevos predios infectados, junto con hacer posible la certificación de productos generados en estos rebaños. Se estima que se podría llegar a ingresar a esta certificación cercano a los 1000 establecimientos.

- 4.4. Sistema de acreditación de Médicos Veterinarios Privados. Se trata de un esquema de habilitación oficial de Médicos Veterinarios para que realicen acciones profesionales en establecimientos bajo delegación oficial. El programa propuesto requiere de un conjunto de actividades técnicas con la participación de un profesional médico veterinario habilitado en forma oficial para el efecto. Dado que la propuesta supone que un predio infectado quedará bajo interdicción sanitaria, es decir, en cuarentena, se propone que las acciones de saneamiento estén bajo la supervisión y responsabilidad de un profesional idóneo, en este caso un Veterinario Privado con reconocimiento y habilitación oficial para hacerse responsable de las acciones necesarias a ejecutar, sin perjuicio de las responsabilidades del propietario del rebaño. Asimismo, y por tratarse de una actividad de certificación oficial, también la certificación de rebaños libres se recomienda debiera contar con Médicos Veterinarios Privados acreditados. Se estima que se requerirán alrededor de 400 médicos veterinarios acreditados para la ejecución de las actividades de saneamiento, y unos 100 para las actividades de certificación de establecimientos libres.
- 4.5. Sistema de diagnóstico de laboratorio de la enfermedad fortalecido. El diagnóstico de laboratorio es una actividad crítica para el adecuado desarrollo del programa, en particular para el adecuado funcionamiento de los componentes principales (inmunización, detección y saneamiento). En este marco, el componente de diagnóstico debe cubrir todas las necesidades de diagnóstico que requiere el programa, incluyendo:
  - a) La adecuación y fortalecimiento de la capacidad de diagnóstico del Laboratorio Central del SENACSA
  - b) la provisión de reactivos,
  - c) La elaboración de manuales y normas técnicas sobre realización e interpretación de pruebas diagnósticas, y requerimiento de calidad y buenas prácticas
  - d) el control de los biológicos usados en el programa (vacunas y reactivos para las pruebas),
  - e) la investigación operativa de efectividad de las técnicas diagnósticas utilizadas o por utilizar,
  - f) la habilitación de la red de laboratorios privados, que en conjunto con el de SENACSA se harán cargo de procesar la totalidad de las muestras provenientes de las acciones de vigilancia, saneamiento y certificación de rebaños libres, y

- g) el adiestramiento y capacitación en materia de su especialidad tanto a la red diagnóstica privada como a las unidades operativas de campo para interpretación de resultados.

Como se mencionó este componente requiere en términos de diagnóstico de aumento de su capacidad operativa actual. Ello significa el aumento de su planta profesional con al menos 2 funcionarios adicionales, y de instalaciones y equipos para una capacidad diagnóstica de sobre las 120 mil exámenes anuales.

- 4.6. Sistema de información del programa. Este componente tendrá a cargo la gestión de la información, es decir generar las condiciones que permita la fluidez y oportunidad en la captura, proceso y análisis de todos los datos generados por programa para dejarla disponible a todos los niveles que intervienen en la toma de decisiones. En este marco, se requiere:

- a) El uso del SIGOR como plataforma de gestión de información
- b) La inclusión en el SIGOR de la operación computacional de registro, proceso y disponibilidad de las acciones de vacunación, de vigilancia, de saneamiento, de certificación de rebaños libres, y de los diagnósticos de la red de laboratorios.
- c) La gestión de autorizaciones y restricciones de movimientos de ganado de acuerdo a las normas que establezca SENACSA (cumplimiento de la vacunación y restricciones de rebaños en saneamiento)
- d) La creación de utilitarios computacionales para su uso en campo (idealmente en Tablet o smartfone) que facilite la gestión de la información en: saneamiento de establecimientos; y muestreos de hembras en frigoríficos, mataderos y ferias de ganado.

Los requerimientos de este componente deben ser gestionados con los responsables de la operación y mantenimiento del SIGOR, que seguramente, requerirá de inversiones adicionales, que deben ser cubiertas con fondos propios.

- 4.7. Plan de capacitación, entrenamiento y divulgación técnica: Responsable de fortalecer las competencias y capacidades de los profesionales, técnicos y paratécnicos que estén involucrados en las acciones de campo (vacunación y saneamiento), en particular el personal de las Unidades zonales y de Lugares de Concentración de Ganado de SENACSA y de las Comisiones de Salud Animal del sector privado. Se requiere que estas actividades se realicen con suficiente antelación al inicio de las acciones, y que se haga una evaluación del nivel de expertise alcanzado en jornadas posteriores a la ejecución de las acciones. El plan debe contemplar además la elaboración de documentos técnicos que permitan mejorar el grado de aprendizaje, a la vez que sirvan a los profesionales de material de consulta y guía técnica. Inicialmente se requiere capacitar al 100% de los operadores de campo dependientes de las 23 comisiones de Salud Animal - CSA establecidas, (vacunadores y certificadores) que estarán a cargo de la vacunación. Se estima que en total son 3.000 mil operadores. Adicionalmente deben capacitarse los coordinadores de las CSA, así como los profesionales y técnicos de las 20 Coordinaciones y 80 Unidades Locales del SENACSA. Esta capacitación debe ser hecha en forma previa al inicio de la primera campaña de vacunación propuesta, y debe ser acompañada con la elaboración de los respectivos manuales operativos y guías de técnicas de consulta.

- 4.8. Plan de abogacía y búsqueda de consenso político-técnico: responsable de generar condiciones político institucionales para obtener el apoyo político y financiero sobre las acciones del programa en los diferentes ámbitos de la toma de decisiones del país relacionado con la ganadería. Se propone la elaboración de documentos descriptivos - analítico del programa para conocimiento

y discusión a nivel de los diversos tomadores de decisión del más alto nivel del país, que relate los impactos de la enfermedad y los beneficios económicos y la rentabilidad social y privada de las acciones, así como de los riesgos e impactos negativos que se generarían de no fortalecer las actuales acciones del programa.

- 4.9. Plan de educación sanitaria, y comunicación social: responsable de socializar en la comunidad ganadera y público en general, las acciones del programa para facilitar su adopción por parte de los entes involucrados, y lograr en estos, actitudes y comportamientos favorables hacia los objetivos del programa. Debe contemplar la elaboración de material divulgativo impreso, así como insertos publicitarios en los medios de comunicación de masas, y la instalación de anuncios e infogramas en las principales rutas terrestres del país. Este componente debe contar con personal especializado en comunicaciones, apoyado por los profesionales de gestión técnica del proyecto.

5. Propuesta de cronograma de ejecución de componentes y líneas de acción prioritarias

De acuerdo a lo descrito anteriormente, y teniendo presente la realidad epidemiológica de la población bovina del país comentada se propone el siguiente cronograma o mapa de ruta de implementación de componentes.

Componente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Formulación, abogacía, planeamiento, preparación y puesta en marcha											
Vacunación Terneras 3 a 8 meses Cepa 19											
Vigilancia/detección rebaños infectados Sistema Lechero Prueba Ring Test											
Saneamiento rebaños infectados Sistema lechero Vacunación Adulto Cepa RB51											
Vigilancia/ detección Sistema carne Matadero y ferias ganaderas											
Saneamiento rebaños infectados Sistema lechero Vacunación Adulto Cepa RB51											
Control movimiento hebras por vacunación terneras y por establecimientos en saneamiento											
Legislación, reglamentos y normas											
Sistema de Información											
Gestión técnica, planeamiento, coordinación y evaluación											
Diagnóstico de Laboratorio											
Capacitación y entrenamiento											
Educación sanitaria y comunicación social											

6. Descripción del escenario epidemiológico para la ejecución del programa.

Tal como se describió en el capítulo del diagnóstico de situación, junto con la experiencia y lecciones aprendidas en el ámbito regional, la propuesta tuvo en cuenta la información disponible sobre la historia de las acciones de lucha, la actual situación epidemiológica derivada del análisis de los diagnósticos de laboratorios, y del análisis de los diversos sistemas de producción bovina existentes en el país, y de las capacidades de las instituciones responsables de la sanidad animal del país. En los puntos siguientes se describirán los diversos elementos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la presente propuesta

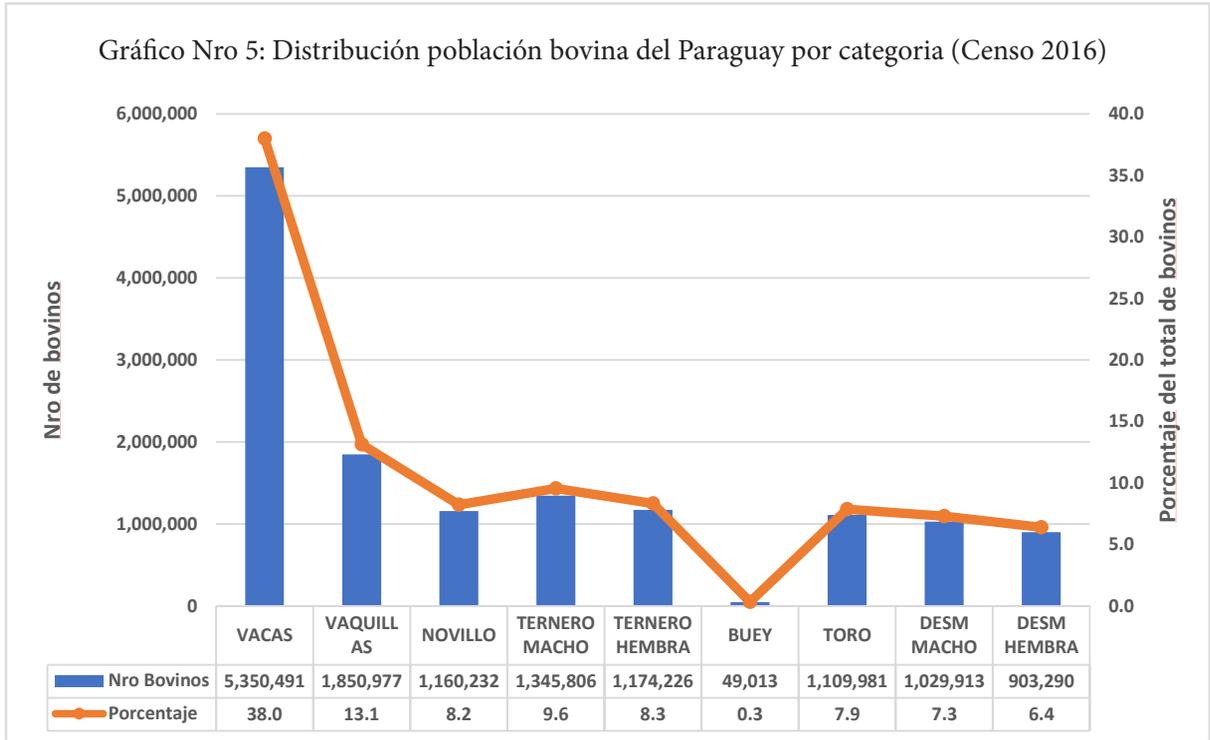
6.1. Descripción de la población bovina objetivo.

De acuerdo a los datos de SENACSA la población bovina del Paraguay medida en el primer período de vacunación de FA de 2016, está cerca de los 14 millones de bovinos distribuidos en 108 mil establecimientos. La distribución de la población bovina por categorías según Departamentos se muestra en la tabla nro.1.

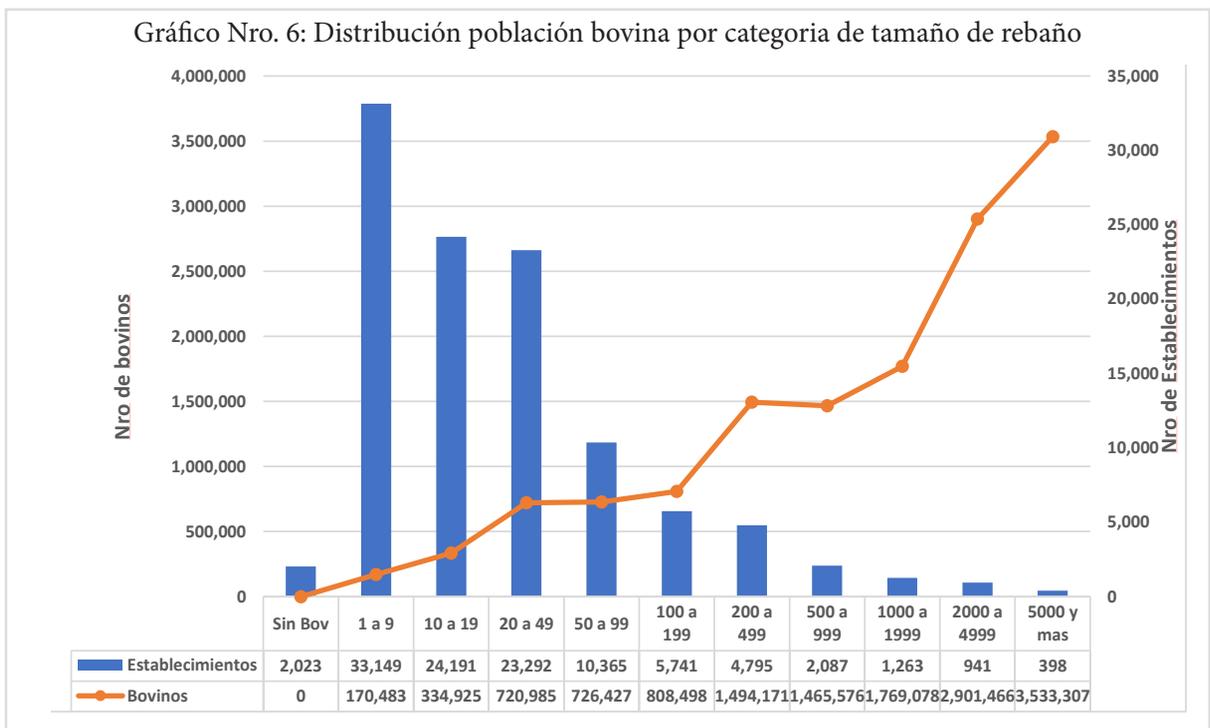
Tabla Nro. 1. Población bovina por categorías según Departamentos. Paraguay 2016.

Departamento	Establec	Bovinos	Vacas	Vaquillas	Novillos	Toros	Desm. Machos	Desm Hembras	Terneros Machos	Terneros Hembras
CONCEPCION	10,633	1,210,667	465,725	148,239	64,087	87,233	105,308	92,751	125,340	114,813
SAN PEDRO	18,726	1,352,246	480,511	179,351	134,014	120,514	132,494	82,880	120,344	94,902
CORDILLERA	3,268	255,839	109,564	38,453	16,495	10,715	17,498	16,580	24,294	19,896
GUAIRA	4,332	157,599	60,794	25,744	14,375	6,835	12,712	9,726	18,085	6,704
CAAGUAZU	8,912	552,846	212,017	89,634	50,815	34,282	39,524	38,816	49,912	31,498
CAAZAPA	7,927	342,968	142,533	48,074	19,302	17,208	30,810	20,974	35,733	24,827
ITAPUA	11,639	454,912	176,943	75,642	42,235	27,581	32,862	24,918	41,203	30,959
MISIONES	6,223	507,784	226,993	63,701	40,943	15,756	29,136	35,115	51,625	42,280
PARAGUARI	8,312	477,332	202,754	65,546	35,260	17,069	36,033	31,076	49,824	34,745
ALTO PARANA	3,374	210,217	78,584	31,215	26,150	10,391	16,861	15,740	17,252	13,682
CENTRAL	1,224	63,507	26,544	8,958	4,830	4,856	3,817	4,680	4,934	4,602
ÑEEMBUCU	7,889	607,053	313,485	63,215	14,624	22,595	20,685	42,550	69,533	57,319
AMAMBAY	1,753	990,920	318,307	127,356	96,198	116,888	110,114	61,753	84,259	75,351
CANINDEYU	5,866	737,233	244,562	102,655	60,750	87,489	68,763	49,381	70,754	50,490
PTE. HAYES	4,206	2,554,641	1,131,190	275,287	153,382	142,155	140,271	182,434	265,793	262,476
ALTO PARAGUAY	1,135	1,621,126	522,938	239,584	173,729	215,636	110,269	87,475	136,657	133,419
BOQUERON	2,826	1,877,039	637,047	268,323	213,043	172,778	122,756	106,441	180,264	176,263
<b>TOTALES</b>	<b>108,245</b>	<b>13,973,929</b>	<b>5,350,491</b>	<b>1,850,977</b>	<b>1,160,232</b>	<b>1,109,981</b>	<b>1,029,913</b>	<b>903,290</b>	<b>1,345,806</b>	<b>1,174,226</b>

Como se observa en la tabla Nro. 1, la distribución de esta población tiene marcadas asimetrías en relación a las zonas oriental y occidental (Departamentos 15, 16 y 17). Esta última concentra el 43 % de la población bovina del país con solo en 8 % de los establecimientos existentes, con una media de tamaño de rebaño de 740, en comparación a la zona oriental que tiene una media de 80 bovinos por explotación.

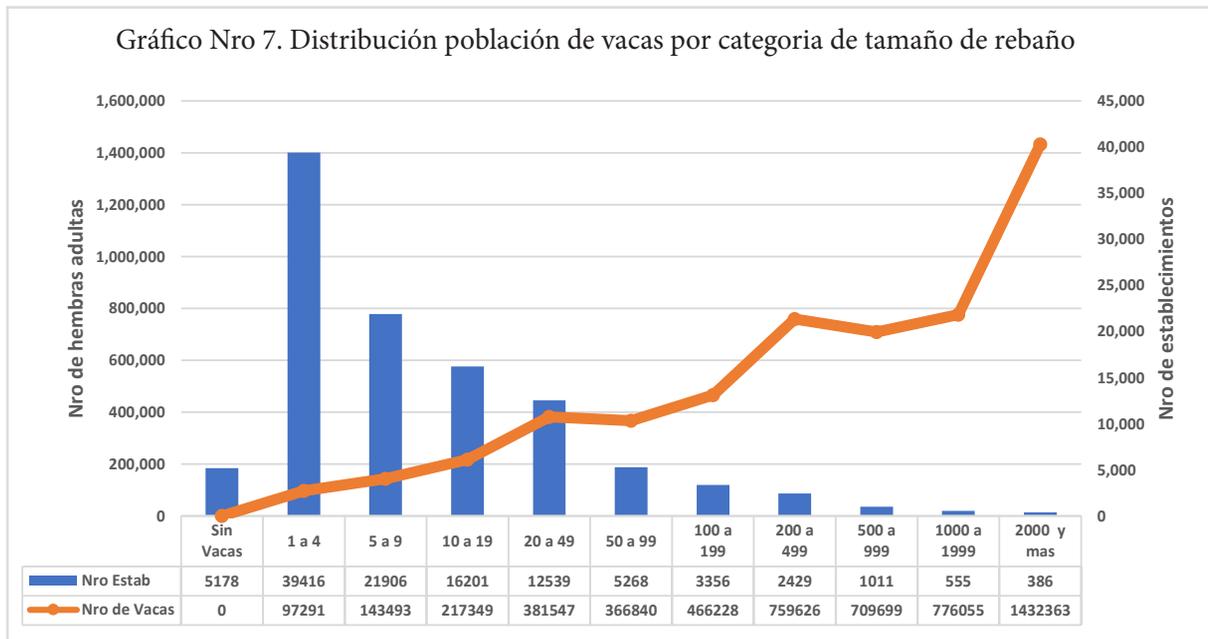


En cuanto a las categorías, debemos hacer referencia a las hembras que son el sujeto de acción del programa. El país cuenta con 5,3 millones de vacas, 1,2 millones de terneras, 900 mil desmamantes y 2,3 millones de vaquillas. Un dato importante de mencionar es que la proporción de menores de un año en relación al nro. de vacas no supera el 47% lo que estaría significando un bajo índice de reproducción.



Otra característica que se muestra también altamente asimétrica es la distribución de la población de acuerdo al tamaño de las explotaciones. Como se observa en el gráfico Nro.

6, una significativa cantidad de establecimientos de menor tamaño concentran una cantidad muy menor de la población bovina. Es así como los establecimientos con menos de 100 bovinos representando el 85% del total, poseen el 14% de los bovinos. En cambio, los establecimientos mayores de 100 cabezas representan el 15% del total y albergan el 86% de la población bovina. Esta distribución también se observa en la distribución de hembras adultas, (gráfico Nro. 7) donde los establecimientos con menos de 50 vacas que representan el 87% mantienen el 16% de las vacas totales, en cambio los de mayores de 50 hembras, que representan el 13% del total, tienen el 84% de las hembras.



En síntesis, la ganadería bovina del país muestra marcadas diferencias en distribución espacial y en tenencia según tamaño, lo que configura situaciones epidemiológico productivas relevantes a considerar en la implementación del programa.

## 6.2. Sistemas de producción y población de hembras bovinas de reproducción.

De acuerdo a las cifras mencionadas anteriormente, el país posee cerca de los 5.4 millones de vacas (hembras adultas). Como hemos comentado, esta categoría es la base poblacional donde epidemiológicamente se expresa la enfermedad en forma clínica, son la fuente de infección y donde se mantiene el proceso epidémico. Por tanto, su cuantificación y caracterización, así como fundamentalmente la identificación de los parámetros epidemiológicos de la enfermedad en ella son cruciales en la elaboración de un plan de lucha para esta enfermedad. Las categorías de hembras de menor edad (terneras, desmamantes hembras y vaquillas) por sus condiciones de susceptibilidad y de exposición aún no forman parte del compartimento activo de la enfermedad. No obstante, ello, la condición sanitaria en relación a la enfermedad de las hembras jóvenes al momento de entrar en el rebaño de adultas es también un hecho de alta relevancia para la definición de acciones del programa principalmente el estado inmune frente a Brucela cuando inician su proceso reproductivo.

Para realizar la caracterización mencionada, se usaron los datos censales del SENACSA los que registran información sobre la finalidad de la producción por cada estableci-

miento. Dada esta facilidad, fue posible calificar como pertenecientes al sistema de producción lechera a la población de vacas existentes en los establecimientos cuya finalidad registrada fue de producción láctea. La población de vacas restante se encuentra en establecimientos registrados como de producción carne o sin finalidad definida.

De acuerdo a las características descritas anteriormente de la subpoblación “no lechera” y teniendo en cuenta la opinión de expertos sobre ellas, se identificaron en términos generales que las hembras adultas mencionadas pertenecían a los siguientes dos sistemas de producción:

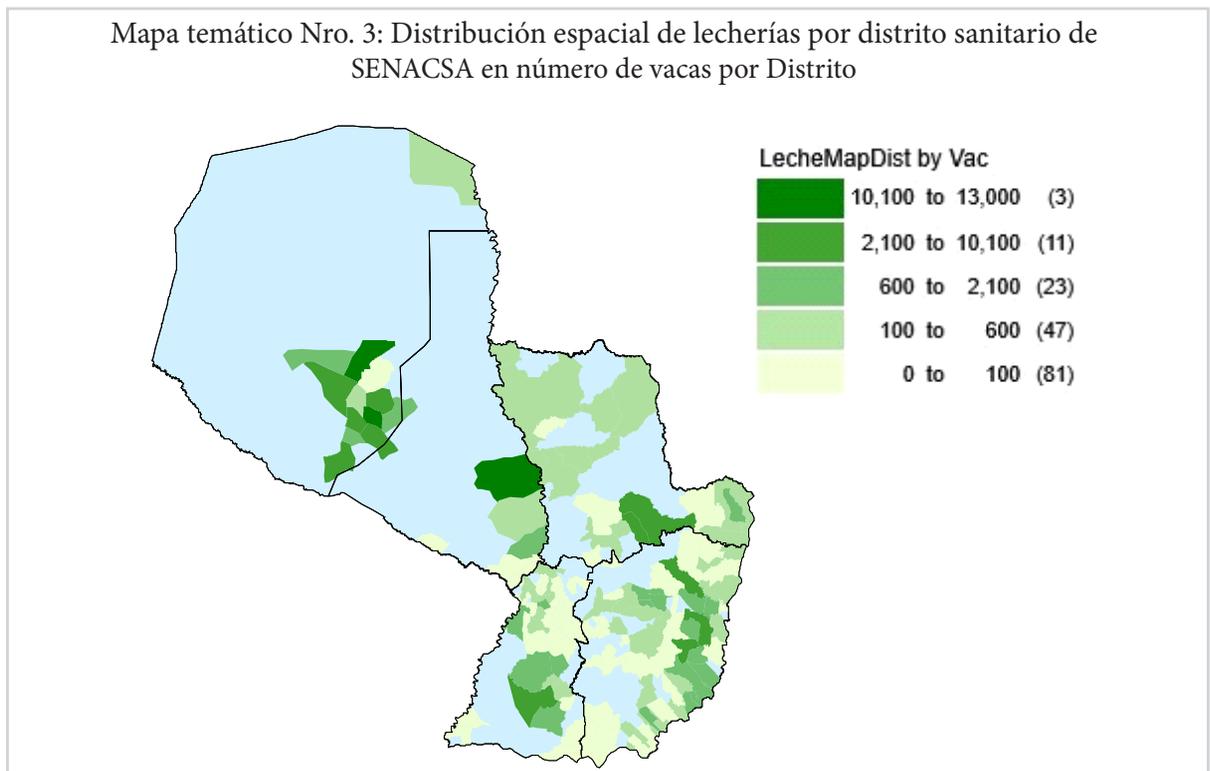
- a) sistema de producción comercial o empresarial de carne, cuyos establecimientos tenían 50 o más vacas; y
- b) sistema de producción familiar, los establecimientos que tenían hembras y con menos de 50 vacas.

Las características de estas tres subpoblaciones se describen a continuación. a.

a. Sistemas de Producción bovina de leche comercial.

De acuerdo al sistema de Información de SENACSA - SIGOR, las explotaciones clasificadas como de producción lechera totalizaban 4780 unidades productivas, con una población de 140 mil vacas. Como se muestra en la tabla Nro. 1 Y en los mapas Nro. 3 y 4, la distribución de lecherías se concentra en un 70% en los Departamentos de Presidente Hayes, Alto Paraná, Caaguazú, Boquerón y San Pedro. En su gran mayoría el sistema de producción láctea esta vinculados a cooperativas de productores que disponen de sus propias plantas de procesamiento y esquemas propios de distribución.

Mapa temático Nro. 3: Distribución espacial de lecherías por distrito sanitario de SENACSA en número de vacas por Distrito



Mapa temático Nro. Distribución espacial de lecherías por distrito sanitario de SENACSA en nro. de establecimientos lecheros por Distrito

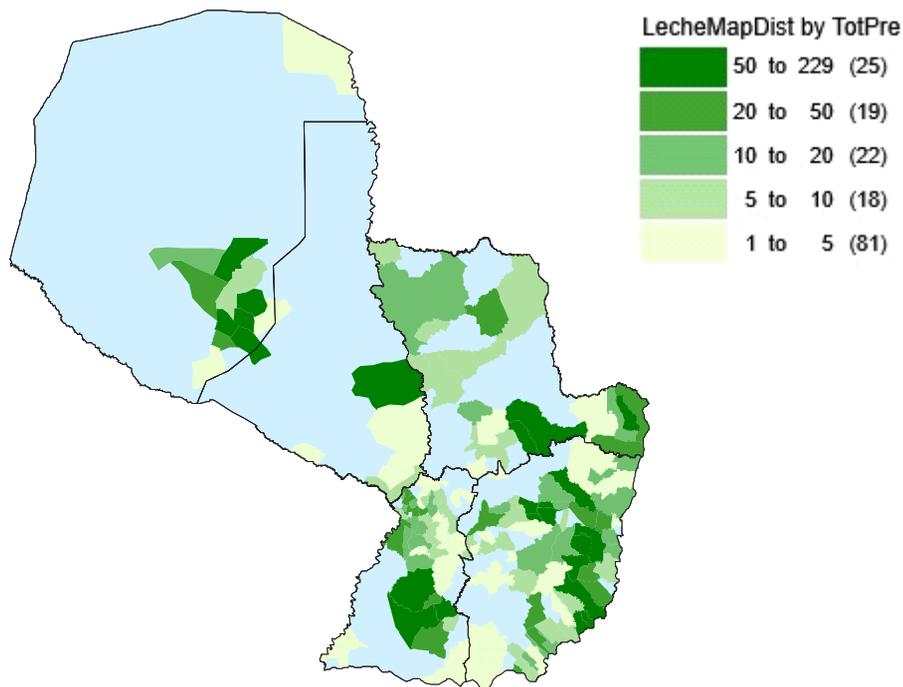
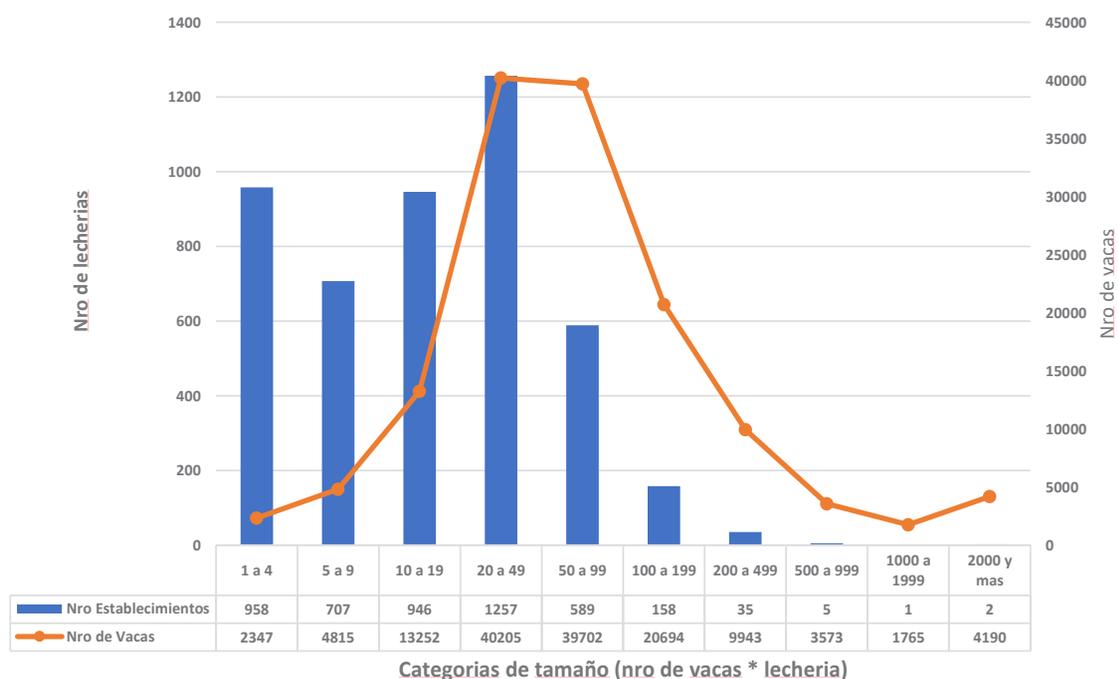


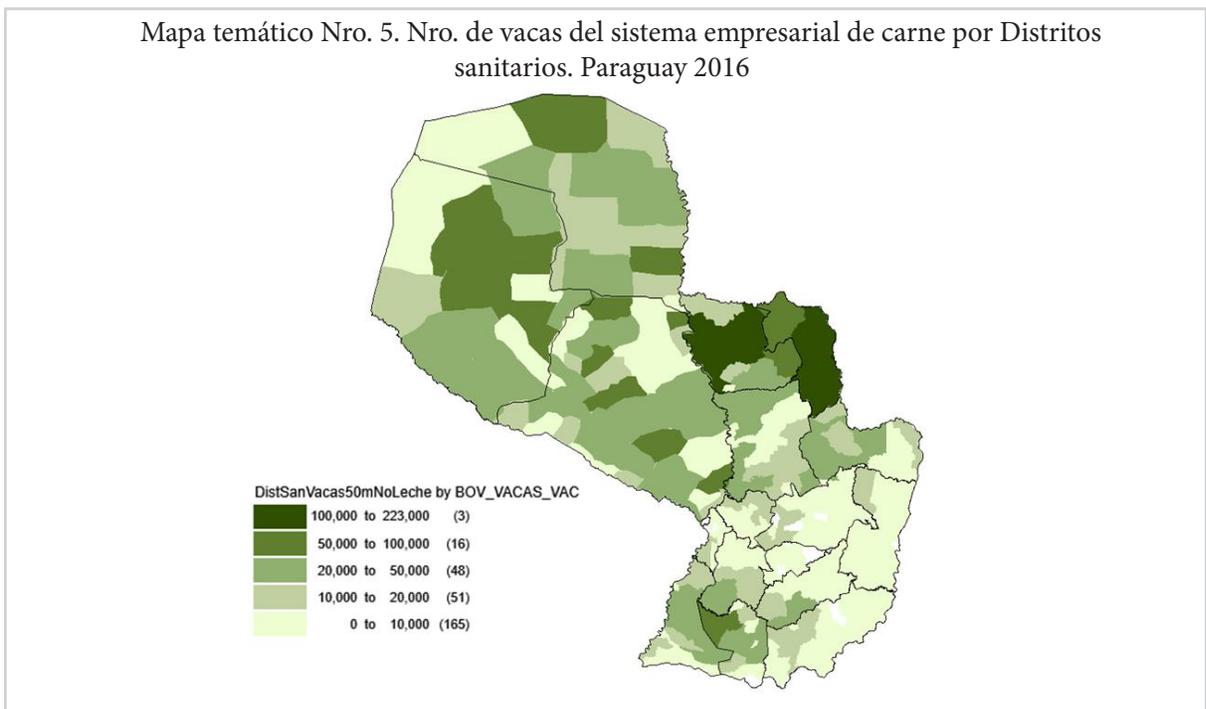
Gráfico Nro 8. Distribución de lecherías según tamaño de rebaño



b. Sistema de producción empresarial de carne

De acuerdo con los datos censales de SENACSA, la población de hembras en establecimientos mayores de 50 hembras, y que no fueron clasificados como lecherías, suman 4,5 millones de cabezas distribuidas en 12 mil establecimientos. Como se comentó, este compartimiento fue considerado por sus características como sistema de producción de carne empresarial.

Como se conoce, la producción de carne en el Paraguay, al igual que una parte importante de la zona atlántica de cono sur de América, se basa fundamentalmente en la complementación de ciclo, esto es aprovechando las características productivas de cada región, la actividad de cría se realiza en determinadas zonas, desde donde migran los bovinos jóvenes hacia los lugares de engorda y terminación de ciclo. Estas zonas se pueden identificar en el mapa temático Nro. 5 el cual muestra conglomerados de distritos sanitarios con una alta concentración de vacas, principalmente en la zona nor oriental del país, en la zona norte y central del Chaco y en la zona sur oriental.



De igual forma, es característico del sistema empresarial de carne que usa la pastura como principal insumo de alimentos en forma extensiva, el ocupar espacios productivos amplios, con baja a media densidad ganadera, y un alto promedio de vacas por unidad productiva. Esto se puede apreciar en el mapa Nro. 6 y gráfico nro. 9 donde una importante cantidad de distritos sanitarios tienen sobre 500 vacas de promedio por establecimiento y acumulan sobre el 50% de lea hembras totales del país. Asimismo, Se observa en el Mapa Nro.6 que los distritos con más vacas y mayor promedio de vacas por rebaño se concentran en la zona occidental y algo en la zona nor oriental. Por el contrario, amplias zonas de la zona sur oriental presentan bajo número de hembras y bajos promedios de hembras por rebaño. La desigual distribución y concentración espacial de hembras del sistema de producción de carne permite plantear como hipótesis que puede influir de manera importante en los indicadores de presencia de la enferme-

dad (incidencia/prevalencia) ya que es conocido que a mayor densidad y mayor número de hembras la enfermedad encuentra mayores facilidades para transmitirse. Esto podría significar que la enfermedad podría estar en niveles más altos en los distritos con mayor cantidad de animales y mayor número de vacas por rebaño.

Mapa temático Nro. 6. Promedios de vacas por rebaño del sistema de producción de carne en Distritos sanitarios. Paraguay 2016.

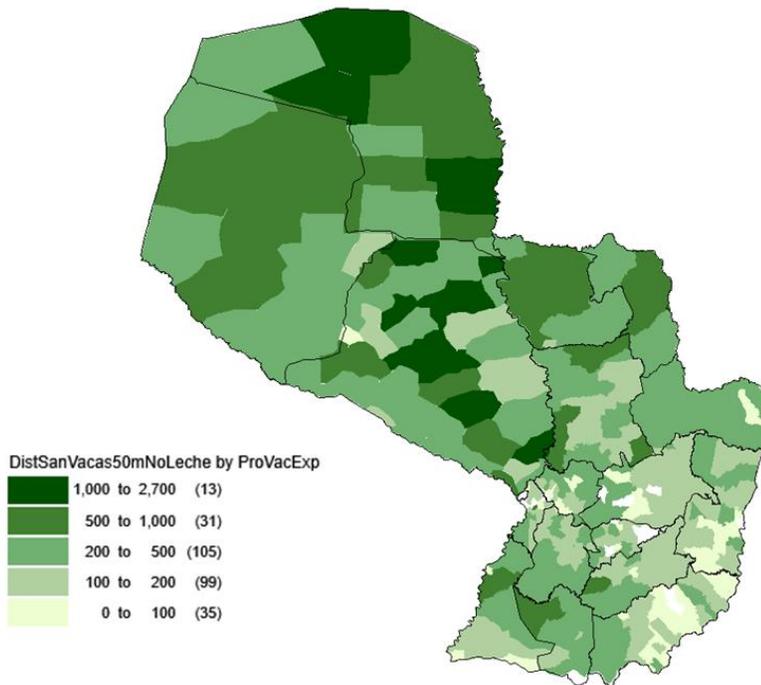
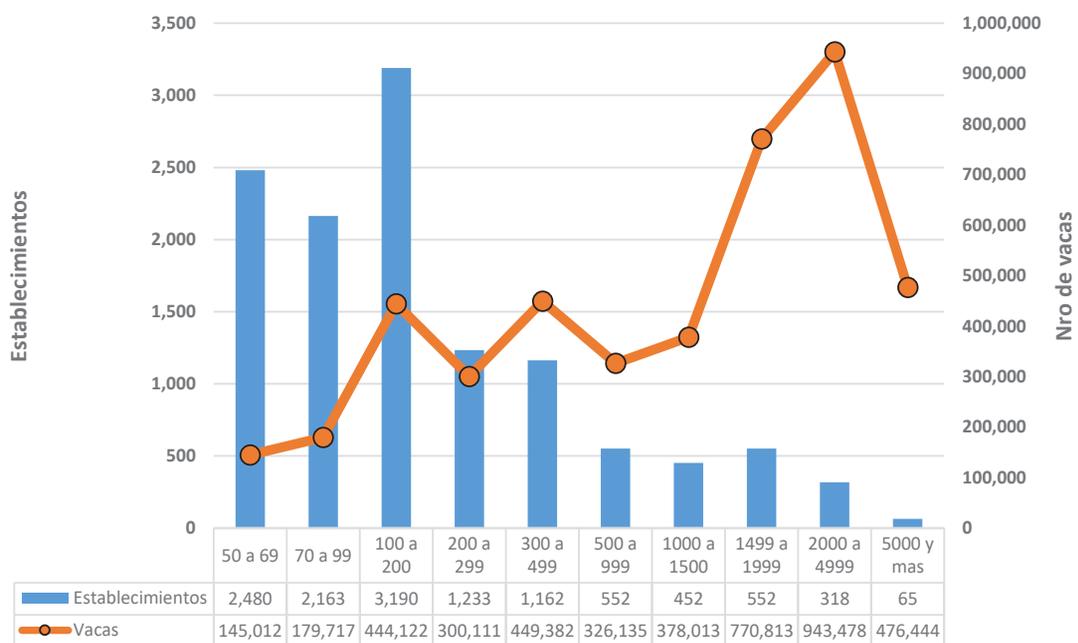


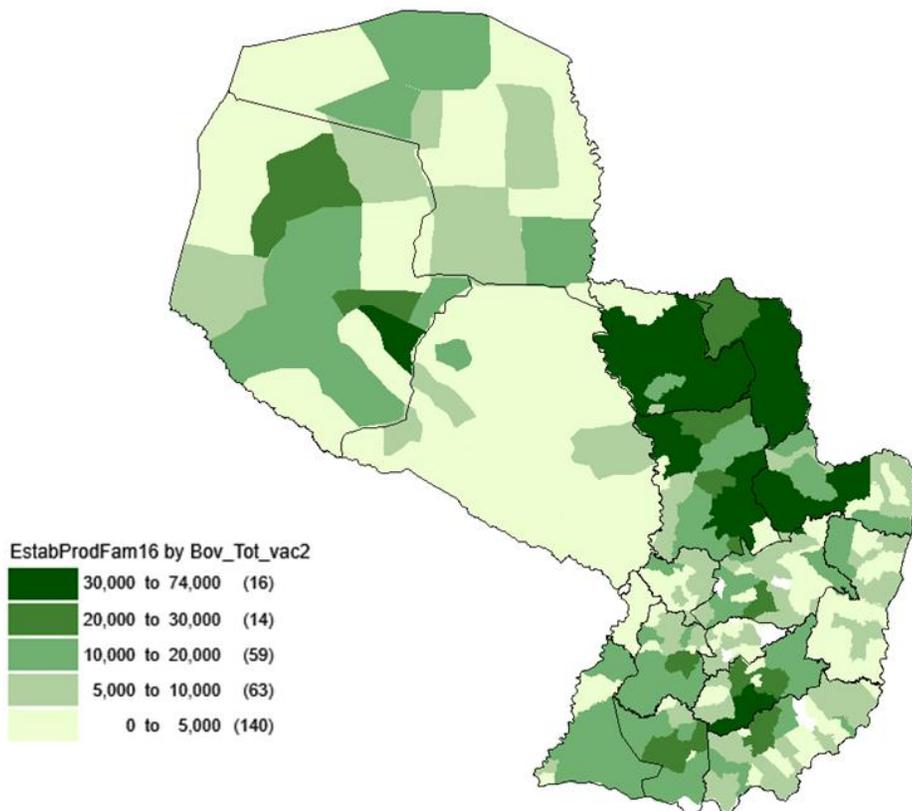
Gráfico Nro. 9: Distribución categoría vacas en producción empresarial de carne según grupos de tamaño de rebaños



c. Sistema de Producción Familiar.

La tenencia de ganado bovino en establecimientos de menor tamaño, se muestra en los mapas Nro. 7 y 8, y en el gráfico Nro. 10. Se aprecia una marcada conglomeración de distritos sanitarios con explotaciones bovinas de menor tamaño en la zona oriental, y reducida cantidad en la zona occidental. Este sistema de producción a juicio de expertos, se caracteriza por tener producciones de auto sustento, asociados a la tenencia de rumiantes menores, cerdos y aves, con eventuales excedentes de producción láctea que comercializan localmente. Por otra parte, este tipo de establecimientos son numéricamente muy significativos, sobre el 90% del total de las explotaciones del país, pero con solo el 15% del total de hembras del país. Como hemos comentado, este conjunto de establecimientos por su bajo promedio de vacas por establecimiento presenta bajas chances de tener circulación endémica de Brucelosis, lo que tiene alta significación en la cuantía de trabajos de intervención, como se verá más adelante. Una excepción en este sistema lo constituyen las explotaciones ubicadas en campos comunitarios, que concentran una alta cantidad de propietarios en un solo espacio geográfico de pastoreo. Este tipo de explotaciones se comportarían como un gran rebaño y tendrían similares factores de riesgo que los predios de gran tamaño de los sistemas empresariales de carne y leche.

Mapa Temático Nro. 7. Promedios de vacas por rebaño del sistema de producción familiar en Distritos sanitarios. Paraguay 2016.



Mapa Temático Nro. 8. Promedios de vacas por rebaño del sistema de producción familiar en Distritos sanitarios. Paraguay 2016.

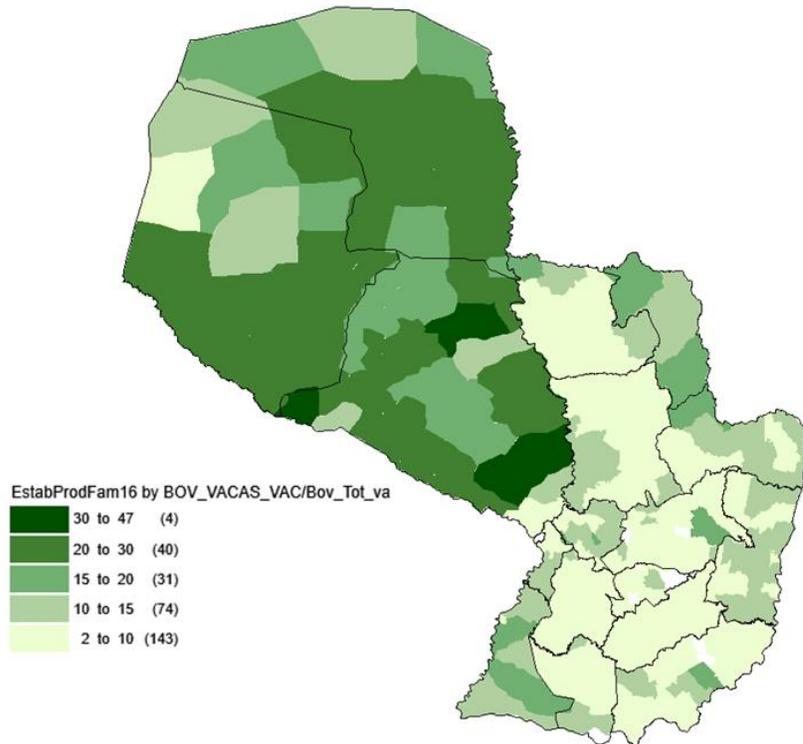
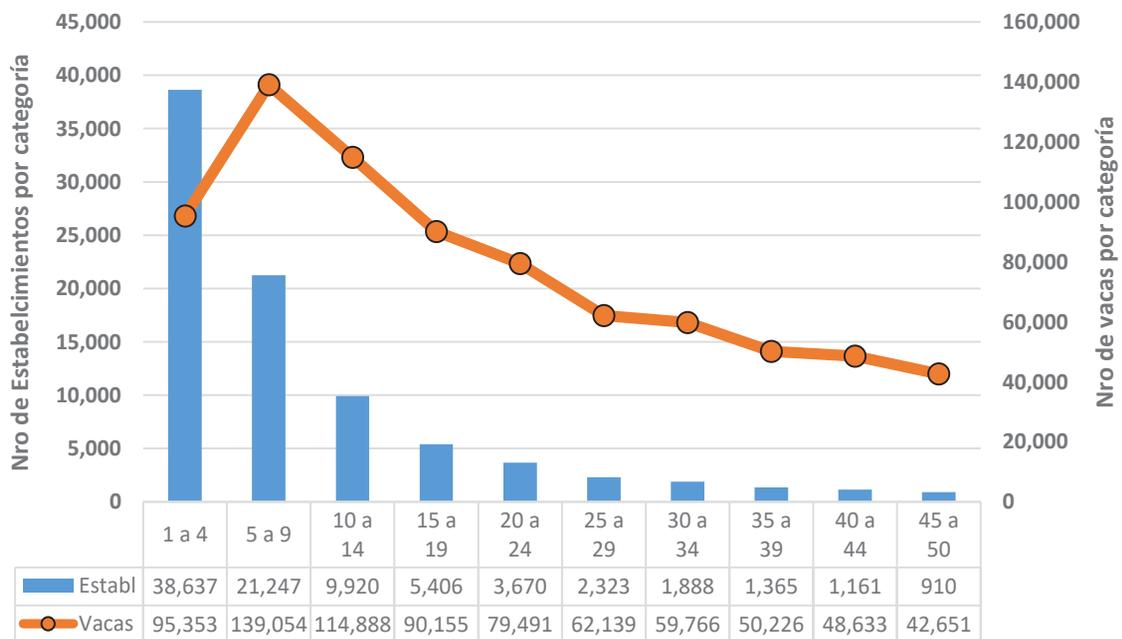


Gráfico Nro 10: Nro de vacas y establecimientos según categorías de tamaño de rebaño de vacas



### 6.3. Categorización epidemiológica de la población bovina en relación a Brucelosis

Con base en las características de la población de hembras bovinas, y a los diferentes niveles de presencia de enfermedad ya descritas se elaboró una propuesta de categorización de la población en tres compartimentos

- a) Sistema de producción de leche: que incluye a todos los establecimientos registrados como lecherías en el banco de información del SIGOR, independiente de su tamaño,
- b) Sistema de Producción de carne: incluyó a todos los rebaños no lecheros que tenían 50 o más hembras, y
- c) Sistema de Producción Familiar: a todos los rebaños menores de 50 hembras que no fueron registrados como lecherías.

La ventaja de usar las categorías propuestas, es que a cada una de ellas fue posible asignarle un universo de población, así como también, los niveles de enfermedad que reflejan los datos de diagnóstico de Brucelosis recopilado por SENACSA. De esta manera, estas categorías se utilizarán para la cuantificación de la presencia de la Brucelosis, como también para estimar el grado de avance de las acciones de lucha, dependiendo de los escenarios de intervención elegidos.

A continuación, en el esquema siguiente se describen las características de los sistemas así categorizados.

Banco de datos SIGOR 1ra campaña vacunación 2016	Población de hembras bovinas adultas	
	Nro. de Hembras Adultas	5,350,491
	Nro. de Establecimientos con vacas	103,067



	Sistema de producción empresarial de carne	Sistema de Producción empresarial de Leche	Sistema de Producción Familiar
Nro. de hembras adultas	4,430,944	140,486	779,061
Nro. de Establecimientos	12,215	4,730	86,194
Tamaño medio rebaño hembras	363	30	9

Como se observa el esquema anterior, la mayor parte de la población de hembras bovinas queda incluida en el sistema de producción comercial de carne, con una media de

hembras por rebaño muy expresiva. Por otra parte, una proporción muy significativa de los rebaños queda incluido en el sistema de producción familiar, aunque con una media de hembras por rebaños menor a 10 cabezas. En una posición intermedia se ubica el sistema comercial de producción de leche, con una media de 30 hembras por rebaño. Como se observa, la categorización propuesta, aunque arbitraria, permite separar claramente poblaciones de hembras que pertenecen a conglomerados bastante diferentes entre sí, y los que se les conoce características epidemiológicas distintivas en relación a la enfermedad, las que fueron descritas en los capítulos iniciales de esta propuesta.

#### 6.4. Escenarios epidemiológicos según sistemas de producción

Una vez categorizados los sistemas de producción, se elaboraron tres escenarios de presencia de enfermedad (prevalencia) para cada sistema: a) más probables; b) optimista; y c) pesimista, con el objeto de disponer de un margen de seguridad razonable que permitiera incluir dentro de las estimaciones la prevalencia real existente en la actualidad. A cada escenario se les asignó los respectivos indicadores de prevalencia, incidencia, poblaciones infectadas y expuestas.

La descripción de los escenarios se muestra en los siguientes cuadros.

##### a. Sistema de producción comercial de carne

	Sistema Producción Comercial de Carne		
	Escenario Optimista	Escenario más probable	Escenario pesimista
Nro. de hembras adultas		4,430,944	
Nro. de Establecimientos		12,215	
Tamaño medio rebaño hembras		363	
Prevalencia estimada hembras	0.05	0.06	0.07
Nro. estimado hembras infectadas	221,547	265,857	310,166
Incidencia estimada ( Prev x tasa reemplazo)	0.013	0.015	0.018
Nro. de vacas nuevas infectadas x año	55,387	66,464	77,542
Prevalencia de establecimientos	0.15	0.2	0.25
Establecimientos infectados	1,832	2,443	3,054
Hembras adultas en pedios infectados	664,642	886,189	1,107,736

De acuerdo al análisis de los resultados históricos de diagnósticos de Brucelosis ya comentados, se asignó como escenario más probable una prevalencia de 6 % en las hembras adultas y de un 20% de los rebaños con infección. Se estima como más probable la existencia de cerca de 250 mil vacas, y una incidencia anual (nuevos casos) de sobre 60 mil. De acuerdo a esta estimación habrían cerca de los 2500 establecimientos infectados que podrían variar entre 2000 a 3000. Por otra parte, se estima que habrían cerca de 900 mil vacas en los establecimientos infectados, que podrían ir desde algo menos de 700 mil a un millón 100 mil hembras. Esta estimación indica que alrededor de un cuarto de la población de hembras del país estaría en condición de exposición directa a la infección por Brucella. Esto da una idea de la magnitud del desafío que enfrenta el Programa.

b. Escenarios de presencia de Brucelosis bovina para el sistema de producción de leche.

	Sistema de Producción Leche		
	Escenario Optimista	Escenario más probable	Escenario pesimista
Nro. de hembras adultas	140,486	140,486	140,486
Nro. de Establecimientos	4,730	4,730	4,730
Tamaño medio rebaño hembras	30	30	30
Prevalencia estimada hembras	0.01	0.02	0.03
Nro. estimado hembras infectadas	1405	2810	4215
Incidencia estimada (Prev * tasa reemplazo)	0.003	0.005	0.008
Nro. de vacas nuevas infectadas * año	351	702	1,054
Prevalencia de establecimientos	0.05	0.08	0.1
Establecimientos infectados	237	378	473
Hembras en pedios infectados	7.024	11.239	14.049

Como valor más probable de estimó una prevalencia del 2% en vacas y de 8 % en rebaños. Como se puede observar dado los bajos indicadores de infección, el menor tamaño relativo de su población, y las condiciones de organización y facilidades para realizarla vigilancia, y detección de rebaños infectados, muestra una perspectiva muy favorable para lograr avances significativos y en menor tiempo, aún en un escenario de infección pesimista.

c. Escenarios del sistema de producción familiar.

	Sistema de Producción Leche		
	Escenario Optimista	Escenario más probable	Escenario pesimista
Nro. de hembras adultas	140,486	140,486	140,486
Nro. de Establecimientos	4,730	4,730	4,730
Tamaño medio rebaño hembras	30	30	30
Prevalencia estimada hembras	0.01	0.02	0.03
Nro. estimado hembras infectadas	1405	2810	4215
Incidencia estimada (Prev * tasa reemplazo)	0.003	0.005	0.008
Nro. de vacas nuevas infectadas * año	351	702	1,054
Prevalencia de establecimientos	0.05	0.08	0.1
Establecimientos infectados	237	378	473
Hembras en pedios infectados	7.024	11.239	14.049

Como se observó en el diagnóstico de situación, no existen datos con respaldo que nos permitan tener una estimación robusta de la prevalencia en este sistema. Sin embargo, dado las características propias de este sistema: bajo movimiento de compra venta, unida-

des de rebaños muy pequeñas, y con tendencia a tasas de reemplazo bajas; son indicativas de una baja probabilidad de que circule la Brucelosis al interior de este. Generalmente en estos sistemas, la infección llega a ser terminal. Esta ingresa comúnmente por compra de animales infectados desde explotaciones más grandes, que están haciendo saneamiento y eliminación, las que son vendidos a precios muy convenientes para el pequeño productor. En este escenario se estima una prevalencia de 5 por mil en vacas y de 1.5% en rebaños. Aun con una estimación muy baja, el número de establecimientos existentes en él, hace con que se pueda llegar a encontrar un número relevante de establecimientos con animales positivos. Esta condición, importa también un desafío para el programa, por los costos y capacidad de financiamiento que tiene este tipo de productores.

#### 7. Posible evolución de la enfermedad y estimación de recursos del programa propuesto.

Con el objetivo de estimar el comportamiento de la enfermedad frente a las acciones de lucha propuestas, se elaboró un modelo de evolución de la enfermedad teniendo como supuesto un nivel de intervención de mediana intensidad con base en la propuesta de fortalecimiento presentada en este documento.

Se tomó como base de acción del programa la ejecución de los tres componentes estratégicos principales: inmunización, detección y saneamiento, en horizonte de acción de 12 años y en forma progresiva, hasta alcanzar plena actividad al año 3 de ejecución.

Se utilizó para la estimación el escenario que a juicio de la Consultoría sería el más probable de ocurrencia en términos de impacto en la reducción de la infección, considerando que existe en el país suficiente capacidad de gestión y operación del sistema veterinario, como de la provisión de recursos necesarios para el fortalecimiento del programa de acuerdo a la propuesta.

Usando estos indicadores se cuantificó los recursos involucrados y tiempos eventuales para obtener metas de control de la enfermedad.

Los costos operativos de acciones ejecutadas en los establecimientos se estimaron de acuerdo a los valores actuales de mercado de los insumos más importantes, así como del costo de los servicios veterinarios promedios para el saneamiento.

Los gastos generales de las actividades de gerencia y gestión sanitaria oficial son aquellos considerados incrementales y exclusivos del programa, es decir los gastos adicionales que tendría SENACSA para operar el programa incluyendo personal, gastos de operación y de diagnóstico. Las estimaciones de evolución y recursos según sistemas productivos se muestran en las tablas siguientes.

De acuerdo con los resultados de las estimaciones se concluye que, de aplicar el programa propuesto, la enfermedad podría ser controlada hasta niveles de prevalencias extremadamente bajos o inexistentes en un plazo de 12 años. Este plazo es el que alcanzaría el sistema empresarial de carne, que es el que aparece al inicio con los niveles más altos de infección y mayor volumen de hembras infectadas. Asimismo, este plazo sería el mismo para el sistema de producción familiar ya que se considera que la infección es de manera importante dependiendo del sistema de producción de carne, y por tanto alcanzaría la meta en el mismo tiempo que este. En el caso del sistema de producción de leche, la eliminación de la infección se alcanzaría entre los años 7 y 8 de ejecución del programa propuesto. El sistema de producción familiar tendería a seguir la evolución del sistema de carne ya que sería dependiente de la infección de este último.

Tabla Nro. 2: Evolución proyectada de los indicadores de ejecución y resultados del programa propuesto en el sistema empresarial de producción de carne.

Parámetros	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prevalencia Predial (%)	25	25	25.0	25.0	22.5	19.1	15.3	11.5	8.0	4.0	2.0	0.0	0.0
Prevalencia Vacas (%)	6	6	6.0	6.0	5.4	4.6	3.7	2.8	1.9	1.0	0.5	0.0	0.0
Promedio Vacas * Establecimiento	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363	363
Nro. Establecimientos > 50	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215	12,215
Total hembras	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045	4,434,045
Predios Infectados	3,054	3,054	3,054	3,054	2,748	2,336	1,869	1,402	981	491	245	0	0
Hembras en predios infec	1,108,511	1,108,511	1,108,511	1,108,511	997,660	848,011	678,409	508,807	356,165	178,082	89,041	0	0
Hembras infectadas total	266,043	266,043	266,043	266,043	239,438	203,523	162,818	122,114	85,480	42,740	21,370	0	0
Tasa Reemplazo	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.0	22.0
Prev en predios Infectados	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	0	0
Incidencia en predios infectados	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	0	0
Total nuevos infectados	53,209	53,209	53,209	53,209	47,888	40,705	32,564	24,423	17,096	8,548	4,274	0	0
% vacunación terneras	50%	70	80	85	85	85	85	85	85	85	85	86	87
Proporción saneamiento	0	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.5	0.5	1	1	1	1	1
Nro. Predios en saneamiento	0	305	718	1,185	1,347	1,355	1,378	1,156	981	491	245	0	0
Establecimientos sin saneamiento	3,054	2,748	2,336	1,869	1,402	981	491	245	0	0	0	0	0
Nro. Predios en saneamiento nuevos	0	305	412	467	467	421	491	245	245	0	0	0	0
Nro. predios en saneamiento antiguos 1	0	0	305	412	467	467	421	491	245	245	0	0	0
Nro. predios en saneamiento antiguos 2	0	0	0	305	412	467	467	421	491	245	245	0	0
Nro. Predios saneados	0	0	0	0	305	412	467	467	421	491	245	245	0
Nro. predios saneados acumulados	0	0	0	0	305	718	1,185	1,652	2,073	2,563	2,808	3,054	3,054

Tabla Nro. 3: Evolución proyectada de los costos del programa propuesto en el sistema empresarial de producción de carne.

Parámetros	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo estimado saneamiento	0	473,331	1,112,328	1,678,748	1,874,392	1,858,772	1,894,982	1,575,128	1,267,344	633,672	253,469	0	0
Nro. muestras serológicas estimadas	0	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Nro. veterinarios saneamiento	0	61	144	237	269	271	276	231	196	98	49	0	0
Cantidad vacuna RB 51	0	155,192	364,700	491,292	534,746	518,983	530,855	435,030	320,548	160,274	35,616	0	0
Cantidad Dosis C19	700,000	775,958	886,809	942,235	942,235	942,235	942,235	942,235	942,235	942,235	942,235	953,320	964,405
Cantidad dosis RB 51	150,000	620,766	709,447	753,788	753,788	753,788	753,788	753,788	753,788	753,788	753,788	762,656	771,524
Total vacuna RB 51	150,000	775,958	1,074,147	1,245,080	1,288,533	1,272,770	1,284,643	1,188,817	1,074,336	914,062	789,404	762,656	771,524
Costo vacunación terneras	390,000	977,707	1,117,379	1,187,216	1,187,216	1,187,216	1,187,216	1,187,216	1,187,216	1,187,216	1,187,216	1,201,183	1,215,150
Costos directos	390,000	1,451,038	2,229,708	2,865,964	3,061,607	3,045,987	3,082,197	2,762,344	2,454,560	1,820,888	1,440,684	1,201,183	1,215,150
Costo detección	120,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Costos gestión técnica	200,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
Costo total	710,000	2,651,038	3,429,708	4,065,964	4,261,607	4,245,987	4,282,197	3,962,344	3,654,560	3,020,888	2,640,684	2,401,183	2,415,150

Tabla Nro. 4: Evolución proyectada de los indicadores de ejecución y resultados del programa propuesto en el sistema empresarial de producción de leche.

Parámetros	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prevalencia Predial (%)	8	8	8.0	8.0	6.4	4.5	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prevalencia Vacas (%)	2	2.0	2.0	2.0	1.6	1.1	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Promedio Vacas * Establecimiento	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Nro. Establecimientos > 50	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730	4,730
Total hembras	140,486	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900	141,900
Predios Infectados	378	378	378	378	303	212	106	53	0	0	0	0	0
Hembras en predios infec	11,239	11,239	11,352	11,352	9,082	6,357	3,179	1,589	0	0	0	0	0
Hembras infectadas total	2,810	2,810	2,838	2,838	2,270	1,589	795	397	0	0	0	0	0
Tasa Reemplazo	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.0	22.0
Prev en predios Infectados	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0	0	0	0
Incidencia en predios infectados	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0
Total nuevos infectados	562	562	568	568	454	318	159	79	0	0	0	0	0
% vacunación terneras	60	75	80	85	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Proporción saneamiento	0	0.2	0.3	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
Nro. Predios en saneamiento	0	76	166	272	250	212	106	53	0	0	0	0	0
Establecimientos sin saneamiento	378	303	212	106	53	0	0	0	0	0	0	0	0
Nro. Predios en saneamiento nuevos	0	76	91	106	53	53	0	0	0	0	0	0	0
Nro. predios en saneamiento antiguos 1	0	0	76	91	106	53	53	0	0	0	0	0	0
Nro. predios en saneamiento antiguos 2	0	0	0	76	91	106	53	53	0	0	0	0	0
Nro. Predios saneados	0	0	0	0	76	91	106	53	53	0	0	0	0
Nro. predios saneados acumulados	0	0	0	0	76	166	272	325	378	378	378	378	378

Tabla Nro. 5: Evolución proyectada de los costos del programa propuesto en el sistema empresarial de producción de leche.

Parámetros	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo estimado saneamiento	0	74,734	164,415	244,131	216,729	174,379	87,190	34,876	0	0	0	0	0
Nro. muestras estimadas	0	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Nro. veterinarios saneamiento	0	15	33	54	50	42	21	11	0	0	0	0	0
Cantidad vacuna RB 51	0	3,179	6,993	9,172	7,765	5,721	2,861	636	0	0	0	0	0
Cantidad Dosis C19	21,073	26,606	28,380	30,154	31,928	31,928	31,928	31,928	31,928	31,928	31,928	31,928	31,928
Cantidad dosis RB 51	0	21,285	22,704	24,123	25,542	25,542	25,542	25,542	25,542	25,542	25,542	25,542	25,542
Total vacuna RB 51	0	24,464	29,697	33,295	33,307	31,263	28,403	26,178	25,542	25,542	25,542	25,542	25,542
Costo vacunación terneras	6,322	33,524	35,759	37,994	40,229	40,229	40,229	40,229	40,229	40,229	40,229	40,229	40,229
Costos directos	6,322	108,258	200,174	282,125	256,957	214,608	127,418	75,105	40,229	40,229	40,229	40,229	40,229
Costo detección	80,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Costos gestión técnica	50,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Costo total	136,322	608,258	700,174	782,125	756,957	714,608	627,418	575,105	540,229	540,229	540,229	540,229	540,229

Tabla Nro. 6: Evolución proyectada de los indicadores de ejecución y resultados del program a propuesto en el sistema de producción familiar.

Parámetros	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prevalencia Predial (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.1	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0
Prevalencia Vacas (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Promedio Vacas * Establecimiento	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Nro. Establecimientos	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194	86,194
Total hembras	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061	779,061
Predios Infectados	1,293	1,293	1,293	1,293	1,164	989	791	554	277	138	69	0	0
Hembras en predios infec	11,686	11,686	11,686	11,686	10,517	8,940	7,152	5,006	2,503	1,252	626	0	0
Hembras infectadas total	3,895	3,895	3,895	3,895	3,506	2,980	2,384	1,669	834	417	0	0	0
Tasa Reemplazo	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.0	22.0
Prev en predios Infectados	33	33	33	33	33	33	33	33	33	0	0	0	0
Incidencia en predios infectados	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	0	0	0	0
Total nuevos infectados	779	779	779	779	701	596	477	334	167	0	0	0	0
% vacunación terneras	20	40	50	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Proporción saneamiento	0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1
Nro. Predios en saneamiento	0	129	304	502	610	712	653	485	277	138	69	0	0
Establecimientos sin saneamiento	1,293	1,164	989	791	554	277	138	69	0	0	0	0	0
Nro. Predios en saneamiento nuevos	0	129	175	198	237	277	138	69	69	0	0	0	0
Nro. predios en saneamiento antiguos 1	0	0	129	175	198	237	277	138	69	69	0	0	0
Nro. predios en saneamiento antiguos 2	0	0	0	129	175	198	237	277	138	69	69	0	0
Nro. Predios saneados	0	0	0	0	129	175	198	237	277	138	69	69	0
Nro. de predios saneados acumulados	0	0	0	0	129	304	502	739	1,016	1,154	1,224	1,293	1,293

Tabla Nro. 7: Evolución proyectada de los indicadores de ejecución y resultados del programa propuesto en el sistema de producción familiar .

Parámetros	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo estimado saneamiento	0	64,646	151,917	229,276	275,778	323,098	286,832	196,167	115,392	57,696	23,078	0	0 Nro.
muestras estimadas	0	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Nro. veterinarios saneamiento	0	13	30	50	61	71	65	48	28	14	7	0	0
Cantidad vacuna RB 51	0	1,636	3,845	5,179	6,138	7,223	6,115	3,630	2,253	1,126	250	0	0
Cantidad Dosis C19	38,953	77,906	97,383	146,074	146,074	146,074	146,074	146,074	146,074	146,074	146,074	146,074	146,074
Cantidad dosis RB 51	0	62,325	77,906	116,859	116,859	116,859	116,859	116,859	116,859	116,859	116,859	116,859	116,859
Total vacuna RB 51	0	63,961	81,751	122,038	122,997	124,082	122,974	120,489	119,112	117,986	117,109	116,859	116,859
Costo vacunación terneras	11,686	98,162	122,702	184,053	184,053	184,053	184,053	184,053	184,053	184,053	184,053	184,053	184,053
Costos directos	11,686	162,807	274,619	413,329	459,831	507,151	470,885	380,220	299,445	241,749	207,132	184,053	184,053
Costo detección	20,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
Costo Gestión Técnica	50,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Costo total	81,686	662,807	774,619	913,329	959,831	1,007,151	970,885	880,220	799,445	741,749	707,132	684,053	684,053

8. Estimación de pérdidas por Brucelosis y beneficios económicos del Programa.

Con el objetivo de evaluar el impacto económico de la enfermedad en la población bovina del Paraguay, y usar estos resultados para estimar el impacto económico de la propuesta de Programa, se realizó una estimación de las pérdidas físicas y económicas de la Brucelosis, utilizando los parámetros de presencia de ésta en los sistemas de producción de leche y carne ya descritos. Se usó como metodología de cálculo la propuesta por los siguientes autores: Santos R.L., Martins T.M., Borges A.M. & Paixão T.A. 2013. **Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil**. Pesquisa Veterinária Brasileira 33(6):759-764.

En síntesis, el modelo de cálculo de pérdidas por la enfermedad es el siguiente:

- (i) incidencia del 15% de abortos en vacas infectadas;
- (ii) un promedio de 2 meses de infertilidad temporal para cada vaca infectada, considerando que el 20% de las vacas abortadas se vuelven estériles, lo cual ha sido incluido en el cálculo de los costos de reemplazo;
- (iii) una tasa de incidencia de mortalidad perinatal del 10% para los terneros nacidos de vacas o vaquillas infectadas;
- (iv) una pérdida del 15% de la producción total de vacas infectadas;
- (v) 5% de pérdida en la producción de carne por vacas infectadas;
- (vi) 1% de riesgo de mortalidad para vacas infectadas que abortaron (es decir, el 0,15% de vacas y vaquillas infectadas); y
- (vii) aumento de la tasa de reemplazo correspondiente al 15% de las vacas infectadas (el costo se calcula sobre la base de la diferencia entre el valor de venta para recibido por una vaca de venta a faena y el costo de una vaca de reemplazo)

Se considera para los cálculos que una vaca seropositiva a Brucelosis está infectada. Se estimaron las pérdidas para los sistemas de leche y carne por separado, con las poblaciones en cada sistema y la prevalencia respectivas descritas anteriormente. Se incluyó el 70% de las hembras positivas del sistema de producción familiar en el cálculo de pérdidas del sistema de carne, y el 30% en el de leche.

Los resultados de las estimaciones se muestran en las tablas Nro. 8 al 10.

En síntesis, las pérdidas estimadas totales en un año alcanzan a US\$ 23.7 millones, siendo las pérdidas para el sistema de carne de US\$ 22.8 y para el sistema de leche de US\$ 997 mil. Las pérdidas por vaca por año alcanzan a US\$ 267 para el sistema de producción de carne, y de US\$ 85 para el de leche.

Tabla Nro. 8: Calculo de pérdidas por Brucelosis bovina en Sistema de producción de carne

	Carne	Familiar	Total
Nro. vacas	4,430,944	639,249	5,070,193
Prevalencia	0.06	0.004	
Nro. vacas infectadas	265,857	2,557	268,414

Perdida Aborto	Perdida Mortalidad vacas	Incremento requerimientos reemplazo	Infertilidad vacas abortan	Mortalidad Perinatal	Reducción Producción de carne	Pérdida Total rebaño en US\$	Pérdida por vaca infectada en US\$
Tasa aborto 0.15	Tasa mortalidad 0.01	Tasa reposición aumentada 0.15	Tasa infert inf BB 0.1	Tasa mort perinatal 0.1	Tasa reducción producción 0.05		
nro abortos 40,262	Nro. vacas muertas por BB 2,684	Aumento reemplazos 40,262	Nro. vacas infértiles 4,026	Nro. muertes perinatales 26,841	kilos perdidos * infect 966,289		
Valor aborto (US\$) 180	Valor de la vaca (US\$) 600	Valor diferencial reemplazo (US\$) 200	Valor infertil (US\$) 100	Valor muerte perinatal (US\$) 150	Valor kilo (US\$) 1.5		
Valor perdida aborto (US\$) 7,247,168	Valor Perdida Mortalidad vacas 1,610,482	Valor perdida excesos reemplazo (US\$) 8,052,409	Valor perdida infertilidad (US\$) 402,620	Valor perdida muerte perinatal (US\$) 4,026,205	Valor perdida reducción prod carne (US\$) 1,449,434	22,788,318	85.72

Tabla Nro. 9: Calculo perdidas por Brucelosis bovina en sistema producción de leche

	Carne	Familiar	Total
Nro. vacas	140,486	155,812	296,298
Prevalencia	0.02	0.004	
Nro. vacas infectadas	2,810	623	3,433

Perdida Aborto	Perdida Mortalidad vacas	Incremento requerimientos reemplazo	Infertilidad vacas abortan	Mortalidad Perinatal	Reducción Producción de carne	Pérdida Total rebaño en US\$	Pérdida por vaca infectada en US\$
Tasa aborto 0.15	Tasa mortalidad 0.01	Tasa reposición aumentada 0.15	Tasa infert inf BB 0.1	Tasa mort perinatal 0.1	Tasa reducción producción 0.15		
nro abortos 515	Nro. vacas muertas por BB 34	Aumento reemplazos 515	Nro. vacas infértiles 51	Nro. muertes perinatales 343	kilos perdidos * infect 1,297,662		
Valor aborto (US\$) 300	Valor de la vaca (US\$) 1000	Valor diferencial reemplazo (US\$) 600	Valor infertil (US\$) 150	Valor muerte perinatal (US\$) 300	Valor kilo (US\$) 0.3		
Valor perdida aborto (US\$) 154,484	Valor Perdida Mortalidad vacas 34,330	Valor perdida excesos reemplazo (US\$) 308,967	Valor perdida infertilidad (US\$) 7,724	Valor perdida muerte perinatal (US\$) 102,989	Valor perdida reducción prod carne (US\$) 389,299	997,792	290

## 9. Estimación preliminar de costos y beneficios económicos del programa.

En relación a los costos del programa, estos fueron estimados considerando los valores de mercado de los principales insumos y gastos en servicios. Se estimó además los costos que tienen actualmente el programa para hacer las evaluaciones económicas. Los costos netos totales del programa propuesto alcanzarían los US\$ 47 millones durante los 12 años, tiempo que se estima se alcanza la prevalencia mínima. El costo medio anual es cercano a US\$ 4 millones, siendo su máximo cerca de US\$ 5 millones. Se comparó la eficacia técnica de la propuesta con la que se estima se alcanzaría de mantenerse la situación actual, con el supuesto que la prevalencia se mantendría estable durante los próximos 12 años.

De acuerdo a estas estimaciones y en los supuestos señalados, en un horizonte de 12 años de ejecución de la propuesta, el programa muestra rentabilidad positiva, y en términos relativos muestra resultados económicos notables.

Es llamativo el nivel de impacto económico que tiene la enfermedad, aún en un escenario conservador en cuanto a los valores de cada ítem de pérdida. También destaca que de acuerdo a los supuestos de evolución se obtiene una reducción significativa en el período utilizado, y por ende de un significativo volumen de reducción de pérdidas, lo que explica la alta rentabilidad que muestran las estimaciones.

Tabla Nro. 10: Estimación de costos y rentabilidad del programa propuesto.

Parámetros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Costos Sistema de Producción de Carne	710,000	2,676,625	3,472,281	4,122,792	4,323,000	4,307,016	4,344,070	4,016,754	3,701,789	3,053,332	2,664,258	2,419,054	2,433,233	41,534,204
Costos Sistema de Producción de Leche	136,750	614,438	711,600	798,229	771,625	726,858	634,692	579,392	542,525	542,525	542,525	542,529	542,533	7,549,470
Costos Sistema de Producción Familiar	81,700	662,780	774,425	913,035	959,432	1,006,646	970,462	880,000	799,408	741,841	707,302	684,279	684,283	9,783,892
Costo total del Proyecto	928,450	3,953,843	4,958,306	5,834,056	6,054,057	6,040,520	5,949,223	5,476,146	5,043,722	4,337,698	3,914,084	3,645,862	3,660,049	58,867,566
Costo sin proyecto	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	928,450	11,142,400
Costo neto del Proyecto		3,025,393	4,029,856	4,905,606	5,125,607	5,112,070	5,020,773	4,547,696	4,115,272	3,409,248	2,985,634	2,717,412	2,731,599	47,726,166
Vacas infect sin proy	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	272,748	
Vacas infect con proy carne		266,043	266,043	266,043	239,438	203,523	162,818	122,114	85,480	42,740	21,370	0	0	0
Vacas infect con proy leche		2,810	2,810	2,810	2,400	1,680	840	0	0	0	0	0	0	0
Vacas infect con proy fam		3,895	3,895	3,895	3,510	2,984	2,387	1,671	835	418	0	0	0	0
Perdidas sin proyecto	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	25,940,970	311,291,640
Perdidas con proyecto carne		22,613,630	22,613,630	22,613,630	20,352,267	17,299,427	13,839,541	10,379,656	7,265,759	3,632,880	1,816,440	0	0	142,426,857
Perdidas con proyecto leche		817,629	817,629	817,629	698,400	488,880	244,440	0	0	0	0	0	0	3,884,606
Perdidas con proyecto familiar		732,317	671,940	671,940	605,475	514,654	411,723	288,206	144,103	72,052	0	0	0	4,112,410
Perdidas con proyecto total		24,163,575	24,103,198	24,103,198	21,656,142	18,302,960	14,495,704	10,667,862	7,409,862	3,704,931	1,816,440	0	0	150,423,873
Beneficios del Proyecto (Pérdidas evitadas)		1,777,395	1,837,772	1,837,772	4,284,828	7,638,010	11,445,266	15,273,108	18,531,108	22,236,039	24,124,530	25,940,970	25,940,970	160,867,767
Beneficio v/s Costo		-1,247,998	-2,192,084	-3,067,834	-840,779	2,525,940	6,424,492	10,725,412	14,415,836	18,826,791	21,138,896	23,223,558	23,209,371	113,141,601
Tasa descuento para actualización (10%)		0.91	0.83	0.75	0.68	0.62	0.56	0.51	0.47	0.42	0.39	0.35	0.32	
Valor anual actualizado beneficios netos		-1,134,544	-1,811,640	-2,304,909	-574,263	1,568,410	3,626,458	5,503,832	6,725,094	7,984,397	8,149,959	8,139,715	7,395,221	43,267,732
Valor actualizado neto VAN		43,267,732												
Tasa interna de retorno TIR (Cálculo por Excel)		54.26%												
VAN (Cálculo por Excel)		\$43,267,732												
Relación Beneficio Costo		2.37												

## 10. Factibilidad y desafíos identificados para la ejecución de la propuesta

En términos generales, del análisis de los requerimientos y las capacidades y competencias necesarios llevar a cabo el plan propuesto, se concluye que existe un más que aceptable grado de factibilidad para su ejecución. Avala lo anterior entre otros, lo siguiente:

- i. Alta capacidad técnico operativa y experiencia en programas de intervención que tiene el servicio oficial;
- ii. Bien desarrollada estructura sanitaria disponible por el sector privado (comisiones de salud animal) que utiliza en las acciones de Fiebre Aftosa;
- iii. Alto nivel y complementación, coordinación y trabajo conjunto entre el servicio oficial y el sector privado;
- iv. Uso para las acciones propuestas de herramientas que han sido probadas como eficaces en la región, actualmente disponibles en el país,
- v. Bajo nivel de inversión incremental de la propuesta, la que no supera los US\$ 0.8 por vaca por año en promedio, valor reducido en relación al gasto total en sanidad que se

invierte actualmente, y que, por los resultados de la evaluación económica mostrada en este documento, esta inversión muestra una muy alta rentabilidad.

Por otra parte, es necesario dejar establecido que, si bien hay en el país muy buenas condiciones para llevar a cabo el programa, este presenta importantes desafíos y necesidades que deben ser tenidos en cuenta al momento de tomar la decisión de iniciar las acciones de fortalecimiento del programa. Entre las más importantes cuestiones a resolver están:

- a). Fortalecimiento de la estructura oficial para la gestión y coordinación del programa con un equipo dedicado y preparado para el seguimiento de las acciones, así como el fortalecimiento y aumento de la capacidad de diagnóstico oficial.
- b). Adecuada preparación de la estructura privada para hacerse cargo de las actividades operativas del programa, esto es la vacunación de hembras jóvenes y el apoyo al saneamiento de predios infectados. Se trata de un programa de largo aliento, con actividades bastante diferentes a las que normalmente se venían desarrollando.
- c). La ejecución integral de los tres componentes principales en un plazo no mayor a tres años a modo de asegurar la obtención de las metas de reducción propuestas.
- d). Conseguir la adhesión masiva de los ganaderos a las acciones del programa,
- e). Obtener el apoyo político y disponer de herramientas legales suficientes para implementar y ejecutar acciones de control, restricción de tránsito y cuarentena de establecimientos declarados infectados de Brucelosis.
- f). Obtener financiamiento adicional para apoyar las acciones más críticas del programa, esto es saneamiento de predios infectados y vacunación de pequeños ganaderos.

#### **IV. Resumen Ejecutivo**

SENACSA, en el marco de su plan estratégico de acción, ha decidido priorizar e intensificar las acciones contra la Brucelosis bovina por ser ésta una enfermedad altamente limitante del desarrollo ganadero del país. En este marco solicitó al IICA una propuesta de fortalecimiento de su programa nacional de Brucelosis bovina elaborada con base en una consultoría externa. El presente documento describe la propuesta técnica junto con proyecciones de evolución de disminución de prevalencia, estimaciones de impacto económico, y principales fortalezas y desafíos en su ejecución.

La Brucelosis bovina es endémica en la ganadería bovina del país pese a los esfuerzos realizados que se han realizado para su combate. Diversos factores han contribuido a que las acciones no hayan tenido los resultados esperados, y en consecuencia la enfermedad sigue provocando cuantiosas pérdidas económicas, limitando el aumento de población, y colocando en riesgo a las personas en contacto estrecho con bovinos infectados. Con base a los datos de diagnósticos realizados en los últimos 20 años, se estimó que la prevalencia estaría alrededor del 5% en la población de hembras y del 20% en los establecimientos con 50 hembras o más. El sistema de producción de carne presentaría

3 a 4 veces más prevalencia que el sistema de producción de leche. Unido a esto, el sistema de carne concentra sobre el 75% de la población de vacas del país (4.5 millones), lo que implica una situación sanitaria respecto a Brucelosis muy deficiente.

Dada la situación de la enfermedad descrita, urge reformular las estrategias de manera que se logre un efectivo control de enfermedad en el menor tiempo y al mínimo costo posible.

Las lecciones aprendidas en la región indican que las estrategias de vacunación con Cepa B 19 y el diagnóstico y sacrificio de positivos aplicadas por más de dos décadas en el país, así como la mayoría de países de la región, no ha mostrado ser suficiente para un control efectivo de la enfermedad.

Por otro lado, han surgido experiencias exitosas donde se han usado estrategias más agresivas de control, que incluyen principalmente la identificación sistemática de rebaños infectados y el saneamiento de estos, apoyado con la vacunación de hembras adultas. En estos casos las prevalencias se han reducido a niveles extremadamente bajos compatibles con la erradicación de la enfermedad en un breve plazo.

En el marco de este diagnóstico se elaboró una propuesta de fortalecimiento del programa nacional con el objetivo de lograr una drástica disminución de la presencia de la enfermedad hasta niveles de erradicación.

Los objetivos técnicos principales de la propuesta son: a) Disminución de la susceptibilidad de las hembras a través de vacunación sistemática y obligatoria; b) Identificación de establecimientos infectados mediante vigilancia en plantas lecheras; mataderos; y ferias ganaderas; c) Saneamiento de los establecimientos infectados, a través de esquemas de vacunación y revacunación de hembras adultas, detección y eliminación de hembras positivas posterior a la vacunación; d) Adhesión y participación activa de los ganaderos en las acciones del programa; e) Coordinación público privado para dar sustento táctico-operativo a las acciones del programa, particularmente en la vacunación

sistemática de hembras; y f) Fortalecimiento de las competencias y capacidades de los servicios veterinarios en especial a nivel local, en la gerencia y coordinación, y en el diagnóstico.

Se propone alcanzar estos objetivos mediante la ejecución de tres componentes principales del programa: inmunización; detección de rebaños infectados; y saneamiento. Asimismo, se propone la ejecución de componentes complementarios, cuyo objetivo es dar condiciones externas para que los primeros alcances sus objetivos en el mínimo tiempo posible. Estos componentes son: legislación y reglamentación; gestión técnico operativa; certificación de rebaños libre de Brucelosis; acreditación de Médicos Veterinarios Privados; diagnóstico de laboratorio; Sistema de información; plan de capacitación, entrenamiento y divulgación técnica; abogacía y búsqueda de consenso político-técnico; educación sanitaria, y comunicación social.

En un horizonte de trabajo de 12 años, se propone una implementación progresiva de los componentes principales en un plazo de tres años partiendo el primer año por las campañas de inmunización de hembras; luego en el segundo, la detección y saneamiento del sistema de producción lechera, y finalmente a partir del tercer año, la detección y saneamiento en el sistema de producción de carne.

Se realizaron simulaciones de la evolución de los indicadores de presencia de la enfermedad en un escenario de aplicación de los tres componentes principales en forma coordinada y con intensidad media de ejecución. De acuerdo con estas estimaciones, el programa propuesto alcanzaría su objetivo en el año 11, tiempo en que el sistema de producción de carne alcanzaría la prevalencia mínima. El sistema de producción lechera podría llegar a dicha meta entre los años 7 a 8.

Utilizando los indicadores de evolución de resultados del programa propuesto, se realizó una estimación de los costos con y sin programa de fortalecimiento y los beneficios estimados por concepto

de pérdidas evitadas. Los costos netos totales del programa propuesto alcanzarían los US\$ 47 millones durante los 12 años, con un costo medio anual es cercano a US\$ 4 millones, siendo su máximo cerca de US\$ 5 millones en el año 5.

La inversión calculada para ejecutar el programa muestra excepcionales tasas de rentabilidad positivas (VAN TIR) con base en las pérdidas evitadas, concluyéndose que el programa mostraría eficacia en los objetivos como también rentabilidad.

Finalmente, se observan importantes fortalezas en las estructuras sanitarias públicas y privadas, que hacen prever una más que aceptable viabilidad operativa del proyecto. También se observan desafíos importantes al ser ésta una enfermedad que obliga a un trabajo de largo plazo con constancia y disciplina, así como una muy buena coordinación público privado, y apoyo de todos los entes de la cadena productiva.



### Bibliografía seleccionada.

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales: Bacterioses e micosis. 3.ed. Washington: OPAS, 2001. 416p.

Alves, A.J.S. , et al. 2015. Economic analysis of vaccination to control bovine brucellosis in the States of Sao Paulo and Mato Grosso, Brazil. Preventive Veterinary Medicine 118 (2015) 351–358

Amaku, M., et al. 2009. Modelagem matemática do controle de brucelose bovina por vacinação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, supl. 1, p.135-141

Aznar et al. 2015. Prevalence and spatial distribution of bovine brucellosis in San Luis and La Pampa, Argentina. BMC Veterinary Research, 11:209. DOI 10.1186/s12917-015-0535-1

Aznar, M.N., Samartino, L.E., Humblet, M.F., Saegerman, C., 2014. Bovine brucellosis in Argentina and bordering countries: update. Transbound. Emerg. Dis. 61,121–133.

Baumgarten, D., 2002: Brucellosis: a short review of the disease situation in Paraguay. Vet. Microbiol., 90, 63–69.

Carvalho Neta, AV. et al. Pathogenesis of bovine brucellosis. The Veterinary Journal 184 (2010) 146–155

Dias, R. A et al. 2016. Controlling bovine brucellosis in the State of São Paulo, Brazil: results of ten years of vaccination program. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 37, n. 5, p. 3505-3518, 2016a. Suplemento 2.

Dorneles et al. . 2015. Recent advances in *Brucella abortus* vaccines. Veterinary Research 46:76. DOI 10.1186/s13567-015-0199-7.

Dorneles EMS, Lima GK, Teixeira-Carvalho A, Araújo MSS, Martins-Filho OA, Sriranganathan N, et al. (2015) Immune Response of Calves Vaccinated with *Brucella abortus* S19 or RB51 and Revaccinated with RB51. PLoS ONE 10(9): e0136696. doi:10.1371/journal.pone.0136696

Gall, D. and K. Nielsen. 2004. Serological diagnosis of bovine brucellosis: a review of test performance and cost comparison. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 23 (3), 989-1002

Gall, D. et al. 1998. Enzyme Immunoassays for Serological Diagnosis of Bovine Brucellosis: A Trial in Latin America. CLINICAL AND DIAGNOSTIC LABORATORY IMMUNOLOGY, Sept. 1998, p. 654–661.

Garín, A. 2011. Program of Control/Eradication of Bovine Brucellosis in Uruguay. Brucellosis 2011, International Research Conference. Buenos Aires, Argentina.

Goodwin, Z.I., Pascual, D.W., Brucellosis vaccines for livestock. Vet. Immunol. Immunopathol. (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.03.011>

Figueiredo, P. et al. 2015. 2016 Pathogenesis and Immunobiology of Brucellosis Review of Brucellae Host Interactions. Am J Pathol 2015, 185: 1505e1517; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajpath.2015.03.003>.

Lopetegui P. 1998. Erradicación de brucelosis bovina en Chile. Experiencias en el uso de la vacuna cepa RB51, in: Luna-Martinez E., Suarez-Guemes F. (Eds.), III Foro Nacional de brucelosis, Acapulco, Mexico, 20–21 July, pp. 159–179.

Lopetegui, P. Strategy for eradication bovine brucellosis in Chile. Brucellosis 2011, International Research Conference. Buenos Aires, Argentina.

Martins, H. et al. 2009. Eradication of bovine brucellosis in the Azores, Portugal—Outcome of a 5-year programme (2002–2007) based on test-and-slaughter and RB51 vaccination. Preventive Veterinary Medicine 90, 80–89.

Nielsen K., Diagnosis of brucellosis by serology, Vet. Microbiol. 90 (2002) 447–459.

Nielsen, K.H., et al. 2005. Towards single screening tests for brucellosis. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epi. 24, 1027–1037.

Poester, FP. et al. 2006. Efficacy of strain RB51 vaccine in heifers against experimental brucellosis. Vaccine 24, 5327–5334.

Poester, FP, et al.. Pathogenesis and pathobiology of brucellosis in livestock. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 2013, 32 (1), 105-115.

Poester, F.P., Gonc, alves, V.S.P., Lage, A.P., 2002. Brucellosis in Brazil. Vet. Microbiol. 90, 55–62.

Poester, F. 2011. Strategies for the control and eradication of Brucellosis in Brazil. Brucellosis 2011, International Research Conference. Buenos Aires, Argentina.

Ragan VE. The Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) brucellosis eradication program in the United States. Vet Microbiol 2002 Dec 20;90(1–4):11–18. [PubMed: 12414129]

Rivera, A. et Al. 2002. Eradication of bovine brucellosis in the 10th Region de Los Lagos, Chile. Veterinary Microbiology 90 (2002) 45–53.

Samartino L.E., Fort M., Gregoret R., Schurig G.G., Use of Brucella abortus vaccine strain RB51 in pregnant cows after calfhoo vaccination with strain 19 in Argentina, Prev. Vet. Med. 45 (2000) 193–199.

Santos, R.L., Martins, T.M., Borges, A.M., Paixão, T.A., 2013. Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil. *Pesq. Vet. Bras.* 33 (6), 759–764.

Sanz, C. all. Mass vaccination as a complementary tool in the control of a severe outbreak of bovine brucellosis due to *Brucella abortus* in Extremadura, Spain. *Preventive Veterinary Medicine* 97 (2010) 119–125

Schurig, G.G. Brucellosis vaccines: Past, present and future. *Vet. Microbiol.*, v.90, p.479- 496, 2002.

Schurig G.G., Roop R.M., Bagchi T., Boyle S., Buhrman D., Sriranganathan N.M., Biological properties of RB51; a stable rough strain of *Brucella abortus*, *Vet. Microbiol.* 28 (1991) 171–188.

Skendros, P. and P. Boura. 2013. Immunity to brucellosis. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 32 (1), 137-147

Souza, V. et al. 2016. Mathematical modeling of bovine brucellosis control using the RB51 vaccine. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 5, suplemento 2, p. 3767-3776, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n5 Supl 2p3767

World Animal Health Organization, 2017. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. World Animal Health Organization.

