

Estudio G — Requerimientos, tiempo y presupuesto

Timing óptimo: destete de cabritos y primera monta — macro por región · raza · finca

Documento de trabajo v1 · El Estudio G ya está definido en el diseño de estudios (§G). Este documento responde lo otro: qué se va a requerir más adelante, cuánto tiempo toma, cuánto cuesta, qué preguntas hay que validar y cómo sabremos que funcionó. Cifras de planeación en rangos — no una cotización. TRM \$3.252 COP/USD (jul-2026).

o La conclusión primero

Tres hallazgos que cambian cómo hay que planear esto:

1 El dinero no es la restricción La instrumentación mínima cuesta USD 155–290 por finca. El costo dominante es la persona que captura el dato: un zootecnista cargado (~USD 861/mes) cuesta al año 40–60× todo el hardware junto. Si el presupuesto aprieta, se recorta equipo — nunca la persona.	2 El reloj lo pone la biología El destete se valida en ~12 meses. La primera monta obliga a esperar la cohorte completa (nacer → crecer → montar → parir) = 18–24 meses. La productividad vitalicia, 4–6 años. No hay forma de comprarle velocidad.	3 El macro no cabe en una sola finca Una finca no tiene varianza entre-fincas que estimar. El <i>partial pooling</i> —el corazón del Estudio G— exige una red de 20–30 fincas. Es el requerimiento que desbloquea la promesa central, y aterriza en la Fase 04.
---	---	---

Corolario de planeación. El Estudio G **no pide plata nueva** en Fase 02 ni en Fase 03: cabe dentro de lo ya presupuestado. Lo que sí pide, y temprano, es **empezar a capturar ya** (el dato de hoy es el modelo de dentro de dos años) y **empezar a construir la red de fincas** mucho antes de necesitarla — conseguir 30 fincas comprometidas toma más tiempo que instrumentarlas.

1 La ruta — qué se hace, en qué orden y por qué

— EL LUNES · EL ÚNICO PASO QUE HAY QUE DAR PARA ARRANCAR

Duver abre la app del hato y exporta a Excel todo registro que tenga fecha de parto — identificación de la madre, fecha de parto, número de crías, y si están: fecha de servicio, macho y peso al nacer. Se lo manda al aliado de datos.

Eso es todo. Una hora, cero pesos, ningún permiso, ningún animal tocado. De lo que salga ahí depende si el cronograma del Estudio G corre en 12 meses o en 24.

Todo lo demás cuelga de ese paso. La ruta completa son **cinco movimientos**, y el orden no es caprichoso: está ordenado por **ganancia de información por peso, por día y por permiso**. De ahí salen dos reglas que explican todo el resto:

- **Primero se observa, después se interviene.** De los cinco movimientos, **uno solo toca el hato**: el experimento de destete. Ese exige comité de bienestar, concentrado y cambiarle el manejo a la unidad — por eso va de últimas, y solo si hace falta. Los otros cuatro no tocan un animal.
- **El destete y la primera monta comparten el mismo motor: la curva de crecimiento.** De ella sale **A**, el peso adulto real de tu línea. Sin **A**, la regla del 60–70 % no se puede ni escribir. Por eso el arranque no es ninguna de las dos decisiones: **es el insumo común de ambas**.

1.1 · Los cinco movimientos

Cada uno trae siempre las mismas casillas, en el mismo orden: el primer paso · por qué este y no otro · qué te va a salir · si sale mal · qué desbloquea.

Minar el registro que ya existe

SEMANAS · DUVER 1 HORA + ALIADO DE DATOS 1 SEMANA · ~US\$ 0 · NO TOCA EL HATO

EL PRIMER PASO — UNO SOLO

Exportar de la app del hato a Excel **todo lo que tenga fecha de parto** y mandarlo. Una hora.

POR QUÉ ESTE Y NO OTRO

Es el único movimiento que **no cuesta plata, no pide permiso y no toca un animal** — y decide el cronograma de todo lo demás. Si hay histórico, la regla de la monta arranca hacia atrás y te ahorras **1–2 años** de espera biológica. Ningún otro movimiento puede darte dos años por una hora de trabajo.

QUÉ TE VA A SALIR

Un número: cuántas hembras tienen parto rastreable. Y el primer intervalo entre partos del hato, aunque salga con margen ancho.

SI SALE MAL — LAS TRES RAMAS

a ≥ 30 **hembras con parto y servicio**: la regla de monta arranca retrospectiva. Ganaste 1–2 años.

b EL CASO PROBABLE

Hay partos pero no hay servicios. No se cae nada: la fecha de servicio se reconstruye restándole los ~150 días de gestación al parto. Eso alcanza para el intervalo entre partos; **no alcanza** para el umbral de monta, porque ese necesita el **peso a la monta** y ese peso no está en ninguna planilla vieja. Resultado: la regla de monta espera a G2 con datos nuevos.

c **No hay nada utilizable**: no perdiste nada — fue una hora. El cronograma es el de 18–24 meses que ya está escrito, y **sube la urgencia de la red de fincas**: deja de ser un ítem de la Fase 04 y pasa a ruta crítica desde ya.

QUÉ DESBLOQUEA

saber si el reloj corre 12 meses o 24. Sin esto, cualquier cronograma que escribas es una apuesta.

Observar y calibrar

3-6 MESES · DUVER + 1 APRENDIZ · US\$ 2.900-4.000 · NO TOCA EL HATO

EL PRIMER PASO — UNO SOLO

Pesar las hembras adultas que ya están en el corral. Dos días.

POR QUÉ ESTE Y NO OTRO

A es el peso al que llega el animal cuando deja de crecer. **Esas hembras ya llegaron.** No hay que esperar 12 meses de curva para saber cuánto pesa de verdad una Saanen de tu línea: está parada en el corral. Es **leer la respuesta en vez de calcularla.**

Y de paso, gratis: pesa **tres veces el mismo animal**. Si las lecturas no repiten dentro de $\pm 0,5$ kg, la báscula económica no sirve (no tiene filtro de movimiento) — y eso hay que saberlo *antes* de comprar 30.

QUÉ TE VA A SALIR

El peso adulto real de cada línea. Con ~15 adultas por línea el número sale con **margen ancho**: sirve para arrancar, y la curva lo afina después.

DE QUIÉN ES CADA COSA

- a** **Lo tuyo, Duver — se cuenta, no se interpreta:** 100 % aretado · ≥ 95 % de pesos al nacer en <48 h · ≥ 90 % de pesajes dentro de ± 3 días · ≥ 95 % de fechas sin huecos · ≥ 100 animales pasados por báscula y cinta.
- b** **Lo del aliado de datos — no respondes por esto:** que la curva ajuste, que **A** salga identificable, qué modelo gana. *Si el gate no pasa por un AIC, eso no es culpa del corral.*
- c** **El BCS:** tú y el aprendiz califican **los mismos 40 animales a ciegas**, cada uno en su planilla. Le mandas las dos listas y él calcula la concordancia. **La aritmética no es tuya.**

SI SALE MAL

- a** **La báscula no repite $\pm 0,5$ kg:** se compra la de filtro de movimiento (~\$600) o se arrienda. Ojo — eso **cambia el presupuesto de G4:** 30 fincas $\times$ \$600 $\approx$ \$18.000, no \$9.000.
- b** **La cinta no calibra para cabras** (está hecha para bovinos): se descarta y cada finca lleva báscula. G4 sube de precio; la ruta no se cae.
- c** **A sale con margen inútil:** se espera la curva (12 meses) o se piden adultas prestadas a otras fincas.

QUÉ DESBLOQUEA

con **A** en la mano, la regla de la monta deja de ser una frase de manual («60-70 % del peso adulto») y pasa a ser

UN NÚMERO EN KILOS PARA TU LÍNEA

. Y ese mismo dato le sirve al Estudio A (selección) y al D (punto de faena).

G2

Reglas provisionales — destete y monta

6-12 MESES · ALIADO DE DATOS + DUVER · US\$ 10.000-18.000 · NO TOCA EL HATO

EL PRIMER PASO — UNO SOLO

Correr el modelo de umbral sobre los datos que G1 ya capturó. No hay que salir a campo.

POR QUÉ ESTE Y NO OTRO

Porque **puede que el experimento no haya que hacerlo**. Antes de pedir permiso para intervenir el hato, se mira si mirar ya alcanzó. Sale más barato equivocarse aquí que en el corral.

QUÉ TE VA A SALIR

Dos números para tu línea —el peso de destete y el peso de monta— y una decisión explícita: **¿hace falta G3, sí o no?**

SI SALE MAL

- a** Los umbrales salen limpios: **G3 no se hace**. Te ahorras 12 meses, el comité y el concentrado.
- b** Los umbrales salen con margen inútil: ahí sí se justifica intervenir. Se pasa a G3 con un argumento, no con una corazonada.

QUÉ DESBLOQUEA

la app puede empezar a decir

«LISTO PARA DESTETAR» / «LISTO PARA MONTAR»

, animal por animal. Y sabes si tienes que ir al comité o no.

G3

El experimento de destete — solo si G2 no bastó

+12 MESES · DUVER + COMITÉ · US\$ 8.000–15.000 · INTERVIENE EL HATO

EL PRIMER PASO — UNO SOLO

Radicar el protocolo ante el comité de bienestar animal (Ley 1774). **No antes:** G0, G1 y G2 no necesitan ese aval porque no tocan al animal.

POR QUÉ ESTE Y POR QUÉ AHORA

Es el **único movimiento que interviene**: cambia el manejo del hato para comparar destete gradual contra abrupto. Se hace de últimas y solo si G2 no separó las dos cosas. Es el precio de la causalidad, y solo se paga si hace falta.

QUÉ TE VA A SALIR

La prueba causal: si el *step-down* de leche gana al corte seco, y por cuánto (la referencia es GMD 0,25 vs 0,21 kg/día).

SI SALE MAL

- a El comité dice NO:** no se hace, y ya. Quedan las reglas de G2, que son observacionales y **ya están en la app. El Estudio G no depende de este permiso** — por eso el experimento va al final y no al principio.
- b La temporada de partos sale mala:** no hay crías suficientes para los dos brazos y se corre un año. La observación de G2 sigue en pie mientras tanto.

QUÉ DESBLOQUEA

convierte la regla de destete de «lo que vimos» en «lo que probamos». Es lo único que un revisor científico va a exigir para publicar.

El macro — la red de fincas

18–30 MESES · COORDINACIÓN SENA · US\$ 60.000–150.000 · NO TOCA EL HATO · EMPIEZA YA

EL PRIMER PASO — UNO SOLO

Listar las fincas que el SENA ya visita en Santander, Boyacá/Cundinamarca y La Guajira, y marcar cuáles tienen ≥ 8 hembras de reemplazo al año. Una tarde con los extensionistas. *(El primer paso no es «conseguir 30 fincas»: eso es el movimiento entero.)*

POR QUÉ ESTE Y POR QUÉ YA, SI SE USA EN FASE 04

Porque **conseguir 30 fincas comprometidas toma más tiempo que instrumentarlas**. El hardware de una finca son US\$ 155–290 y se compra en una semana; la confianza de un productor, no. Si esto arranca cuando se necesite, ya es tarde.

QUÉ TE VA A SALIR

El número que define si el Estudio G cumple su promesa: cuántas fincas hay de verdad. La cuenta que manda: el umbral de monta necesita **150–250 primerizas**; el SENA da 20–30 al año. Solo, son **6–8 años**. Con 25 fincas, **~1 año**.

SI SALE MAL

- a** No se llega a ~20 fincas: G entrega un buen modelo **para el hato del SENA y nada más** — pierde exactamente lo que lo hace valioso. No hay *partial pooling* con una sola finca porque no hay varianza entre fincas que estimar. *Este es el riesgo mayor del Estudio G, y no es técnico ni económico: es de relacionamiento.*
- b** Las fincas son muy distintas entre sí (lechero vs cárnico, pastoreo vs semi-estabulado): se agrupa por sistema productivo en vez de por geografía. El modelo aguanta; el mapa cambia.

QUÉ DESBLOQUEA

la promesa central —

TRES RECOMENDACIONES EN UNA

: por región, por raza y local para tu finca. Y que una finca de 8 cabras reciba una recomendación tan robusta como una de 200.

Lo que cambia en la práctica. El primer entregable del Estudio G ya no es «una decisión de destete dentro de 12 meses»: es **el peso adulto real de cada línea del hato, en semanas, sin tocar el manejo** — un dato que hoy nadie tiene, que desbloquea la regla de la monta, y que además le sirve al Estudio A y al D. La primera intervención queda para cuando ya sepamos si hace falta.

La razón es simple y es de diseño de investigación: **el experimento de destete es el único movimiento que interviene el hato**. Exige aval del comité de bienestar, compra de concentrado y cambiarle el manejo a la unidad. Primero se observa; después se interviene – nunca al revés.

Y hay una razón más de fondo: **el destete y la primera monta comparten el mismo motor – la curva de crecimiento**. De ella salen la asíntota **A** (el peso adulto real de la línea) y la tasa **k**. Sin **A** la regla del 60–70 % no se puede ni escribir. Por eso **el piloto de inicio no es ninguna de las dos decisiones: es el insumo común de ambas** – y ese insumo se obtiene *observando*, sin tocar nada.

1.2 · Por qué ese orden y no otro – los candidatos, con tus cuatro criterios

La ruta de arriba no salió de una corazonada. Estos eran los movimientos posibles, puestos contra los cuatro criterios que importan:

MOVIMIENTO	GANANCIA DE INFORMACIÓN	COSTO	TIEMPO	FACILIDAD	¿INTERVIENE EL HATO?
Minar el registro que ya existe	Alta – puede dar peso adulto, intervalo entre partos y edad al primer parto <i>de una</i>	~\$0	Semanas	Trivial – es análisis, no campo	No
Observar la curva de crecimiento	Alta – entrega A y k , insumo de ambas decisiones (y de los Estudios A y D)	~\$200	3–6 meses	Fácil – solo pesar	No
Calibrar la cinta torácica	Estratégica – decide si escalar a 30 fincas cuesta \$600 o \$4.500, y si el campesino puede medir solo	~\$20 la cinta (+ la báscula de G1)	Semanas	Fácil	No
Umbral de primera monta	Alta, pero bloqueada : necesita A y 150–250 primerizas	Nómina	18–24 meses	Media	No
Experimento de destete (gradual vs abrupto)	Media – un solo contraste de manejo	Creep feed + comité	12 meses	Difícil – permiso y cambio de manejo	Sí

Lo que salta a la vista. Los tres movimientos que ganan en los cuatro criterios a la vez **no intervienen el hato** y ninguno es "una decisión": son *observar* y *minar lo que ya hay*. Y uno de ellos –calibrar la cinta– es el de mayor palanca a futuro, porque va directo a la tesis del proyecto: que el productor pueda capturar el dato **sin fricción y sin báscula**. *Con una precisión: los ~\$20 son la cinta. Calibrarla exige la báscula que de todos modos hay que comprar y pasar ~100 animales por el brete; el trabajo va incluido en G1, no es gratis.* El experimento de destete no se cancela; se **aplaza** hasta saber si la observación ya basta.

1.3 · La misma ruta, en tabla — y su encaje en las fases del plan

Lo mismo de arriba, para consultar de un vistazo. El Estudio G no es una fase aparte: se monta sobre las fases que el plan ya declara, y sobre los módulos de valor **reproducción** y **peso y crecimiento**.

SUB-FASE DE G	ENTRA EN	VENTANA	QUÉ ENTREGA	¿INTERVIENE?	¿PLATA NUEVA?
G0 · Minar el registro que ya existe	Antes de la Fase 02	Semanas	Primeros estimados sin salir a campo; dice si G2 arranca retrospectivo	No	~\$0
G1 · Observar y calibrar	Fase 02 (piloto 120 animales SENA)	3–6 meses	Peso adulto real A por línea + tasa k ; cinta torácica calibrada para ovino-caprino	No	No – cabe en US\$ 4–9k
G2 · Reglas provisionales (destete y monta)	Fase 03 (inteligencia productiva)	6–12 meses	Umbral de destete (peso+consumo) y de monta (% de A), desde observación; regla en la app	No	No – tajada de US\$ 150–500k
G3 · Intervenir: el experimento de destete	Fase 03	+12 meses	Prueba causal de gradual vs abrupto – solo si G2 no bastó	Sí	No – misma tajada
G4 · El MACRO (multi-finca)	Fase 04 (escala territorio)	18–30 meses	<i>Partial pooling</i> real: recomendación por región, raza y finca	No	Sí – parte de US\$ 0,5–2M
G5 · Productividad vitalicia	Fase 04 → 05	4–6 años	Longevidad/ <i>stayability</i> ; cierre del trade-off temprano-vs-tardío	No	Cola larga; se ataca con registro retrospectivo

2 Cosas a requerir más adelante

2.1 • Datos y registros (el insumo — sin esto no hay estudio)

Ninguno existe hoy de forma sistemática; todos hay que empezar a capturarlos.

REQUERIMIENTO	POR QUÉ ES INDISPENSABLE	CUÁNDO
Identidad individual permanente (arete), 100 % del hato	Sin ID no hay medida repetida; sin medida repetida no hay modelo jerárquico	G1 – lo primero del campo
Peso al nacer (PN), registrado en <48 h	Base de la regla de destete ($PV \geq 2.5-3 \times PN$). Si se pierde, el animal queda fuera del estudio	G1
Pesajes seriados cada 14–21 días	Construyen la curva de crecimiento (asíntota A, tasa k, madurez $u = W/A$)	G1 → continuo
Consumo de sólido (g/día)	Segundo gatillo del destete ($\geq 1\%$ del PV/día)	G1/G2
Fechas: parto, destete, servicio, parto siguiente	Cuestan \$0 y son la mitad del valor del dataset	G0 (las históricas) → G1 continuo
BCS (0–5) a la monta	Condiciona el umbral de peso (~2,5–3,0)	G1
Resultado de servicio (preñez sí/no)	Desenlace del modelo umbral probit	G1/G2
Peso adulto real por línea	La regla 60–70 % es inútil sin A – hoy no se conoce	G1 (sale de la curva)
Región y finca como niveles	Es la llave del <i>partial pooling</i>	G4

2.2 • Instrumentación

Precios verificados en tiendas colombianas (2026), gama apropiada / bajo costo – coherente con el encuadre del plan.

ÍTEM	COP	USD	VEREDICTO
~300 aretes visuales + pinza	\$230.000	\$71	Imprescindible
Báscula colgante digital 300 kg (crías)	\$95.000– \$150.000	\$29–46	Imprescindible
Báscula plataforma 300–400 kg + jaula artesanal (adultos)	\$280.000– \$480.000	\$86–148	Imprescindible
Cinta torácica (bovinométrica)	\$57.000– \$72.000	\$17–22	Comprar, pero como objeto de estudio
Instrumentación mínima viable / finca	~\$500.000– \$930.000	~\$155– 290	–
<i>Escalón EID: 200 chapetas + lector P180</i>	+\$1.150.000	+\$354	Aplazar
<i>Ecógrafo propio</i> (gama económica)	\$2.864.000– \$5.050.000	\$881– 1.553	No comprar

Tres advertencias técnicas que cambian el diseño (no son detalles de compra). (1) La báscula barata no sirve para animal vivo: las plataformas industriales de \$280k–\$480k **no tienen filtro de movimiento** – con un animal moviéndose la lectura oscila. Eso, y no la capacidad, es lo que justifica la báscula ganadera cara. *Hay que probar la barata con un animal real antes de comprometerse.* (2) La cinta que se vende en Colombia es bovinométrica, calibrada para cebú/criollo: aplicarla a cabras/ovejas mete **sesgo sistemático** justo en la variable del estudio. Pero **calibrar nuestra propia curva perímetro-torácico→peso ovino-caprina contra la báscula, en nuestro hato, sí es publicable** – sub-producto valioso y barato. (3) El ecógrafo **no se compra**: usarlo 2–3 veces al año es mal negocio, y para un estudio de *timing* el **macho retajo/marcador + retorno a estro confirmado por parto** da la señal que importa a costo casi cero.

2.3 • Talento (el costo dominante)

PERFIL	COP/MES (CARGADO ~1,5x)	USD/MES	ROL EN G
Zootecnista (medio tiempo)	~\$2.800.000 (100 %)	~\$861	El cuello de botella real. Captura, protocolo, calidad del dato
Científico de datos junior	~\$5.800.000–6.500.000	~\$1.800–2.000	Modelo jerárquico (brms/Stan), broken-line, supervivencia
MVZ (por servicio)	\$2.143.000–2.439.000	\$659–750	Diagnóstico de gestación (o se sustituye por retajo)
Aprendiz SENA – lectiva / productiva	\$1.313.178 / \$1.750.905	\$404 / \$538	Captura, apoyo de campo

Cambio normativo 2026 que afecta el presupuesto. La Ley 2466/2025 y el **Decreto 0223 de 2026** convirtieron el contrato de aprendizaje SENA en **contrato laboral pleno** (EPS + ARL desde el inicio; pensión en etapa productiva). **El aprendiz ya no es la vía barata que era.** Hay que sumar factor prestacional (~1,45–1,55x) a todo salario.

2.4 • Red de fincas — el requerimiento que desbloquea el "macro"

El requerimiento más importante y el más fácil de subestimar: no cuesta casi nada en equipo, pero **es la condición de existencia del objetivo macro**.

- Un modelo jerárquico necesita **≥ 5–8 grupos** para siquiera estimar una varianza entre-grupos, y **~15–30** para que sea estable.
- Las zonas que el plan ya nombra dan la estructura natural: **Santander** (más caprino), **Boyacá / Cundinamarca** (ovinos), **La Guajira**.
- Meta operativa: **~25–30 fincas**, ~8–10 por región, con **≥ 8** hembras de reemplazo/año cada una.
- **Empezar a construirla en Fase 02–03**, aunque solo se use en Fase 04.

2.5 • Institucional, legal y ético

REQUERIMIENTO	NORMA / ENTIDAD	CUÁNDO
Consentimiento del productor sobre su dato	Ley 1581 de 2012 (habeas data)	Antes de capturar en finca ajena
Aval de bienestar animal – solo si se hace el experimento de destete	Ley 1774 de 2016 + comité institucional	Antes de G3 – G0, G1 y G2 no lo necesitan (no tocan al animal)
Convenio SENA ↔ fincas de la red	SENA	Fase 03, para llegar a Fase 04
Articulación con universidad / AGROSAVIA (profesor de genética aliado)	SNCTI (requisito de financiación)	Fase 03

2.6 • Protocolos (cuestan \$0 y deciden la calidad del dato)

- **SOP de pesaje:** misma hora del día, mismo operador cuando se pueda, ayuno o no-ayuno declarado, ventana ± 3 días.
- **Calibración de BCS:** dos evaluadores contra referencia hasta lograr concordancia (κ o CCI $\geq 0,7$).
El BCS mal calibrado es ruido puro.
- **Definición operativa de "destete gradual":** el *step-down* de leche debe estar escrito (días, fracción) o el brazo experimental no es replicable.
- **Regla de decisión de destete** escrita como binario registrable en la app.

3 Tiempo

El reloj no lo pone la ingeniería: lo pone la biología. Esta es la tabla que hay que tener a la vista.

HITO	TIEMPO	QUÉ LO GOBIERNA
Instrumentar el hato + primer dato limpio	1–2 meses	Logística
Cohorte de cabritos: nacer → destete	2–3 meses	Biología
Decisión de DESTETE validada	~12 meses	Necesita ≥1 temporada de partos completa
Cría → primera monta	7–15 meses	Biología (peso, no edad)
Monta → parto (gestación)	~5 meses (150 d)	Biología – no se acelera
Decisión de PRIMERA MONTA validada	18–24 meses	Cohorte completa nacer→parir
Macro multi-finca (partial pooling)	+18–30 meses	Requiere la red de ~25–30 fincas operando
Productividad vitalicia / longevidad	4–6 años	Biología. <i>Se acorta con registro retrospectivo</i>

TRES ATAJS LEGÍTIMOS

- **Registro retrospectivo.** Si el SENA tiene histórico de partos/servicios, se puede arrancar el modelo de primera monta sin esperar 2 años. **Hay que averiguar si existe – es la primera pregunta a validar.**
- **Desenlaces sustitutos.** En vez de esperar la vida productiva completa, usar medibles antes: preñez, peso al parto, leche de 1ª lactancia.
- **Análisis secuencial.** El modelo entrega recomendación provisional desde el primer año y se afina solo: cada pesaje nuevo estrecha el intervalo.

3.1 • Potencia estadística — lo que el hato del SENA alcanza y lo que no

DECISIÓN	N NECESARIO	LO QUE DA EL SENA	VEREDICTO
Destete gradual vs abrupto (GMD 0,25 vs 0,21; d≈0,8)	~26–30 crías/brazo	~60–90 crías/año	ALCANZA en 1 temporada
Umbral de peso a la monta (broken-line sobre binario)	~150–250 primerizas	~20–30/año	NO ALCANZA – 6–8 años solo, o red de fincas
Macro por región/raza/finca	≥15–30 fincas	1 finca	IMPOSIBLE sin la red

Esa segunda fila es la matemática que justifica la red de fincas: 25 fincas × ~8 primerizas/año
 ≈ 200/año → el umbral sale en **~1 año** en vez de 6–8.

4 Presupuesto

Rangos de planeación en USD, coherentes con las fases del plan. **G no pide plata nueva hasta Fase 04.**

SUB-FASE	INSTRUM.	TALENTO	OTROS	TOTAL G	FASE DEL PLAN	¿CABE?
G0 · Minar el registro (semanas)	—	~\$500–1.500	—	\$500–1.500	Antes de 02	CASI GRATIS
G1 · Observar y calibrar (3–6 m)	\$200–290	~\$2.600	\$100	\$2.900–4.000	02 · US\$ 4–9k	ABSORBIDO
G2 · Reglas provisionales (6–12 m)	—	~\$10.000	\$500–1.500	\$10.000–18.000	03 · US\$ 150–500k	sí – ~3–7 %
G3 · Experimento de destete (+12 m) — <i>solo si hace falta</i>	—	~\$6.000	\$2.000–4.000 (creep, MVZ)	\$8.000–15.000	03 · misma tajada	sí – ~2–5 %
G4 · Macro multi-finca (18–30 m)	\$5.000–9.000	~\$22.000	\$30.000–80.000	\$60.000–150.000	04 · US\$ 0,5–2M	sí – ~5–15 %
Total Estudio G (vida completa)				~\$80.000–190.000	Fases 02→04	

CÓMO LEER ESTO

- **Cómputo: \$0.** Un hato de 120 animales (aun con ~1.200 observaciones longitudinales) corre un modelo jerárquico bayesiano en un **portátil**, en minutos, con **cmdstanr** y 4 cadenas. Se deja \$200 de contingencia. *No presupuestar nube.*
- **Los dos primeros movimientos cuestan US\$ 3.400–5.500** — de un total de US\$ 80.000–190.000. Y entregan lo que hoy nadie tiene: el peso adulto real por línea y una cinta calibrada. *Si el Estudio G se cae, se cae ahí — barato y temprano.*
- **El grueso de G4 no es hardware — es logística.** Instrumentar 30 fincas cuesta ~\$7k; **visitarlas y sostener la captura** cuesta 10× eso. Ahí la red de aprendices y extensionistas del SENA es la ventaja competitiva real del proyecto, no un adorno.

- **El costo marginal de G es bajo por diseño:** reutiliza las curvas de A/D, la *broken-line* de E y la supervivencia/RSM de D, y consume los datos (RFID + pesajes) que A y D **ya obligan a capturar**. G amortiza esa inversión en vez de duplicarla.

4.1 · Lo que NO se pudo cotizar (requiere una llamada, no una búsqueda)

ÍTEM	ESTADO
Servicio de ecografía por animal (ovino/caprino, MVZ de campo)	NO VERIFICADO – cotizar por teléfono en la zona
Báscula/jaula ovino-caprina dedicada	NO VERIFICADO – ningún fabricante colombiano publica precio
Comedero creep feeder en Colombia	NO VERIFICADO – la oferta encontrada es mexicana
Concentrado ovino (Italovinos Crianza, ICA 12948)	Specs sí (24 % PC , no 18 %); precio no publicado – banda \$150k–\$260k/bulto 40 kg
Aretes EID talla ovino-caprino	Precio sí (\$4.500/u); que sean talla pequeño rumiante: no confirmado

5 Preguntas a validar

Distintas de las hipótesis científicas (H-G1...H-G8): estas son **preguntas de decisión** que, según cómo se respondan, cambian el diseño, el costo o el cronograma. Ordenadas por cuánto duelen si se responden tarde.

#	PREGUNTA	POR QUÉ DECIDE	CÓMO SE RESPONDE	CUÁNDO
P1	¿Existe registro histórico de partos/servicios en el hato del SENA?	Si existe, ahorra 1–2 años : el modelo de primera monta arranca retrospectivo	Revisar la app AppSheet de Duver + planillas	Ya – antes de todo
P2	¿Cuántas hembras de reemplazo/año produce el hato?	Define si G2 es viable en una finca o exige la red desde el día 1	Censo del hato	Ya
P3	¿Cuál es el peso adulto real de cada línea?	La regla 60–70 % es inútil sin A. Las tablas publicadas no son citables	Pesando las adultas que ya están en el corral (2 días); la curva lo refina después	G1 – semana 3
P4	¿Hay 20–30 fincas dispuestas, ~8 primerizas/año?	Condición de existencia del objetivo macro	Red SENA + convenios	Empezar en Fase 02
P5	¿El comité autoriza manipular el destete ?	Si dice NO, no se hace G3 y quedan las reglas observacionales de G2. No frena G0, G1 ni G2	Comité institucional (Ley 1774)	Antes de G3 – no antes
P6	¿La báscula económica aguanta animal vivo ?	Decide \$148 vs \$600+ por finca × 30 fincas	Pesar 3 veces el mismo animal: si las lecturas no repiten ±0,5 kg, no sirve	G1 – semana 1
P7	¿Se puede calibrar la cinta torácica para ovino-caprino?	Si sí, cada finca nueva se instrumenta con una cinta de ~\$20 en vez de una báscula de ~\$150 → cambia la economía de G4 (30 fincas) y el productor puede medir solo	Regresión perímetro→peso vs báscula, $n \approx 100$. <i>Ojo: calibrarla exige la báscula y 100 animales por el brete – los \$20 son la cinta, no el trabajo</i>	G1
P8	¿Hay MVZ disponible con ventana de 35–45 días?	Si no, se pasa a macho retajo + parto (más barato, más lento)	Llamada a MVZ de zona	G1
P9	¿El costo por productor cabe en su margen?	El plan mismo la declara la pregunta que decide la viabilidad	Modelar desde Fase 02	Continuo

#	PREGUNTA	POR QUÉ DECIDE	CÓMO SE RESPONDE	CUÁNDO
P10	¿Los sistemas son comparables entre fincas ?	Si son muy heterogéneos, el <i>pooling</i> por región pierde sentido → estratificar por sistema, no por geografía	Caracterización al vincular cada finca	Fase 03

6 Criterios de aceptación

Medibles, por sub-fase. Si no se cumplen, **no se avanza** – el plan ya declara esta lógica: *"se invierte sobre lo aprendido, no a ciegas"*.

G0 • Minar el registro que ya existe

CRITERIO	UMBRAL
Se sabe si existe o no histórico utilizable	Respuesta binaria, documentada – este es todo el entregable
Si existe: hembras con fecha de parto rastreable	$\geq 30 \rightarrow$ G2 puede arrancar retrospectivo
Primer estimado de intervalo entre partos	Calculado, aunque sea con IC ancho

Cuesta días y puede ahorrar dos años. Es el movimiento con mejor relación información/costo de todo el Estudio G – y hoy no está hecho.

G1 • Observar y calibrar

CRITERIO	UMBRAL
Animales con ID individual	100 % – sin excepción
Crías con peso al nacer registrado en <48 h	≥ 95 %
Pesajes dentro de la ventana (±3 días)	≥ 90 %
Concordancia entre evaluadores de BCS	CCI / $\kappa \geq 0,7$
Fechas de parto/servicio sin huecos	≥ 95 %
Curva de crecimiento ajustada por animal	$R^2 \geq 0,80$; modelo elegido por AIC/BIC
Peso adulto real A estimado por línea	Con IC creíble – <i>es el entregable estrella de G1</i>
Cinta torácica calibrada contra báscula (n≈100)	Error de predicción aceptable y declarado; si no, se descarta y se presupuesta báscula por finca
Dato capturado sin acompañamiento (el productor solo)	≥ 1 productor real

Si G1 no pasa, nada aguas abajo es contrastable. Es el gate más importante y el más barato de verificar.

G2 · Reglas provisionales (destete y monta)

CRITERIO	UMBRAL
<i>Breakpoint</i> de consumo de sólido (destete)	Identificable, con IC del τ de ancho útil
Umbral de peso a la monta (broken-line sobre P(preñez))	τ identificable, IC 95 % de ancho < 10 % del peso adulto
Modelo umbral probit	AUC $\geq$ 0,70 fuera de muestra
La regla se expresa como % del peso adulto real de la línea	No como tabla fija ni como edad
Ventana óptima (forma de U)	Detectada, o reportada como no detectable con la potencia disponible – <i>honestamente</i>
Las reglas son ejecutables en campo	Binario en la app: "listo para destetar" / "listo para montar", animal por animal
¿Hace falta el experimento (G3)?	Decisión explícita y argumentada – si la observación ya separa gradual de abrupto, no se interviene

G3 · El experimento de destete — solo si G2 no bastó

CRITERIO	UMBRAL
Aval del comité de bienestar animal	Obtenido antes de tocar un solo animal (Ley 1774)
Gradual vs abrupto	Potencia $\geq$ 0,80 para $d \approx 0,8$, en modelo mixto con madre como efecto aleatorio
La regla por umbral supera al calendario fijo	Diferencia en GMD post-destete con IC 95 % que excluye 0
<i>Step-down</i> de leche documentado	Días y fracción escritos – si no, no es replicable

G4 · El macro (partial pooling) — el criterio que define el éxito del Estudio G

CRITERIO	UMBRAL
Fincas vinculadas y capturando	≥ 20 (meta 25–30), ≥ 3 regiones
El <i>partial pooling</i> gana	RMSE fuera de muestra menor que (i) umbral fijo de manual y (ii) modelo sin pooling finca-por-finca, en validación leave-one-farm-out
Dónde más debe ganar	La ventaja es mayor en fincas de 5–15 animales – si no, el argumento central de G no se sostiene
Varianza entre-fincas y entre-regiones	Estimable, con intervalos creíbles que no colapsan a 0
Salida	Tres recomendaciones en una: por región, por raza y local por finca

Impacto — transversal (el criterio que le importa al productor)

CRITERIO	UMBRAL
Reducción del intervalo entre partos	Medible (referencia: $-20\text{ d} \Rightarrow +9\%$ kg destetados/hembra/año)
Mejora de GMD	Medible (referencia: $+10\text{ g/día} \Rightarrow +11,1\%$)
Adopción	El productor cambia la decisión por lo que dice la app (no solo la lee)
Costo por productor	Cabe holgadamente en su margen

7 Supuestos y riesgos de esta estimación

- Los costos verificados son de retail colombiano (jul-2026), no cotizaciones formales. Cinco ítems quedaron NO VERIFICADOS (§4.1) y requieren una llamada, no una búsqueda. Ninguno cambia el orden de magnitud: el hardware **no** es lo que decide este presupuesto.
- La TRM se movió ~13 % en 2026. Cualquier cifra en USD anclada a inicios de año se traduce distinto hoy. Presupuestar en COP y convertir al momento de comprometer.
- El factor prestacional (~1,5×) es el que manda. Un error del 20 % en el precio de una báscula es irrelevante; un error de 0,5 FTE en el zootecnista mueve el presupuesto de G1 en ~40 %.

- **La potencia para el destete supone que el hato pare normalmente.** Una temporada mala retrasa G1 un año completo – no hay forma de comprarle velocidad a esto.
- **El riesgo mayor no es técnico ni económico: es la red de fincas.** Si no se consiguen ~20 fincas, G entrega un buen modelo **para el hato del SENA y nada más** – pierde exactamente lo que lo hace valioso. *Empezar a construirla en Fase 02.*
- **Evidencia foránea = priors, no verdad local.** Las cifras de referencia (Boer, Merino, Alpina europea, WAD) calibran los *priors*; los umbrales definitivos se re-estiman con datos del hato tropical colombiano – ese es, precisamente, el aporte del *partial pooling*.

Complementa el diseño de estudios §G. Costos verificados con búsqueda en tiendas colombianas (Identigan, MercadoLibre CO, Agrofácil, tubascula.com), salarios (Computrabajo/Glassdoor) y normativa SENA (Decreto 0223 de 2026). Los ítems marcados NO VERIFICADO no se inventaron: se dejaron marcados a propósito.