
*Evaluación económica de intervenciones a nivel
finca en cinco zonas de Nicaragua de acuerdo con
tres tipologías de finca*

Karen Enciso, Manuel Díaz, Martín Mena, Stefan Burkart Josue Rodriguez, Anayansi Garcia,
Rein van der Hoek

Alianza



**Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura**

Contenido

Abreviaciones	3
1. Introducción	4
2. Descripción de las intervenciones.....	5
3. Metodología	13
4. Resultados	16
4.1 Costos de inversión y manejo de las intervenciones a nivel finca.....	16
4.2 Resultados indicadores económicos y financieros.....	16
4.3 Análisis de sensibilidad.....	27
4.4 Efecto de las intervenciones en la captura de carbono	36
Conclusiones	37
Referencias.....	38

Abreviaciones

Cenagro: Censo Nacional Agropecuario - Nicaragua

Mz: Manzana

NFA: Nueva Frontera Agrícola

VLA: Vía Láctea Ampliada

ZP: Zona Pacífico

ZT: Zona de Transición

ZS: Zona Seca

PIB: Producto Interno Bruto

VPN: Valor Presente Neto

TIR: Tasa Interna de Retorno

1. Introducción

En este documento se presentan los resultados de la evaluación económica de las intervenciones priorizadas para las cinco zonas ganaderas de Nicaragua. Dicha estimación se realiza a partir de la información obtenida en grupos focales con productores y actores de las cadenas de valor ganaderas, los cuales se llevaron a cabo en el periodo comprendido entre marzo y mayo del 2021 en los diferentes municipios de la región ganadera. La información técnica se obtuvo a partir de los aportes de expertos nacionales, así como de estimaciones propias realizadas por el equipo técnico y la información del Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) del 2011. Con base en esta información se realizó la evaluación ex ante de los impactos productivos y ambientales a través de la herramienta CLEANED.

La utilidad de este estudio reside en que se entiende como un insumo importante para la toma de decisiones en un plan de inversiones que mejore el ambiente socioeconómico, productivo y competitivo de la población rural: Sánchez et al. (2020) señalan que, en Nicaragua, el impulso de la actividad ganadera resulta de vital importancia para la mejora de las condiciones socioeconómicas del país, dado que la priorización de objetivos de inversiones puede conllevar a un crecimiento medido del PIB en el corto plazo, pero principalmente puede tener un impacto creciente y sostenido en el largo plazo, razón por la cual, priorizar intervenciones y analizar su viabilidad deviene como un recurso útil para mejorar la eficiencia de las mismas.

Con este objetivo en mente, los datos, y consecuentemente los resultados, hacen referencia al nivel de fincas ganaderas, las cuales fueron desagregadas de acuerdo a tres tipologías observadas. Dichas tipologías obedecen a criterios técnicos previamente identificados tales como el valor promedio anual de la producción, el requerimiento de mano de obra, tamaño de la finca, cabezas de ganado, entre otras. Los resultados de los talleres arrojaron seis priorizaciones: a) la implementación de forrajes mejorados; b) cercas vivas; d) bancos proteicos; e) pastos de corte; y f) rotación intensiva enfocada en la intensificación sostenible. Como se verá más adelante, las intervenciones priorizadas tendrían efectos directos en la disponibilidad y calidad de los forrajes para la alimentación animal y, por tanto, en la mejora en la producción de carne y leche, la reducción del área requerida en pastos y forrajes, la mejora en las tasas de parición, menores tasas de mortalidad y múltiples beneficios indirectos como las mejoras medioambientales. Dichas priorizaciones desencadenarían efectos positivos en los indicadores de viabilidad económica de la actividad ganadera, así como en la mejora de las condiciones socioeconómicas y el nivel de vida de los productores ganaderos del país.

Para la estimación de parámetros económicos y financieros asociados a la implementación de dichas intervenciones, se utilizó un modelo de flujo de caja libre descontado, y se diseñó un análisis de sensibilidad, el cual permitió identificar el efecto de las variables de referencia sobre los indicadores de rentabilidad. La utilización de estas técnicas adquiere sentido toda vez que se desea comparar una tecnología tradicional y una novedosa, posibilitando así, determinar cuáles son los

cambios en costos e ingresos asociados a la nueva tecnología. En el presente estudio, las nuevas tecnologías evaluadas fueron contrastadas con un escenario tradicional para cada región de estudio.

Este trabajo se presenta como sigue: a continuación, se exponen las intervenciones priorizadas para el análisis de viabilidad, así como los posibles cambios observados en los niveles de productividad de las fincas. Aquí se detallan tanto las características del escenario base como del escenario después de intervención de acuerdo a los atributos seleccionados. Acto seguido se propone la metodología empleada para realizar los cálculos de utilidad y de sensibilidad donde se destacan igualmente los supuestos adoptados para realizar el análisis. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos y finalmente se proponen algunas reflexiones y conclusiones en torno al ejercicio planteado

2. Descripción de las intervenciones

Además de la información obtenida en Cenagro (2011), los grupos focales realizados con los productores ganaderos en las diferentes regiones del país brindaron un panorama para priorizar enfoques de inversión a nivel de finca: el informe sobre Tipología de fincas ganaderas en Nicaragua revela que las intervenciones en fincas debían girar en torno a: a) los sistemas silvopastoriles; b) el aumento de bancos energéticos; c) el establecimiento de cercas vivas; d) los bancos de proteína; y e) la rotación intensiva.

Estas intervenciones provocarían cambios en las áreas de fincas y composición de las dietas de los animales y, dado que estos cambios se entienden como una condición para generar cambios en los indicadores productivos, son a su vez un insumo para el análisis de los estudios económicos propuestos. Las tablas 1 a 5 detallan las intervenciones en términos de cambios en la distribución de áreas de las fincas y por tanto en la composición de las dietas. Por su parte, la tabla 6 presenta los principales indicadores técnicos para cada caso en los que se describen tanto el escenario base como los resultados de las intervenciones en cada una de las regiones abordadas.

Las intervenciones tendrían un efecto directo sobre indicadores técnicos y, por tanto, sobre la rentabilidad económica. En primer lugar, se observa una notable disminución del área requerida para pastoreo y a la vez un incremento en la carga animal, y mejoras en la eficiencia productiva como son los incrementos en la producción lechera (50% respecto al escenario base) y la mejora en la tasa de parición (20% respecto al escenario base). Asimismo, se evidencia una disminución generalizada de las tasas de mortalidad de ganado adulto y de terneros (60% respecto al escenario base) y la necesidad de incrementar la mano de obra en un rango del 3% al 38%, el cual se explica por el aumento del inventario ganadero en las fincas. Conviene tener claro que dichos beneficios se observan en cada una de las tipologías de productores identificadas. Otro elemento a tener en cuenta es que la reducción del área para pastoreo también puede conllevar a ventajas ambientales y productivas distintas a la ganadería puesto que libera área para establecer nuevos cultivos, o bien, mejorar el paisaje a través de la reforestación de árboles.

Tabla 1. Tipología de fincas e intervenciones en la distribución del área y composición de las dietas para la zona de la Via Láctea Ampliada

Tipología de finca	Escenario base			Escenario con Intervenciones			Variaciones escenario con intervención frente al escenario base		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
Rango de tamaño finca (mz)	5 - 20 mz	20 -100 mz	100-200 mz	5 - 20 mz	20 -100 mz	100-200 mz			
Propósito del sistema ganadero	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche, crianza y desarrollo de terneros (venta novillos > 2 años)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche, crianza y desarrollo de terneros (venta novillos > 2 años)			
Tamaño promedio de finca (mz)	13	53	144	13	53	144	0,00	0,00	0,00
No promedio de cabezas de ganado (cabezas)	16	49	112	22	60	145	6.22	10.80	32.86
Distribución del área de la finca									
Área promedio de pastos por finca (mz)	14.44	47.82	105.13	10.93	25.12	62.75	-3.52	-22.70	-42.39
Pastos naturalizados (mz)	10.61	37.22	82.19	5.195	12.9	35.62	-5.41	-24.31	-46.57
Pastos mejorados (mz)	3.78	10.27	22.23	3.594	7.6	18.95	-0.19	-2.64	-3.28
Pastos de corte (mz)	0.06	0.33	0.72	0.226	0.3	0.99	0.17	0.01	0.27
Caña (mz)	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Banco de proteína (mz)	0.00	0.00	0.00	0.760	1.7	2.86	0.76	1.69	2.86
Cercas vivas (mz)	0.00	0.00	0.00	1	3	4	1.15	2.56	4.33
Rotación intensiva (mz)	0.00	0.00	0	8.79	20.54	32.9	8.79	20.54	32.86
Área promedio cultivos agrícolas/otros usos (mz)	3	4	4	3.000	4.0	4.00	0.00	0.00	0.00
Área promedio bosques (mz)	1.70	5.02	15.30	3.21	17.46	67.62	1.51	12.44	52.32
Composición de la dieta									
Pastos naturalizados (%)	54%	59%	59%	30%	34%	26%	-0.24	-0.25	-0.33
Pastos mejorados (%)	41%	35%	34%	54%	51%	60%	0.13	0.17	0.26
Pastos de corte (%)	2%	3%	3%	3%	2%	2%	0.01	-0.01	-0.01
Caña (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00
Leguminosas/proteicos (%)	0%	0%	0%	10%	10%	8%	0.10	0.10	0.08
Suplementación melaza (%)	3%	3%	3%	3%	3%	3%	0.00	0.00	0.00
Rastrojo (maíz, sorgo) (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00
Concentrados (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00

Alianza



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Tabla 2. Tipología de fincas e intervenciones en la distribución del área y composición de las dietas para la zona Seca

Tipología de finca	Escenario base			Escenario con Intervenciones			Variaciones escenario con intervención frente al escenario base		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
Rango de tamaño finca (mz)	0.5 - 5 mz	5-20 mz	20-100 mz	0.5 - 5 mz	5-20 mz	20-100 mz			
Propósito del sistema ganadero	Subsistencia	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Subsistencia	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)			
Tamaño promedio de finca (mz)	2,2	10,91	72	2,2	10,91	72	0,00	0,00	0,00
No promedio de cabezas de ganado (cabezas)	9	11	40	9	12	49	0,58	1,45	8,81
Distribución del área de la finca									
Área promedio de pastos por finca (mz)	6.20	10.62	36.71	6.88	6.48	25.71	0.68	-4.14	-11.01
Pastos naturalizados (mz)	4.08	7.02	23.01	3.606	2.4	5.69	-0.48	-4.63	-17.32
Pastos mejorados (mz)	2.02	3.43	13.16	1.655	2.9	14.79	-0.36	-0.49	1.62
Pastos de corte (mz)	0.10	0.17	0.54	0.164	0.2	0.88	0.06	0.02	0.34
Caña (mz)	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Banco de proteína (mz)	0.00	0.00	0.00	0.626	0.6	2.51	0.63	0.55	2.51
Cercas vivas (mz)	0.00	0.00	0.00	1	0	2	0.83	0.41	1.85
Rotación intensiva (mz)	0.00	0.00	0	1.66	2.94	14.8	1.66	2.94	14.79
Área promedio cultivos agrícolas/otros usos (mz)	0	0	0	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Área promedio bosques (mz)	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	0.00	0.00	0.00
Comosición de la dieta									
Pastos naturalizados (%)	43%	43%	40%	21%	12%	6%	-0.22	-0.31	-0.33
Pastos mejorados (%)	29%	29%	31%	42%	57%	62%	0.14	0.28	0.31
Pastos de corte (%)	5%	5%	5%	5%	5%	5%	-0.01	0.00	0.00
Caña (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00
Leguminosas/proteícos (%)	0%	0%	0%	18%	12%	12%	0.18	0.12	0.12
Suplementación melaza (%)	6%	6%	5%	6%	7%	7%	0.01	0.01	0.01
Rastrojo (maíz, sorgo) (%)	18%	18%	19%	7%	8%	8%	-0.10	-0.10	-0.11
Concentrados (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00

Tabla 3. Tipología de fincas e intervenciones en la distribución del área y composición de las dietas para la Nueva Frontera Agrícola

Tipología de finca	Escenario base			Escenario con Intervenciones			Variaciones escenario con intervención frente al escenario base		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
Rango de tamaño finca (mz)	5-20 mz	20-100 mz	100-200 mz	5-20 mz	20-100 mz	100-200 mz			
Propósito del sistema ganadero	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <18 meses)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <18 meses)			
Tamaño promedio de finca (mz)	12	55	142	12	55	142	0.00	0.00	0.00
No promedio de cabezas de ganado (cabezas)	10	35	85	21	53	144	11.	18.	.59
Distribución del área de la finca									
Área promedio de pastos por finca (mz)	10.17	35.33	77.83	6.72	15.48	46.70	-3.45	-19.85	-31.13
Pastos naturalizados (mz)	7.52	26.11	50.30	2.932	5.3	17.16	-4.59	-20.85	-33.14
Pastos mejorados (mz)	2.56	8.90	26.78	2.389	6.8	21.63	-0.17	-2.15	-5.15
Pastos de corte (mz)	0.03	0.10	0.24	0.083	0.2	0.61	0.05	0.11	0.37
Caña (mz)	0.06	0.22	0.51	0.105	0.3	0.68	0.04	0.04	0.17
Banco de proteína (mz)	0.00	0.00	0.00	0.482	1.2	1.88	0.48	1.19	1.88
Cercas vivas (mz)	0.00	0.00	0.00	1	2	5	0.73	1.81	4.75
Rotación intensiva (mz)	0.00	0.00	0	5.32	12.01	21.6	5.32	12.01	21.63
Área promedio cultivos agrícolas/otros usos (mz)	1	1	6	1.000	1.0	6.00	0.00	0.00	0.00
Área promedio bosques (mz)	7.00	13.00	14.00	7.00	13.00	14.00	0.00	0.00	0.00
Composición de la dieta									
Pastos naturalizados (%)	52%	52%	42%	27%	20%	8%	-0.25	-0.33	-0.34
Pastos mejorados (%)	39%	39%	49%	55%	62%	75%	0.16	0.24	0.26
Pastos de corte (%)	1%	1%	1%	2%	2%	2%	0.00	0.00	0.01
Caña (%)	6%	6%	6%	5%	5%	5%	-0.01	-0.01	-0.01
Leguminosas/proteícos (%)	0%	0%	0%	10%	10%	8%	0.10	0.10	0.08
Suplementación melaza (%)	2%	2%	2%	2%	2%	2%	0.00	0.00	0.00
Rastrojo (maíz, sorgo) (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00
Concentrados (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00

Tabla 4. Tipología de fincas e intervenciones en la distribución del área y composición de las dietas para la Zona Pacifico

Tipología de finca	Escenario base			Escenario con Intervenciones			Variaciones escenario con intervención frente al escenario base		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
Rango de tamaño finca (mz)	1-5 mz	5-20 mz	20-100 mz	1-5 mz	5-20 mz	20-100 mz			
Propósito del sistema ganadero	Subsistencia	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Subsistencia	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)			
Tamaño promedio de finca (mz)	2.69	10.60	42.95	2.69	10.60	42.95	0.00	0.00	0.00
No promedio de cabezas de ganado (cabezas)	10	15	36	11	16	51	1.57	0.85	15.24
Distribución del área de la finca									
Área promedio de pastos por finca (mz)	7.65	11.51	34.85	3.74	5.59	19.36	-3.92	-5.92	-15.49
Pastos naturalizados (mz)	4.91	7.37	21.08	0.703	1.0	7.51	-4.20	-6.38	-13.57
Pastos mejorados (mz)	2.68	4.03	13.44	2.254	3.1	7.97	-0.42	-0.95	-5.47
Pastos de corte (mz)	0.07	0.10	0.34	0.138	0.2	0.51	0.07	0.09	0.17
Caña (mz)	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Banco de proteína (mz)	0.00	0.00	0.00	0.276	0.8	2.03	0.28	0.79	2.03
Cercas vivas (mz)	0.00	0.00	0.00	0	1	1	0.37	0.52	1.35
Rotación intensiva (mz)	0.00	0.00	0	2.96	4.07	8.0	2.96	4.07	7.97
Área promedio cultivos agrícolas/otros usos (mz)	0	0	0	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Área promedio bosques (mz)	2.00	4.00	6.00	2.00	4.00	6.00	0.00	0.00	0.00
Composición de la dieta									
Pastos naturalizados (%)	42%	42%	38%	12%	12%	13%	-0.29	-0.29	-0.25
Pastos mejorados (%)	31%	31%	33%	62%	58%	57%	0.31	0.27	0.24
Pastos de corte (%)	3%	3%	3%	5%	5%	5%	0.02	0.02	0.01
Caña (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00
Leguminosas/proteícos (%)	0%	0%	0%	9%	12%	12%	0.09	0.12	0.12
Suplementación melaza (%)	3%	3%	3%	6%	6%	6%	0.03	0.03	0.03
Rastrojo (maíz, sorgo) (%)	21%	21%	23%	7%	7%	7%	-0.15	-0.15	-0.16
Concentrados (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00

Tabla 5. Tipología de fincas e intervenciones en la distribución del área y composición de las dietas para la Zona de Transición

Tipología de finca	Escenario base			Escenario con Intervenciones			Variaciones escenario con intervención frente al escenario base		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
Rango de tamaño finca (mz)	5-20 mz	20-100 mz	100-200 mz	5-20 mz	20-100 mz	100-200 mz			
Propósito del sistema ganadero	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <18 meses)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <1 año)	Leche y crianza de terneros (venta al destete o <18 meses)			
Tamaño promedio de finca (mz)	11	43	139	11	43	139	0,00	0,00	0,00
No promedio de cabezas de ganado (cabezas)	10	34	79	12	38	107	1,70	4,14	28,03
Distribución del área de la finca									
Área promedio de pastos por finca (mz)	10.35	36.41	77.66	4.88	21.98	41.57	-5.47	-14.43	-36.10
Pastos naturalizados (mz)	8.85	30.06	64.24	2.542	11.7	18.99	-6.31	-18.33	-45.24
Pastos mejorados (mz)	1.34	5.81	12.29	1.406	6.1	14.45	0.07	0.30	2.16
Pastos de corte (mz)	0.08	0.26	0.54	0.125	0.6	0.86	0.05	0.29	0.32
Caña (mz)	0.08	0.28	0.59	0.071	0.3	0.64	-0.01	0.03	0.05
Banco de proteína (mz)	0.00	0.00	0.00	0.292	1.3	2.63	0.29	1.30	2.63
Cercas vivas (mz)	0.00	0.00	0.00	0	2	4	0.44	1.97	3.99
Rotación intensiva (mz)	0.00	0.00	0	3.95	17.84	33.4	3.95	17.84	33.44
Área promedio cultivos agrícolas/otros usos (mz)	0	0	0	0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Área promedio bosques (mz)	5.00	7.00	11.00	5.00	7.00	11.00	0.00	0.00	0.00
Composición de la dieta									
Pastos naturalizados (%)	62%	57%	57%	33%	34%	27%	-0.29	-0.23	-0.30
Pastos mejorados (%)	22%	26%	26%	45%	43%	50%	0.23	0.18	0.25
Pastos de corte (%)	3%	3%	3%	3%	3%	2%	0.00	0.00	0.00
Caña (%)	8%	7%	7%	4%	4%	4%	-0.04	-0.03	-0.03
Leguminosas/proteicos (%)	0%	0%	0%	9%	9%	9%	0.09	0.09	0.09
Suplementación melaza (%)	4%	4%	4%	4%	4%	4%	0.00	0.00	0.00
Rastrojo (maíz, sorgo) (%)	1%	3%	3%	2%	2%	3%	0.01	-0.01	0.00
Concentrados (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00	0.00	0.00

Tabla 6. Indicadores técnicos para el escenario base y escenario de intervención según tipología de finca en las cinco zonas de estudio

Escenario	Escenario base			Escenario con Intervenciones			Variaciones escenario con intervención frente al escenario base		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
Vía Láctea Ampliada									
Carga animal (UA/ha)	1.75	1.61	1.65	3.02	2.74	2.85	1.27	1.13	1.2
Duración lactancia (días)	240	225	225	270	270	270	30	45	45
Produccion leche (lt/vaca/día)	4	4	3.7	6	6	5.5	2	2	1.8
Peso al destete (kg)	124	124	124	172.025	172	172.025	48.025	48	48.025
Edad de destete (meses)	8.5	8.5	8.5	9	9	9	0.5	0.5	0.5
Tasa de parición (%)	0.6	0.63	0.6	0.72	0.76	0.72	0.12	0.13	0.12
Tasa de mortalidad adultos (%)	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.12	0.13	0.12
Tasa de mortalidad terneros pos-destetos(%)	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	-0.03	-0.03	-0.03
Zona Seca									
Carga animal (UA/ha)	1.33	0.79	0.85	1.26	1.39	1.44	-0.07	0.59	0.58
Duración lactancia (días)	225	210	210	210	210	210	-15	0	0
Produccion leche (lt/vaca/día)	4	5	4.5	5.8	7.3	6.5	1.8	2.3	2
Peso al destete (kg)	106	106	106	141	141	141	35	35	35
Edad de destete (meses)	8.5	8.5	8.5	9	9	9	0.5	0.5	0.5
Tasa de parición (%)	0.67	0.6	0.6	0.8	0.72	0.72	0.13	0.12	0.12
Tasa de mortalidad adultos (%)	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.03	-0.03
Tasa de mortalidad terneros pos-destetos(%)	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	-0.02	-0.02	-0.02
Nueva Frontera Agrícola									
Carga animal (UA/ha)	1.03	0.79	0.87	1.99	2.26	1.76	0.95	1.47	0.89
Duración lactancia (días)	240	225	225	280	280	280	40	55	55
Produccion leche (lt/vaca/día)	4	4	3.8	6	6	5.5	2	2	1.7
Peso al destete (kg)	112	112	112	148	148	148	36	36	36
Edad de destete (meses)	8.5	8.5	8.5	9	9	9	0.5	0.5	0.5
Tasa de parición (%)	0.67	0.57	0.6	0.8	0.69	0.71	0.13	0.12	0.11
Tasa de mortalidad adultos (%)	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.03	-0.03
Tasa de mortalidad terneros pos-destetos(%)	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	-0.02	-0.02	-0.02

Zona Pacífico									
Carga animal (UA/ha)	0.96	0.96	0.75	2.14	2.05	1.60	1.18	1.10	0.85
Duración lactancia (días)	250	225	225	240	240	240	-10	15	15
Produccion leche (lt/vaca/día)	3.5	4	4	5.3	5.8	5.8	1.8	1.8	1.8
Peso al destete (kg)	112	112	112	148	148	148	36	36	36
Edad de destete (meses)	8.5	8.5	8.5	9	9	9	0.5	0.5	0.5
Tasa de parición (%)	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.1	0.1	0.1
Tasa de mortalidad adultos (%)	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.03	-0.03
Tasa de mortalidad terneros pos-destetos(%)	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	-0.02	-0.02	-0.02
Zona de Transición									
Carga animal (UA/ha)	0.82	0.76	0.66	1.87	1.51	1.58	1.05	0.75	0.92
Duración lactancia (días)	240	225	225	270	270	270	30	45	45
Produccion leche (lt/vaca/día)	5	5.5	4.5	7	7.7	6.5	2	2.2	2
Peso al destete (kg)	117	117	117	160	160	160	43	43	43
Edad de destete (meses)	8.5	8.5	8.5	9	9	9	0.5	0.5	0.5
Tasa de parición (%)	0.6	0.63	0.57	0.72	0.76	0.69	0.12	0.13	0.12
Tasa de mortalidad adultos (%)	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.03	-0.03
Tasa de mortalidad terneros pos-destetos(%)	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	-0.02	-0.02	-0.02

3. Metodología

Para determinar el impacto económico en la implementación de diferentes intervenciones de intensificación a nivel finca, se utilizó un modelo de flujo de caja libre descontado para la estimación de indicadores económicos y financieros capaces de medir la viabilidad económica de una inversión. Dichos indicadores se estimaron de acuerdo a lo propuesto por Park (2007), y hacen referencia a:

1. Ingreso Bruto
2. Utilidad Neta
3. Costos de Producción
4. Costos Unitarios
5. Valor presente Neto (VPN)
6. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Los flujos de caja y estimación de los indicadores fueron construidos para los escenarios base y escenarios con las intervenciones según cada tipología de finca en las cinco zonas de estudio. Esta metodología permite ordenar y sintetizar la secuencia de costos, inversiones e ingresos asociados a las tecnologías evaluadas. Para el primero, se tomaron en consideración los costos de inversión, el mantenimiento del sistema productivo y de las intervenciones, los costos de mano de obra permanente y ocasional para el cuidado animal, y los costos de suplementación y sanidad animal. Por su parte, los beneficios se derivaron de la producción de leche, la venta de terneros destetos, la venta de novillos y vacas de descarte en un sistema doble propósito según la orientación de la finca. Para la construcción del flujo de caja fue necesario establecer supuestos de tipo económico y técnico, los cuales se presentan en el cuadro 1.

Para determinar el costo de producción por litro de leche bajo un sistema doble propósito, se siguió la metodología planteada por Valera Villegas & Morillo Moreno (2009). Esto es, para realizar una imputación de costos según tipo de producto (leche cruda y ganado en pie) se identifican los costos fácilmente identificables por producto, y para los costos conjuntos (p. eje. alimentos, sales, minerales, medicinas, vacunas, gastos, amortización de las inversiones, entre otros, los cuales son consumidos tanto por las vacas gestantes y de ordeño como por los animales reproductores (toros) y por los animales que están en levante (terneros, terneras)) se realizó una ponderación según la participación porcentual de cada categoría animal, en términos de unidad animal, en el total del inventario.

Respecto a los datos, es importante destacar que la información técnica como la tasa de parición, el peso al destete, el periodo de lactancia, entre otros, fueron obtenidos por a) el equipo técnico de acuerdo a la información obtenida por Cenagro (2011); b) distintos proyectos nacionales con un componente de monitoreo de fincas; y c) la opinión de expertos en ganadería.

Cuadro 1. Supuestos económicos y técnicos utilizados en el análisis

- Se estableció un horizonte de evaluación de 10 años, de acuerdo a la vida productiva promedio de las intervenciones evaluadas.
- La tasa de descuento de los flujos de efectivo anuales para calcular el VPN fue del 10%.
- Se asumieron precios constantes para la proyección de los ingresos y costos.
- La mano de obra permanente (familiar o contratada) se estableció de acuerdo a los requerimientos días hombre al año según la categoría animal: 22 días hombre año por cada vaca en ordeño, y 8 días hombre año por cada macho adulto, vaca y/o vaquilla y ternero.
- Se tuvo en cuenta un salario base del año 2021 de USD126 por mes.
- Los niveles de inversión se determinaron de acuerdo al área establecida con las intervenciones en cada tipología de finca y zona de estudio (Ver Tablas 1 a 5).
- La composición del hato y el número total de animales varía año a año según la proyección del inventario en un periodo de diez años. Esta proyección se realizó partiendo de un inventario inicial y teniendo en cuenta los parámetros técnicos en cada escenario (base e intervención) y tipología de finca (Ver Tabla 6), y de acuerdo a la orientación productiva y restricciones en la disponibilidad de área y alimento. Este ejercicio permitió determinar los volúmenes de producción de leche anual y la cantidad de animales vendidos en el año según la categoría. También se determinaron los costos de sanidad y suplementación animal de acuerdo a la composición y cantidad de animales cada año.
- Como fuente de ingresos se supone la venta de leche cruda y ganado en pie, según la orientación productiva e indicadores técnicos en cada tipología de finca.

Ahora bien, para determinar la sensibilidad de los resultados, se realizó un análisis de riesgos por medio del software @Risk (Paladise Corporation). Esto es, se identificaron las principales variables aleatorias (aquellas que pueden tener más de un posible valor), y los posibles valores rango para cada una, y se realizó un ejercicio de simulación Montecarlo (Park, 2007). Estas variables fueron identificadas de acuerdo a su potencial para generar cambios sobre los indicadores de viabilidad económica en los predios, algunos de éstos son: precios de venta de los bienes finales (precio litro de leche, precio de venta ternero, vaca de descarte y novillos), niveles de producción promedio de leche vaca día, y tasa de parición. En la Tabla 7 se presentan las variables y valores rango utilizados en la simulación. Las variables que se modelaron siguieron una distribución Pert, donde se determina el valor más probable a tomar de la variable, y unos límites mínimos y máximos, y se realizaron alrededor de 5.000 iteraciones con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 7. Variables simuladas en el modelo Montecarlo

Variable	Límite inferior	Valor más probable	Límite superior
Precio litro de leche (US\$/lt)	0.20	0.34	0.43
Vaca de descarte (US\$/kg en pie)	1.30	1.67	2.00
Ternero destetado (US\$/kg en pie)	1.5	2.0	2.4
Novillo 1-2 años (US\$/kg en pie)	1.43	1.92	2.30
Tasa de parición (%)	50%	57% ¹	80%
Producción de leche día (lt/vaca/día)-VLA ²	4	6	9
Producción de leche día (lt/vaca/día)-NFA ³	3	6	8
Producción de leche día (lt/vaca/día)-ZS ⁴	3	6	8
Producción de leche día (lt/vaca/día)-ZP ⁵	4	6	8
Producción de leche día (lt/vaca/día)-ZT ⁶	4	7	9

¹ este valor varía por tipo de productor y zona según lo presentado en la Tabla 6. ^{2, 3, 4, 5 y 6} los valores mínimos, máximos y mas probable varían de acuerdo a la tipología de productor en cada zona según lo presentado en la Tabla 6.

Los resultados de la simulación permiten obtener la densidad de probabilidad del indicador VPN, lo que facilita la identificación de los distintos valores rango que puede tomar este indicador, así como la probabilidad de éxito de la inversión. Aquí, la inversión se entiende como la proporción de resultados positivos de todas las interacciones (si NPV>0, el proyecto es viable económicamente). Adicionalmente, se realizó un análisis de sensibilidad mediante un gráfico de tornado, el cual perturba cada variable para medir el impacto de cada una sobre el indicador de rentabilidad, identificando así las variables con mayores efectos sobre los indicadores de rentabilidad.

Ahora bien, los cálculos para examinar la potencial captura de carbono están basados en tres fuentes:

- bosque natural (secundario), presente en las fincas: se supone que no hay diferencia entre la línea base y el escenario con intervenciones. No se tuvieron en cuenta los análisis sobre la potencial liberación de las áreas debido a la complejidad que implicaría la ampliación de los supuestos analizados.
- árboles en sistemas silvopastoriles (cercas vivas, bancos proteicos, árboles dispersos en potreros)
- pastos mejorados que captan carbono
- Para la parte arbórea la cantidad de carbono secuestrada (expresada en equivalentes de CO₂) se calcula usando una fórmula basado en el número de árboles por Mz., el tamaño promedio (diámetro) y el crecimiento anual (diámetro), usando datos obtenidos en Nicaragua (Siles, comunación personal) y Puerto Rico (Adame et al., 2014). El carbono captado por pastos se estima utilizando parámetros del IPCC (2019).

4. Resultados

4.1 Costos de inversión y manejo de las intervenciones a nivel finca

En la tabla 7 se presentan los costos promedio de establecimiento y mantenimiento anual de las intervenciones priorizadas. Estos costos incluyen aquellos asociados al uso o requerimiento de maquinaria para acondicionamiento del suelo, y a los insumos y mano de obra requeridos para la siembra, fertilización, control de malezas, acondicionamiento del terreno, podas, ahoyado, colocación de postes y tendido de los alambres. Una de las intervenciones priorizadas fue el pastoreo intensivo, lo que requeriría cercas (convencional o eléctrica) para manejar los periodos de descanso y ocupación de los potreros. De acuerdo al área destinada a pastoreo intensivo, se supuso la inversión en cercado convencional o eléctrico.

Tabla 8. Costos de inversión y mantenimiento anual por manzana de las intervenciones priorizadas.

Intervención	Costo inversión (USD/mz)	Costo mantenimiento anual (USD/mz)
Pastos mejorados	USD 262.50	USD 175.75
Pastos de corte	USD 686.26	USD 186.80
Caña	USD 959.40	USD 97.38
Banco de proteína	USD 594.76	USD 70.50
Cercas vivas	USD 1,592.99	USD 174.28
Cercado convencional	USD 140	5% costo inversión
Cercado eléctrico	USD 730 (Costo fijo equipo) + USD 35 (variable por manzana)	5% costo inversión

4.2 Resultados indicadores económicos y financieros

Las Tablas 8 a 13 presentan el resumen de los principales indicadores técnicos y económicos para las cinco zonas de estudio. Los modelos incluyen los costos e ingresos derivados de la producción bajo un sistema doble propósito, teniendo en cuenta los indicadores técnicos particulares en cada tipología y zona de estudio. Se observa para todas las zonas que la producción y venta de leche cruda, participa en promedio con más del 50% en los ingresos y, el restante la venta de ganado en pie. Estos porcentajes varían de acuerdo a la orientación de cada sistema productivo. A medida que las fincas son más grandes, tienden a tener una mayor orientación hacia carne. Respecto a los costos de producción, estos corresponden en mayor medida a la mano de obra (entre el 48% y el 62%), seguido de los insumos para praderas (entre el 16%-24%), amortización de las inversiones (entre el 9% y el 14%), suplementos (entre el 8% y el 13%), medicamentos (entre el 1.2% y el 1.8%) y otros costos de diversa índole (entre el 1% y el 2%).

Para la región de la vía láctea, la ganadería presenta bajos niveles de intensificación, expresada en términos de animales por unidad de área (1.07 ± 0.04 AU / Mz), lo que se explica por la alta proporción de pasturas naturalizadas como principal fuente de alimentación animal (58% del área total promedio por finca). Se estima que los pastos mejorados alcanzan una cobertura del 37%, mientras que alrededor del 3% corresponde a pasto de corte. La producción de leche por día se estima en 3.9 litros y la tasa de parición este alrededor de un 61%.

Se trata de una región con amplio margen de mejora, y puede alcanzar un impacto considerable en la producción láctea a nivel nacional. De acuerdo a Cenagro (2001), se estima que existen alrededor de 32 mil fincas en esta región reconocida por su importancia en la producción láctea del país: existe una mayor integración a las cadenas ganaderas, mejor dotación en infraestructura de acopio de la industria pasteurizadora, plantas de procesamiento y caminos, buen régimen de lluvias y acceso al agua (Alemán, 2021).

De acuerdo al análisis económico, en el escenario base (Tabla 9), la actividad ganadera no es rentable para los pequeños y medianos productores ($VPN < 0$ y $TIR < \text{tasa de descuento}$), quienes dependerían principalmente de la venta de leche cruda para la generación de ingresos (52%). Los indicadores negativos se asociarían principalmente al carácter extensivo de la ganadería (mayores costos de manejo dada las grandes áreas), y los bajos indicadores técnicos del sistema. Para los grandes productores, los ingresos se explican, en promedio, en un 35% por la venta de novillos entre 1 a 2 años, el 30% por venta de otros animales y el 39% por la venta de leche cruda. Aunque el margen por litro de leche resulta negativo, la mayor parte de los ingresos no provienen de la venta de leche y, por tanto, la actividad sigue siendo rentable.

En el escenario con intervención se contempla el cambio en la distribución de áreas de las fincas del escenario base y, por tanto, en la composición de las dietas. Habría una reducción de pastos naturalizados (participación del 58% al 30% en la dieta) y, consecuentemente, un aumento de pastos mejorados (del 37% al 55% de la dieta). Por su parte, las áreas dedicadas a pastos de corte aumentarían, en promedio, de 0.37 a 0.52 manzanas, y la implementación de bancos de proteína, las cercas vivas y rotación intensiva en las zonas de pastoreo tendrían más presencia en los predios de esta región. Una mayor intensificación de las pasturas ($2.24 \pm 0.19 \text{ AU / mz}$) en el escenario de intervención llevaría a una reducción en el área requerida en pastos del 24%, 47% y 40% para el pequeño, mediano y gran productor respectivamente, así como un incremento anual en el total de cabezas de un 5% en promedio. Los impactos esperados se asocian a un mejor comportamiento en los indicadores de productividad; esto es, un promedio de producción 5.8 litros de leche por cada vaca, una mejora de la tasa de parición del 73%, una ampliación en la duración de la lactancia (270 días), mayor peso al destete de los terneros (172 kg), y una reducción en las tasas de mortalidad de adultos y terneros (2% y 5% respectivamente).

De acuerdo a la evaluación económica en el escenario con intervención, los indicadores de viabilidad económica mejoraron para cada tipología de productor: los incrementos en la producción de leche por año serían entre 149% y 186% respecto del escenario base, lo que significaría un incremento proporcional en el ingreso. También se presenta, en el caso del pequeño y mediano, un incremento en la venta de terneros destetos de entre un 45% y 60%, asociado a la mejora en la tasa de parición. Los costos unitarios de producción se reducirían en más del 50% para las tres tipologías y, por tanto, el margen unitario de rentabilidad aumenta (Ver tabla 9). En general, los mayores ingresos financieros llevarían a una mejora socioeconómica de los productores en la región.

Ahora bien, en la zona seca, la ganadería se concentra en casi 37 mil fincas (equivalente al 28% del total en todo el territorio nacional), donde el 80% corresponden a fincas con menos de 20 manzanas. Así mismo, es una zona que se destaca por presentar importantes limitantes para la

alimentación del ganado dada la escasez e irregularidad de las lluvias, las pocas fuentes de agua y la baja calidad de los suelos (Alemán, 2021). La alimentación animal proviene principalmente de pasturas naturalizadas que ocupan en promedio un 65% del total de área de las fincas mientras que las pasturas mejoradas representan en promedio el 33%, y los pastos de corte el 1.6%. La composición de las dietas también incluye el uso de suplementos como la melaza (6% del total de la dieta) y el uso de maíz y sorgo (18% del total de la dieta). Aunque se reporta un rendimiento promedio de 4,5 litros/vaca/día, asociado a la mayor disponibilidad y acceso de suplementos alimenticios (p. ej. melaza, semolina, gallinaza y pastos de corte), el periodo de lactancia tiende a ser más corto (promedio de 215 días) dada la menor disponibilidad de forraje por la presencia de periodos más largos de sequías, en comparación con otras zonas.

En el análisis económico, el escenario base no es rentable para los productores medianos y grandes ($VPN < 0$ y $TIR < \text{tasa de descuento}$), dados los bajos niveles de carga animal (promedio de 0.8 AU / mz), los cortos periodos de lactancia (210 días) y una baja tasa de parición (60%) respecto al escenario base para el pequeño productor. Para todos los tamaños de productores, la venta de leche proporciona en promedio el 51% de los ingresos, mientras que la venta de terneros destetos y otros animales contribuyen con el 15% y el 30% respectivamente. Los ingresos brutos promedios por finca estuvieron alrededor de 2 mil dólares total año el caso de los pequeños y medianos productores, y de 7 mil dólares para el grande productor. El costo unitario de producción fue en promedio para las tres tipologías de USD 0.32, dando un margen de ganancia de tan solo USD 0.02 por litro vendido.

En el escenario con intervención, se observa un cambio en la distribución de áreas de las fincas respecto al escenario base y, por tanto, en la composición de las dietas debido a la reducción en pastos naturalizados (del 65% al 37% del área), un incremento de pastos mejorados (33% al 42% de área), al igual que el área dedicada a pastos de corte (de 0.13 a 0.4 manzanas, en promedio), la implementación de bancos de proteína (promedio de 1.2 mz), cercas vivas (promedio 1 mz) y rotación intensiva en las zonas de pastoreo. La mayor intensificación (1.3 ± 0.08 AU / mz) en el escenario con intervención llevarían en promedio, a una reducción del 19% del área total requerida en pastos, así como un incremento en el total de cabezas del 1.23% anual.

Los impactos esperados en la productividad hacen referencia a una mayor producción vaca día promedio de 6.5 litros, tasa de parición del 75%, mayor peso al destete (141 kg), y reducción en las tasas de mortalidad de adultos y terneros (2% y 5% respectivamente). De acuerdo al análisis económico, los indicadores de viabilidad económica mejoraron para cada tipología de productor. Los incrementos en la producción de leche año e ingreso bruto por la venta de leche aumentaron en un 61%, 75% y 98% para las tipologías de pequeño, mediano y gran producto respectivamente. Esto hace que la actividad ganadera sea rentable para las para las tres tipologías ($VPN > 0$ y $TIR > \text{tasa de descuento}$) puesto que los costos unitarios de producción se redujeron en más del 37% y, por tanto, el margen unitario de rentabilidad aumentó (153%) (Ver tabla 10).

Pasando a la Nueva Frontera Agrícola se encuentra que existen alrededor de 21 mil explotaciones ganaderas (Cenagro, 2011). Esta región se caracteriza por su cercanía a las reservas naturales, por presentar los procesos de deforestación de bosque primario más elevados de todo el país y a la vez, tiene la más baja dotación de infraestructura vial, de acopio y procesamiento (Alemán, 2021). Se

estima un promedio de rendimiento de 3.9 litros de leche por cada vaca en un día, cantidad comparable con lo reportado para la región de la vía láctea, posiblemente asociado a una mayor disponibilidad de forraje por la baja carga animal (0.9 AU /mz). La alimentación animal proviene principalmente de pasturas naturalizadas, las cuales ocupan el 71% del área total promedio por finca. Los pastos mejorados representan en promedio el 28% para cada finca, los pastos de corte un 0.3% y caña un 0.6%. Es importante señalar que la expansión ganadera en esta zona amenaza la sostenibilidad de las reservas naturales del país y a la vez genera conflictos con territorios de Pueblos Indígenas (Aleman, 2021). En este sentido, la nueva frontera agrícola puede entenderse como una zona de alta prioridad para procesos de intensificación de la producción ganadera que permita la liberación de áreas para reforestación y conservación del bosque.

La evaluación económica evidenció que, en el escenario base, el mediano productor no podría ejecutar la actividad ganadera de manera rentable ($VPN < 0$ y $TIR < \text{tasa de descuento}$) pues se presenta una baja tasa de parición (57%) respecto al pequeño y gran productor (67% y 60%) así como una menor carga animal. El 53% de los ingresos de los pequeños y medianos productores en esta zona se explican por la venta de leche, seguidos de la venta de terneros, con una participación del 15% y la venta de otros animales con un 27% de participación. En el caso del gran productor, el 40% de los ingresos proviene de la venta de leche, el 34% de la venta de novillos de entre 1 y 2 años, y el 27% la venta de otros animales. El costo unitario de producción fue en promedio de USD 0.24 para el pequeño productor, y de USD 0.34 y USD 0.33 para el mediano y grande productor respectivamente.

En el escenario con intervención, se contempla un cambio en la distribución de áreas de las fincas respecto al escenario base y, por tanto, en la composición de las dietas. Tales transformaciones hacen referencia a la reducción en pastos naturalizados (38% del área promedio por finca), al aumento de pastos mejorados (42% del área promedio por finca), el incremento en el área dedicada a pastos de corte (1.3%) y caña (1.6%), la implementación de bancos de proteína (6.3%), las cercas vivas (10.9%) y la rotación intensiva en las zonas de pastoreo. La mayor intensificación de la producción asociada a las intervenciones y al aprovechamiento de los forrajes permitiría reducir el área total requerida en pastos del 34%, 56% y 39% para el pequeño, mediano y grande respectivamente, así como incrementar el total de cabezas en un 3.3% en promedio anual. Los impactos esperados de dichas intervenciones a nivel productivo son: mayores rendimientos de producción leche vaca día con un promedio de 5.8 litros, mejora en la tasa de parición (promedio de 73%), mayor peso al destete (148 kg), periodo más largo de lactancia (280 días), y reducción en las tasas de mortalidad de adultos y terneros (2% y 5% respectivamente).

Nuevamente el escenario de intervención evidencia una mejora de los indicadores económicos y productivos para cada tipología de productor, obteniéndose incrementos significativos en la producción y en la venta de leche; para el pequeño mediano y gran productor dicho aumento corresponde al 154%, 176% y 148% respectivamente. La TIR giró en torno al 30% para cada tipología evidenciando así la alta rentabilidad de la actividad ganadera en esta región una vez que se han aplicado los procesos de intervención. Asimismo, los costos unitarios de producción se redujeron en más del 56% para las tres tipologías, lo que también incrementa el margen unitario de rentabilidad (Ver tabla 11).

La Zona Pacífico concentra alrededor de 15 mil productores según datos de Cenagro (2011). Sin embargo, en los últimos años cultivos agroindustriales como la caña y el maní han venido ganando importancia, desplazando la ganadería hacia otras zonas. Como resultado del limitado desarrollo de la ganadería, se estima que los niveles de especialización de los sistemas ganaderos se han visto afectados, disminuyendo así los niveles de productividad; esto es, la producción de leche por cada vaca en un día se estima en 3.8 litros, la tasa de parición en 50% y la carga animal en 0.9 AU /mz. La alimentación animal se basa principalmente en el uso de pasturas naturalizadas, las cuales ocupan en promedio el 63% del área total de pastos en las fincas. Los pastos mejorados ocupan en promedio el 36%, y los pastos de corte el 0.9%. De manera similar que la zona seca, esta región presenta una alta disponibilidad y acceso a suplementos alimenticios como la melaza (participación del 3% en el total de la dieta), el maíz y el sorgo (participación del 21% del total de la dieta).

De acuerdo a la evaluación económica para el escenario base, este resulta no rentable para las tres tipologías de finca ($VPN < 0$ y $TIR < \text{tasa de descuento}$). Resultados que se asocian principalmente a las bajas tasas de parición que afectan el flujo por venta de leche y de terneros destetos. El nivel de producción por manzana fue de 260 litros, generando un ingreso bruto por la venta de leche de USD 88, y representando alrededor del 48% de los ingresos para todas las tipologías. El otro porcentaje de los ingresos se explica por la venta de terneros destetos y la venta de otros animales como vacas de descarte cuyas participaciones son del 15% y el 37% respectivamente.

En el escenario con intervención, se contempla el cambio en la distribución de áreas de las fincas respecto al escenario base y, por tanto, en la composición de las dietas. Al igual que en las demás regiones, se evidencia una reducción de pastos naturalizados (25% del área promedio por finca) y una mejora de las áreas de pastos mejorados (52% del área promedio por finca). De hecho, el área total requerida en pastos se redujo en promedio en el 51% para pequeño y mediano productor, y 45% para el grande. También se observa un incremento en el área dedicada a los pastos de corte (3.3%), así como el establecimiento de bancos de proteína (10.7%), cercas vivas (8.7%) y rotación intensiva en las zonas de pastoreo. Estas intervenciones permitirían una mayor intensificación del uso del suelo (1.9 UA/mz), mejores rendimientos de leche por cada vaca en el día (5.6 litros), un aumento en la tasa de parición (60%), una reducción de los índices de mortalidad (29%) y aumentos en el peso al destete (148 kg) y en la duración de la lactancia (240 días).

Así pues, hay una mejora generalizada de los indicadores económicos y productivos para cada una de las tecnologías de los productores, lo que se traduce principalmente en los incrementos en la producción de leche anual y en la mejora de los ingresos de alrededor del 81%, 85% y 91% para los pequeños, medianos y grandes productores. Llevando a un incremento promedio por venta de leche en un 86%. El costo unitario de producción se redujo en un 49% (USD 0.22 /litro), e incremento en el margen de ganancia por litro de 245%.

Finalmente, la Zona de Transición ubicada entre la vía láctea y la nueva frontera agrícola, agrupa alrededor de 26 mil productores. Esta zona se caracteriza por presentar una baja dotación de infraestructura en finca y una menor densidad vial que la vía láctea, no obstante, es una zona con alto potencial para incrementar las rutas lecheras de la industria (Aleman, 2021). Se estima un promedio de rendimiento de 5 litros de leche por cada vaca en un día, con una carga animal de

0.75 UA/mz, una tasa de parición del 60%, 230 días de lactancia y un peso al destete de 117 kg. La alimentación animal proviene principalmente de pasturas naturalizadas, las cuales ocupan el 83% del área total promedio por finca. Los pastos mejorados representan en promedio el 15% para cada finca, y los pastos de corte y caña un 0.7% y 0.8% respectivamente.

Al analizar las características del escenario base se observa que las tres tipologías tienen márgenes de rentabilidad ($VPN > 0$ y $TIR > \text{tasa de descuento}$) ya que el ingreso bruto por manzana es de USD 233, y la venta de leche tiene una participación promedio del 51% para el pequeño y mediano ganadero, y del 35% en el caso del grande. Además, la venta de terneros destetos participa con el 12%, y la venta de otros animales el 36% para el pequeño y mediano productor. El gran productor por su parte, genera el 36% de sus ingresos a través del levante de animales y la venta de novillos de 1 a 2 años. El costo unitario de producción se estimó en promedio en USD 0.23, con un margen por litro de USD 0.11.

Al igual que en las otras zonas de análisis, en el escenario con intervención se contempla el cambio en la distribución de áreas de las fincas del escenario base y de la composición de las dietas; es decir, una mayor intensificación de las pasturas (1.65 ± 0.19 AU / mz) llevaría a una reducción en el área requerida en pastos del 52%, 39% y 46% para el pequeño, mediano y gran productor respectivamente. La reducción de pastos naturalizados estaría en torno al 50% del área total promedio por finca mientras que el aumento de pastos mejorados sería de alrededor del 30% del área total promedio por finca. Por su parte, las áreas dedicadas a pastos de corte y caña aumentarían en promedio 2.7% y 1.5% del total promedio finca, y, además, también incrementaría la implementación de bancos de proteína, las cercas vivas y rotación intensiva en las zonas de pastoreo. Este panorama crearía un incremento anual en el total de cabezas de un 2% en promedio.

Todos estos impactos descritos se asocian a un mejor comportamiento en los indicadores de productividad puesto que se espera un promedio de producción de 7 litros de leche por cada vaca, una mejora de la tasa de parición del 72%, una ampliación en la duración de la lactancia (270 días), mayor peso al destete de los terneros (160 kg), y una reducción en las tasas de mortalidad de adultos y terneros (2% y 5% respectivamente).

De esta manera, la evaluación económica para los escenarios con intervención presenta unos márgenes de ganancia considerablemente mejores respecto al escenario base. Los incrementos en la producción de leche y, consecuentemente, en los ingresos, corresponden a un 89%, 136% y 157% para el pequeño, mediano y gran productor respectivamente. Llevando a un incremento en el ingreso bruto percibido por manzana de alrededor de 228% (USD 769 promedio/mz) para las tres tipologías. En este escenario, la venta de leche explicaría, en promedio, el 57% de los ingresos de los pequeños y medianos ganaderos, el 14% lo general la venta de terneros destetos y el 29% la venta de otros animales como vacas de descarte. En el caso del gran productor, el 43% de sus ingresos dependen de la venta de leche, el 32% de la venta de novillos y el 24% la venta de otros animales.

Tabla 9. Indicadores económicos y financieros para escenario base por tipología de productor- Via Láctea Ampliada

Indicador	Escenario base- Pequeño (5-20 mz)	INV-Pequeño (5-20 mz)	Escenario base- Mediano (20- 100 mz)	INV- Mediano (20-100 mz)	Escenario base- grande (100-200 mz)	INV- grande (100-200 mz)
Producción de leche (lt/finca/año)	4.032	10.637	12.644	30.710	23.926	62.927
Producción de leche (lt/mz/año)	280	1,059	265	1,324	228	950
Cantidad terneros vendidos (unidades promedio/ finca /año)	2	3	6	9	0	0
Venta novillos 1-2 años (unidades promedio/ finca /año)	0	0	1	1	13	18
Venta otros animales (unidades promedio/ finca /año)	1	2	5	7	11	14
Ingreso bruto total (US\$/finca /año)	USD 2,877	USD 5,827	USD 9,962	USD 18,372	USD 25,488	USD 44,510
Ingreso bruto venta de leche (US\$/ finca /año)	USD 1,371	USD 3,617	USD 4,299	USD 10,442	USD 8,135	USD 21,395
Ingreso bruto venta terneros destetos (US\$/ finca /año)	USD 503	USD 1,011	USD 1,609	USD 2,998	USD 0	USD 0
Ingreso bruto venta de novillos 1-2 años (US\$ finca /año)	USD 154	USD 154	USD 461	USD 461	USD 9,869	USD 13,786
Ingreso bruto venta otros animales (US\$/ finca /año)	USD 850	USD 1,133	USD 3,593	USD 4,636	USD 7,484	USD 9,070
Costos de producción (US\$/ finca /año)	USD 2,135	USD 2,811	USD 6,680	USD 7,505	USD 14,800	USD 17,104
Mano de obra (% total costos de producción)	52.6%	59.2%	51.3%	57.7%	51.2%	56.8%
Insumos mantenimiento praderas (% total costos de producción)	23.1%	12.9%	20.5%	15.8%	20.0%	16.6%
Suplementación animal (% total costos de producción)	8.7%	8.5%	11.9%	12.6%	12.5%	13.5%
Sanidad animal (% total costos de producción)	1.5%	1.6%	1.5%	1.6%	1.5%	1.7%
Amortización de las inversiones (% total costos de producción)	14.2%	15.3%	14.9%	11.0%	14.7%	10.8%
Otros costos (% total costos de producción)	0%	2.2%	0%	1.1%	0%	0.7%
Utilidad neta sistema (US\$/ finca /año)	USD 742	USD 3,017	USD 3,282	USD 10,867	USD 10,688	USD 27,406
Costo unitario leche producida (US\$/lt)	USD 0.32	USD 0.14	USD 0.31	USD 0.13	USD 0.35	USD 0.15
Margen ganancia leche (US\$/litro)	USD 0.02	USD 0.20	USD 0.03	USD 0.21	-USD 0.01	USD 0.19
<i>Indicadores de viabilidad financiera</i>						
VPN (US\$/ finca)	(USD 1,457)	USD 12,501	(USD 450)	USD 45,723	USD 16,841	USD 119,953
TIR (%)	7%	23%	10%	30%	14%	32%

Tabla 10. Indicadores económicos y financieros para escenario base por tipología de productor- Zona Seca

Indicador	Escenario base- Pequeño (0-5 mz)	INV-Pequeño (0-5 mz)	Escenario base- Mediano (5-20 mz)	INV- Mediano (5-20 mz)	Escenario base- grande (20-100 mz)	INV- grande (20-100 mz)
Producción de leche (lt/finca/año)	2,352	3,800	3,213	5,629	10,773	21,425
Producción de leche (lt/mz/año)	466.7	679.8	302.6	868.4	293.4	833.4
Cantidad terneros vendidos (unidades promedio/ finca /año)	2	2	1	2	5	7
Venta novillos 1-2 años (unidades promedio/ finca /año)	0	0	0	0	0	0
Venta otros animales (unidades promedio/ finca /año)	1	1	1	1	4	6
Ingreso bruto total (US\$/finca /año)	USD 1,818	USD 2,404	USD 2,263	USD 3,538	USD 7,877	USD 13,219
Ingreso bruto venta de leche (US\$/ finca /año)	USD 800	USD 1,292	USD 1,092	USD 1,914	USD 3,663	USD 7,285
Ingreso bruto venta terneros destetos (US\$/ finca /año)	USD 215	USD 286	USD 236	USD 572	USD 1,074	USD 1,972
Ingreso bruto venta de novillos 1-2 años (US\$ finca /año)	USD 77	USD 77	USD 115	USD 115	USD 346	USD 346
Ingreso bruto venta otros animales (US\$/ finca /año)	USD 727	USD 749	USD 819	USD 937	USD 2,794	USD 3,616
Costos de producción (US\$/ finca /año)	USD 1,296	USD 1,529	USD 1,690	USD 1,791	USD 6,302	USD 7,982
Mano de obra (% total costos de producción)	57.3%	57.9%	48.4%	50.8%	48.9%	49.1%
Insumos mantenimiento praderas (% total costos de producción)	21.2%	14.2%	27.6%	25.2%	28.1%	28.0%
Suplementación animal (% total costos de producción)	9.6%	10.7%	9.4%	9.5%	9.3%	8.7%
Sanidad animal (% total costos de producción)	1.7%	1.5%	1.3%	1.3%	1.3%	1.2%
Amortización de las inversiones (% total costos de producción)	10.1%	14.9%	13.3%	12.1%	12.4%	11.7%
Otros costos (% total costos de producción)	0%	0.8%	0%	1.1%	0%	1.3%
Utilidad neta sistema (US\$/ finca /año)	USD 660	USD 1,050	USD 574	USD 1,747	USD 1,574	USD 5,236
Costo unitario leche producida (US\$/lt)	USD 106	USD 153	USD 0.31	USD 0.18	USD 0.35	USD 0.22
Margen ganancia leche (US\$/litro)	USD 0.29	USD 0.20	USD 0.03	USD 0.16	-USD 0.01	USD 0.12
<i>Indicadores de viabilidad financiera</i>						
VPN (US\$/ finca)	USD 1,920	USD 3,526	(USD 653)	USD 6,369	(USD 6,607)	USD 14,435
TIR (%)	17%	20%	8%	25%	6%	17%

Tabla 11. Indicadores económicos y financieros para escenario base por tipología de productor-Nueva Frontera Agrícola

Indicador	Escenario base- Pequeño (5-20 mz)	INV-Pequeño (5-20 mz)	Escenario base- Mediano (20-100 mz)	INV- Mediano (20-100 mz)	Escenario base- grande (100-200 mz)	INV- grande (100-200 mz)
Producción de leche (lt/finca/año)	3,859	9,811	8,721	24,111	21,414	53,905
Producción de leche (lt/mz/año)	379.4	898.0	182.4	959.7	206.4	859.1
Cantidad terneros vendidos (unidades promedio/ finca /año)	2	3	4	7	0	0
Venta novillos 1-2 años (unidades promedio/ finca /año)	0	0	1	1	11	15
Venta otros animales (unidades promedio/ finca /año)	1	2	4	6	10	13
Ingreso bruto total (US\$/finca /año)	USD 2,645	USD 5,464	USD 7,065	USD 14,085	USD 22,508	USD 38,230
Ingreso bruto venta de leche (US\$/ finca /año)	USD 1,312	USD 3,336	USD 2,965	USD 8,198	USD 7,281	USD 18,328
Ingreso bruto venta terneros destetos (US\$/ finca /año)	USD 454	USD 810	USD 999	USD 1,950	USD 0	USD 0
Ingreso bruto venta de novillos 1-2 años (US\$ finca /año)	USD 115	USD 115	USD 384	USD 384	USD 8,563	USD 11,558
Ingreso bruto venta otros animales (US\$/ finca /año)	USD 762	USD 1,200	USD 2,712	USD 3,547	USD 6,651	USD 8,328
Costos de producción (US\$/ finca /año)	USD 1,653	USD 2,055	USD 4,972	USD 5,601	USD 12,946	USD 14,970
Mano de obra (% total costos de producción)	56.3%	61.1%	52.2%	60.1%	54.0%	58.7%
Insumos mantenimiento praderas (% total costos de producción)	20.1%	11.4%	23.2%	17.9%	26.7%	20.4%
Suplementación animal (% total costos de producción)	8.8%	9.1%	7.9%	8.8%	8.3%	8.8%
Sanidad animal (% total costos de producción)	1.7%	1.7%	1.4%	1.7%	1.5%	1.6%
Amortización de las inversiones (% total costos de producción)	13.2%	14.8%	15.2%	10.3%	9.4%	9.8%
Otros costos (% total costos de producción)	0%	1.8%	0%	1.2%	0%	0.6%
Utilidad neta sistema (US\$/ finca /año)	USD 992	USD 3,409	USD 2,093	USD 8,484	USD 9,563	USD 23,260
Costo unitario leche producida (US\$/lt)	USD 0.24	USD 0.11	USD 0.34	USD 0.14	USD 0.33	USD 0.15
Margen ganancia leche (US\$/litro)	USD 0.10	USD 0.23	USD 0.00	USD 0.20	USD 0.01	USD 0.19
<i>Indicadores de viabilidad financiera</i>						
VPN (US\$/ finca)	USD 2,744	USD 16,805	(USD 2,280)	USD 36,793	USD 19,248	USD 103,623
TIR (%)	17%	38%	8%	32%	15%	33%

Tabla 12. Indicadores económicos y financieros para escenario base por tipología de productor-Zona Pacifico

Indicador	Escenario base- Pequeño (1-5 mz)	INV-Pequeño (1-5 mz)	Escenario base- Mediano (5-20 mz)	INV- Mediano (5- 20 mz)	Escenario base- grande (20-100 mz)	INV- grande (20-100 mz)
Producción de leche (lt/finca/año)	2.056	3.740	3.150	5.846	7.515	15.952
Producción de leche (lt/mz/año)	268.6	1000.6	273.8	1046.7	238.6	824.2
Cantidad terneros vendidos (unidades promedio/ finca /año)	1	1	2	2	4	5
Venta novillos 1-2 años (unidades promedio/ finca /año)	0	0	0	0	0	0
Venta otros animales (unidades promedio/ finca /año)	1	1	1	2	4	5
Ingreso bruto total (US\$/finca /año)	USD 1,584	USD 2,390	USD 2,565	USD 3,675	USD 6,236	USD 10,426
Ingreso bruto venta de leche (US\$/ finca /año)	USD 699	USD 1,271	USD 1,071	USD 1,988	USD 2,555	USD 5,424
Ingreso bruto venta terneros destetos (US\$/ finca /año)	USD 227	USD 300	USD 454	USD 600	USD 931	USD 1,500
Ingreso bruto venta de novillos 1-2 años (US\$ finca /año)	USD 77	USD 77	USD 115	USD 115	USD 346	USD 346
Ingreso bruto venta otros animales (US\$/ finca /año)	USD 581	USD 741	USD 925	USD 972	USD 2,532	USD 3,156
Costos de producción (US\$/ finca /año)	USD 1,385	USD 1,300	USD 2,080	USD 2,123	USD 5,795	USD 5,672
Mano de obra (% total costos de producción)	51.0%	60.6%	51.3%	53.5%	46.9%	53.7%
Insumos mantenimiento praderas (% total costos de producción)	25.6%	13.1%	25.6%	23.0%	30.6%	22.2%
Suplementación animal (% total costos de producción)	10.3%	11.5%	9.9%	10.1%	8.5%	10.3%
Sanidad animal (% total costos de producción)	1.3%	1.6%	1.4%	1.4%	1.2%	1.4%
Amortización de las inversiones (% total costos de producción)	11.7%	11.6%	11.8%	10.7%	12.7%	11.4%
Otros costos (% total costos de producción)	0%	1.6%	0%	1.3%	0%	1.0%
Utilidad neta sistema (US\$/ finca /año)	USD 199	USD 1,089	USD 485	USD 1,551	USD 441	USD 4,753
Costo unitario leche producida (US\$/lt)	USD 0.43	USD 0.21	USD 0.42	USD 0.22	USD 0.44	USD 0.22
Margen ganancia leche (US\$/litro)	-USD 0.09	USD 0.13	-USD 0.08	USD 0.12	-USD 0.10	USD 0.12
<i>Indicadores de viabilidad financiera</i>						
VPN (US\$/ finca)	(USD 2,095)	USD 3,223	(USD 1,908)	USD 4,452	(USD 15,074)	USD 11,175
TIR (%)	4%	19%	6%	18%	-1%	17%

Tabla 13. Indicadores económicos y financieros para escenario base por tipología de productor-Zona de Transición

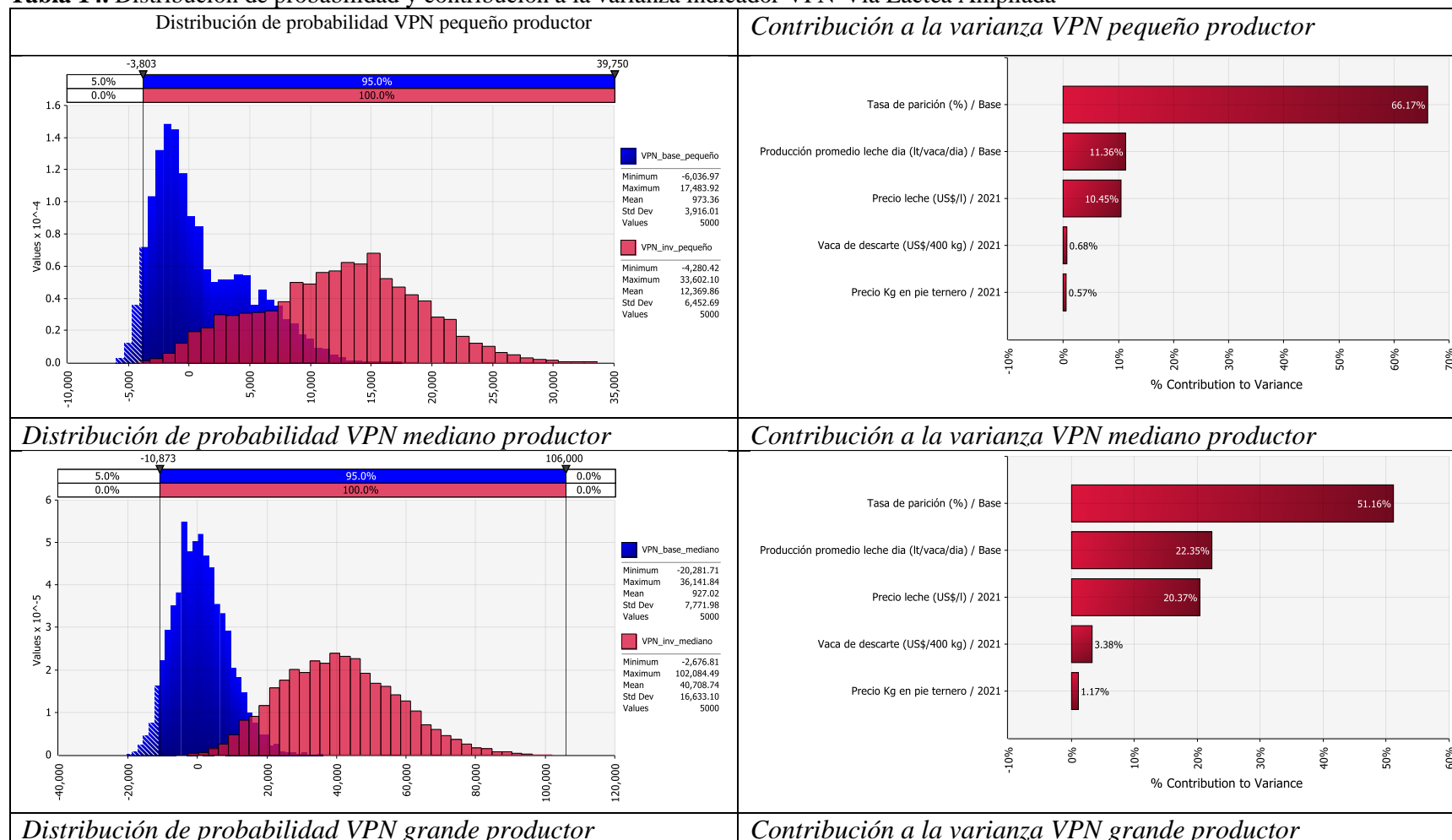
Indicador	Escenario base- Pequeño (5-20 mz)	INV-Pequeño (5-20 mz)	Escenario base- Mediano (20-100 mz)	INV- Mediano (20-100 mz)	Escenario base- grande (100-200 mz)	INV- grande (100-200 mz)
Producción de leche (lt/finca/año)	3,672	6,940	12,786	30,179	18,757	48,317
Producción de leche (lt/mz/año)	355	1,422	351	1,373	242	1,162
Cantidad terneros vendidos (unidades promedio/ finca /año)	1	2	5	7	0	0
Venta novillos 1-2 años (unidades promedio/ finca /año)	0	0	0	0	9	12
Venta otros animales (unidades promedio/ finca /año)	1	1.4	4	5	8	10
Ingreso bruto total (US\$/finca /año)	USD 2,444	USD 3,970	USD 8,477	USD 15,907	USD 18,126	USD 32,012
Ingreso bruto venta de leche (US\$/ finca /año)	USD 1,248	USD 2,360	USD 4,347	USD 10,261	USD 6,377	USD 16,428
Ingreso bruto venta terneros destetos (US\$/ finca /año)	USD 261	USD 649	USD 1,186	USD 2,108	USD 0	USD 0
Ingreso bruto venta de novillos 1-2 años (US\$ finca /año)	USD 115	USD 115	USD 346	USD 346	USD 6,528	USD 9,062
Ingreso bruto venta otros animales (US\$/ finca /año)	USD 819	USD 847	USD 2,599	USD 3,192	USD 5,220	USD 6,522
Costos de producción (US\$/ finca /año)	USD 1,275	USD 1,359	USD 4,434	USD 5,563	USD 9,179	USD 11,908
Mano de obra (% total costos de producción)	56.2%	62.2%	54.8%	57.7%	53.9%	58.2%
Insumos mantenimiento praderas (% total costos de producción)	14.5%	10.4%	17.7%	17.8%	18.1%	18.7%
Suplementación animal (% total costos de producción)	10.9%	9.5%	8.8%	8.4%	8.9%	8.9%
Sanidad animal (% total costos de producción)	1.7%	1.8%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%
Amortización de las inversiones (% total costos de producción)	16.7%	14.1%	17.0%	13.0%	17.5%	11.6%
Otros costos (% total costos de producción)	0%	2.0%	0%	1.5%	0%	1.0%
Utilidad neta sistema (US\$/ finca /año)	USD 1,169	USD 2,612	USD 4,044	USD 10,344	USD 8,947	USD 20,104
Costo unitario leche producida (US\$/lt)	USD 0.21	USD 0.11	USD 0.20	USD 0.10	USD 0.28	USD 0.13
Margen ganancia leche (US\$/litro)	USD 0.13	USD 0.23	USD 0.14	USD 0.24	USD 0.06	USD 0.21
<i>Indicadores de viabilidad financiera</i>						
VPN (US\$/ finca)	USD 3,899	USD 12,704	USD 10,249	USD 48,345	USD 19,867	USD 88,570
TIR (%)	21%	43%	18%	38%	17%	33%

4.3 Análisis de sensibilidad

Las tablas 14 a 18 presentan los resultados de los análisis de sensibilidad respecto a la distribución de probabilidad del VPN y reflejan, a su vez, la amplitud de la variación para el indicador. En todos los casos, los escenarios con intervención representan un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de densidad de probabilidad. Por su parte, los gráficos de contribución a la varianza representan la correlación que tiene cada variable de entrada simulada en el modelo sobre el indicador de rentabilidad VPN. Como se observa, la rentabilidad de los tratamientos es altamente sensible, ante cambios en la tasa de parición, lo que se explica por la relevancia de esta variable sobre el flujo de ingresos, tanto para incrementar la producción de leche como para incrementar la proporción de vacas en ordeño, mejorar el incremento en la producción de leche y la cantidad de terneros y novillos para la producción de carne, bajo un sistema de producción doble propósito.

Ahora bien, la correlación entre el indicador VPN y la variable tasa de parición es positiva; es decir, los cambios en esta tasa afectan el indicador entre un 33% y 66% dependiendo de la zona y tipología de la finca. Las siguientes variables con mayor efecto en los indicadores son el precio de litro de leche y el nivel de producción vaca día, pues los cambios en éstas podrían llegar a afectar hasta en un 30% la varianza del indicador VPN.

Tabla 14. Distribución de probabilidad y contribución a la varianza indicador VPN-Via Láctea Ampliada



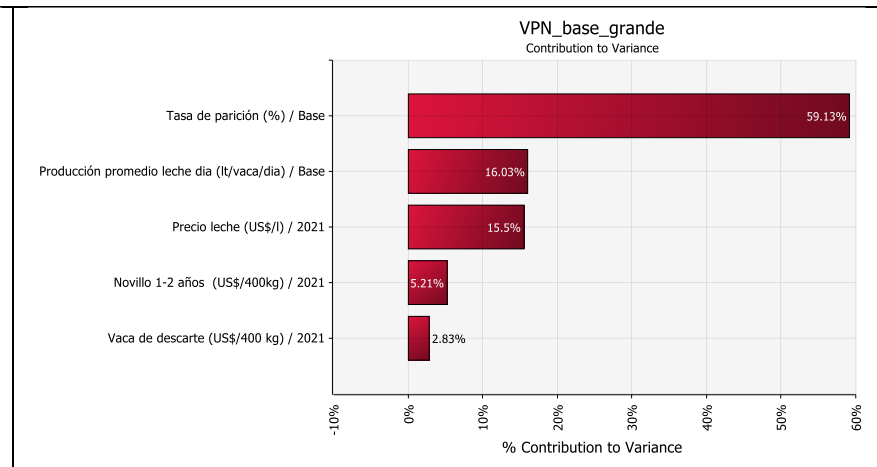
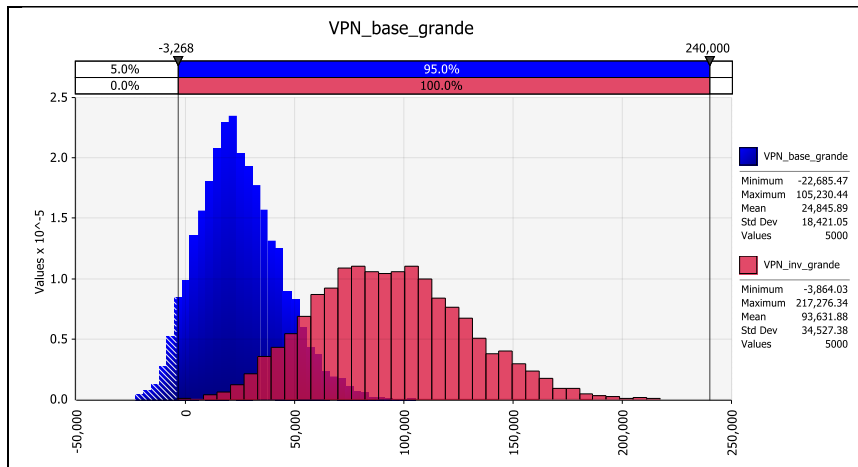
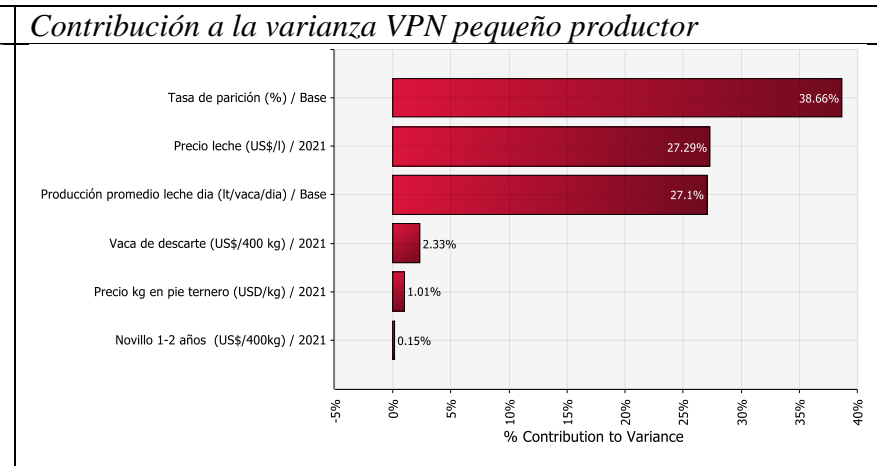
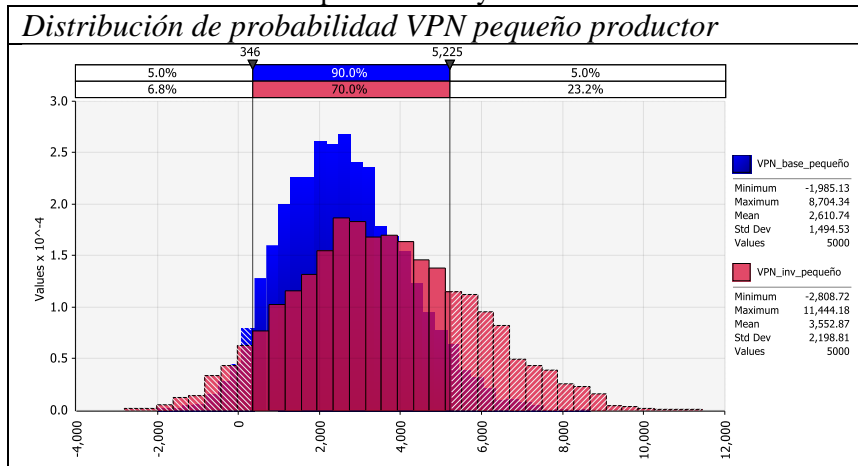
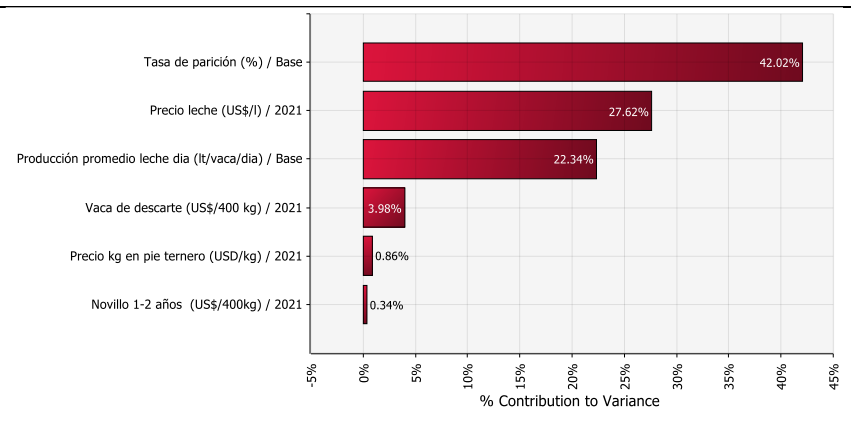
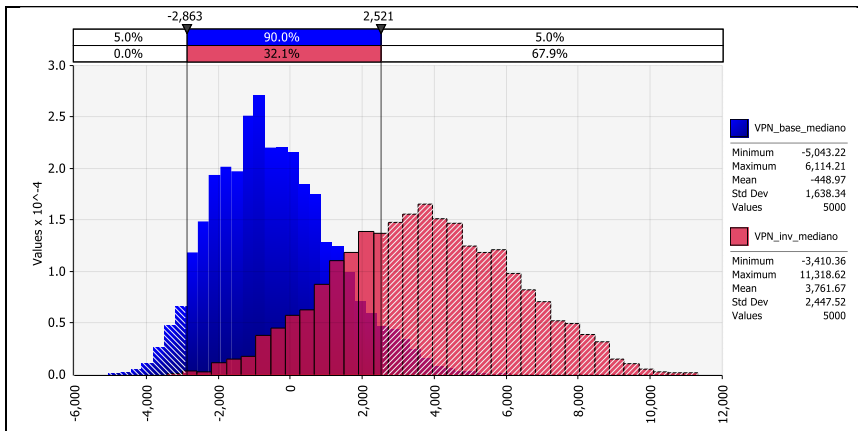


Tabla 15. Distribución de probabilidad y contribución a la varianza indicador VPN-Zona Seca



Distribución de probabilidad VPN mediano productor

Contribución a la varianza VPN mediano productor



Distribución de probabilidad VPN grande productor

Contribución a la varianza VPN grande productor

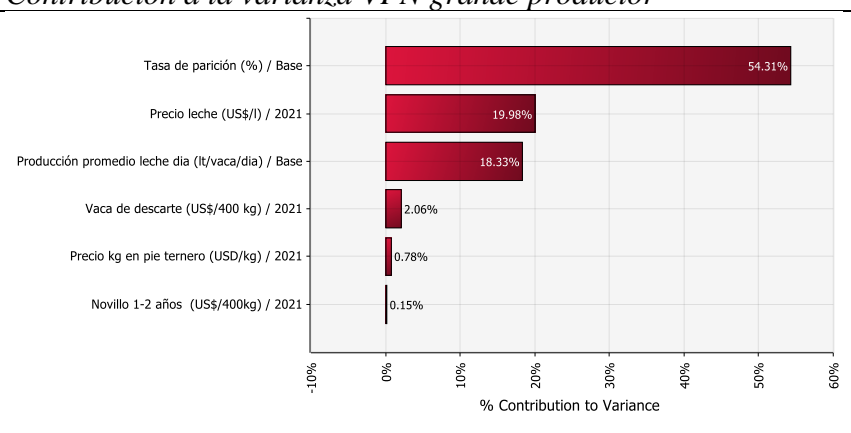
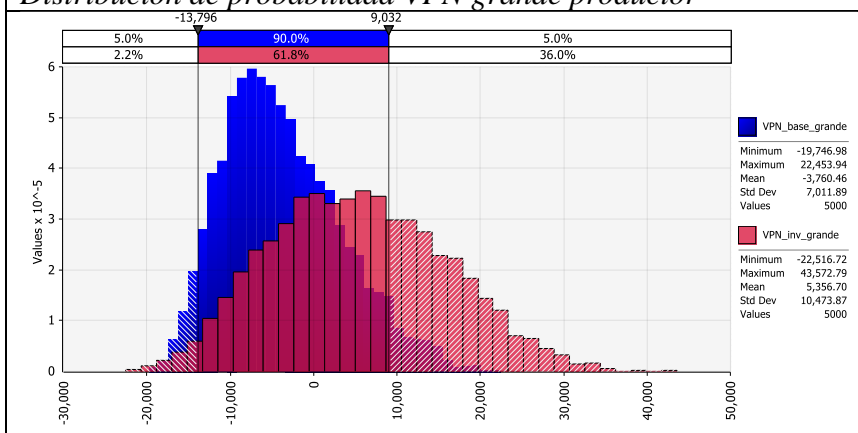
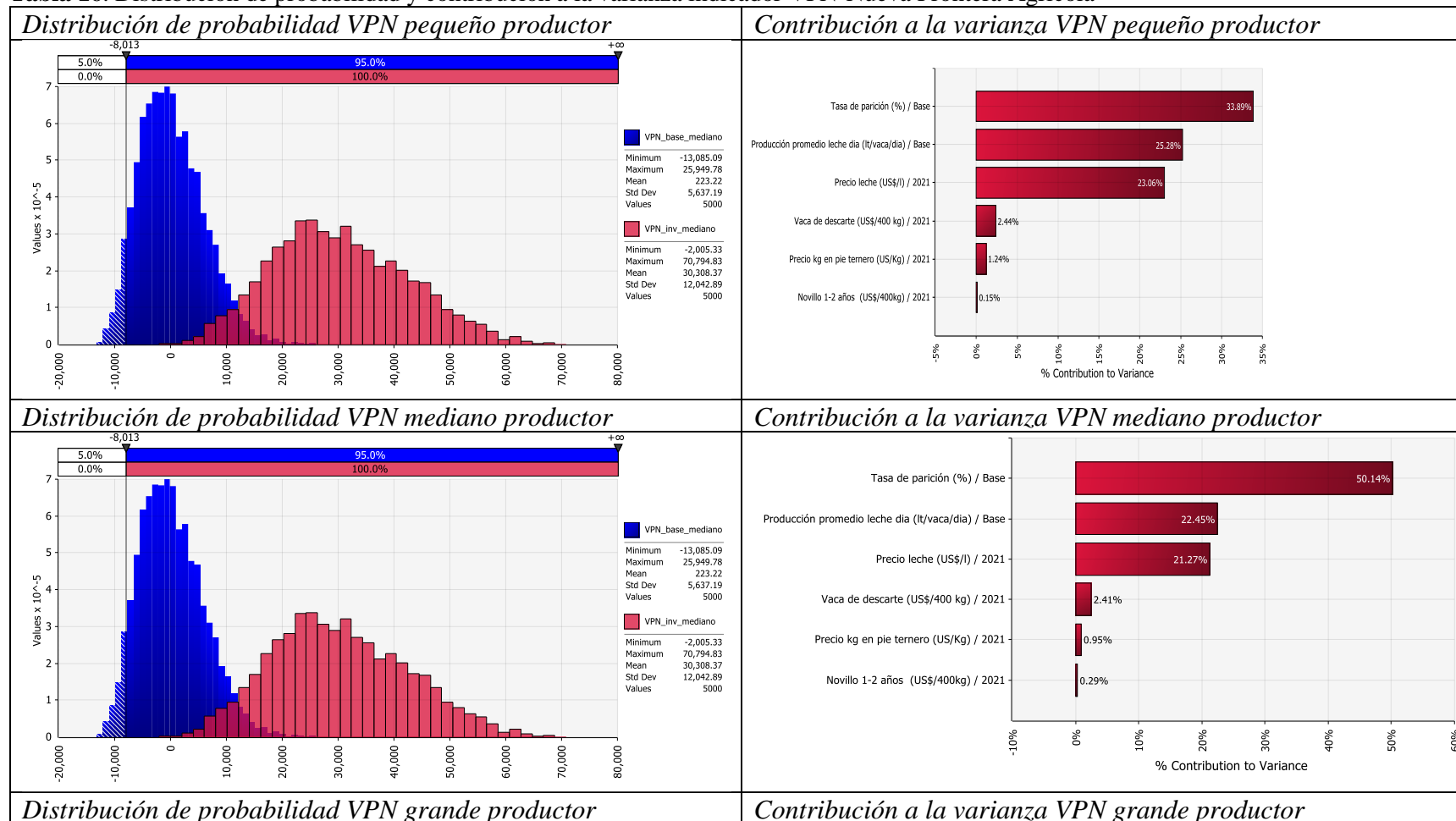


Tabla 16. Distribución de probabilidad y contribución a la varianza indicador VPN-Nueva Frontera Agrícola



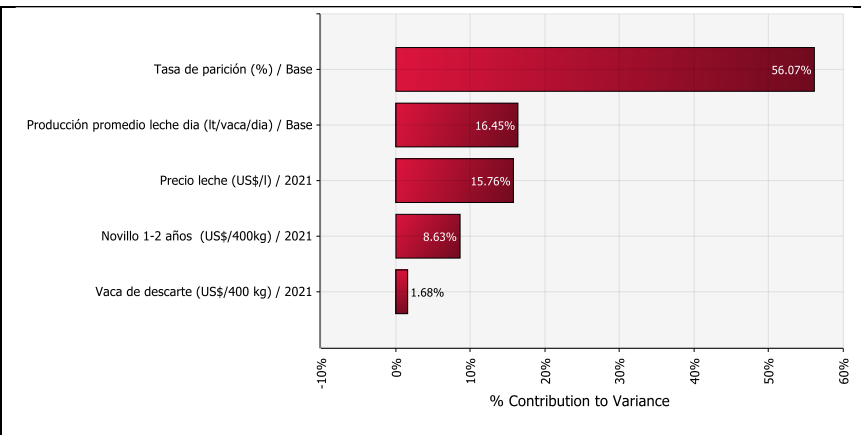
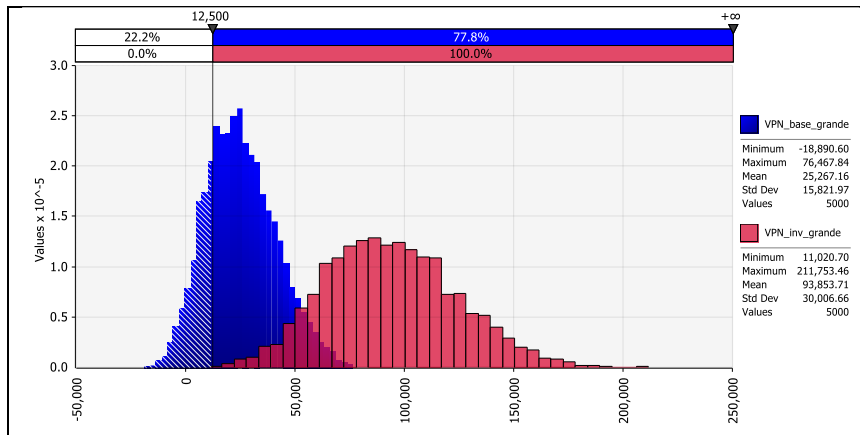
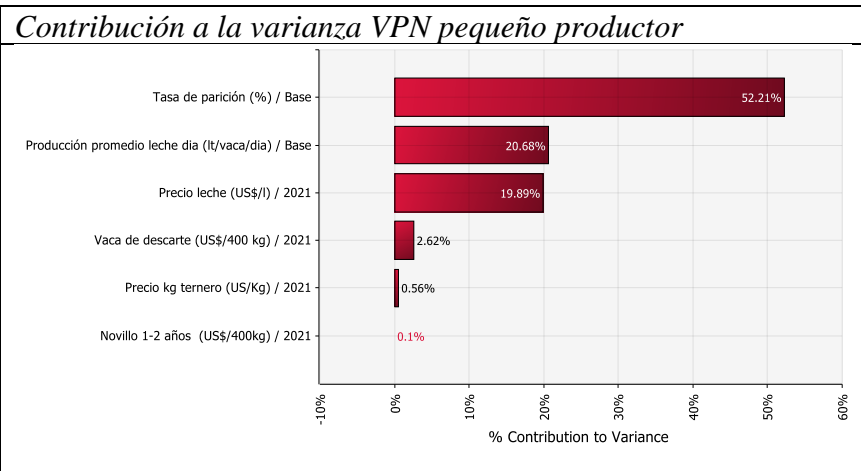
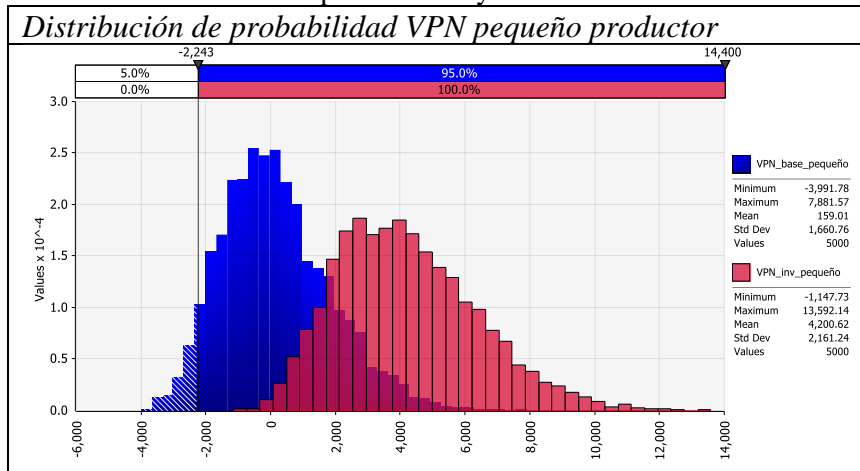
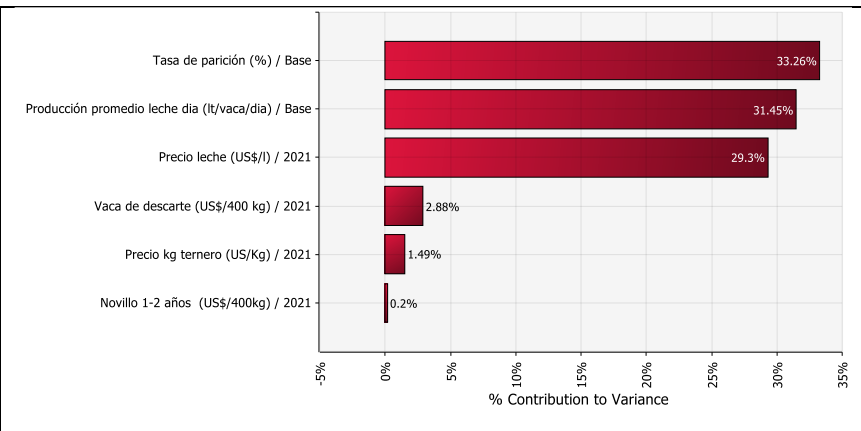
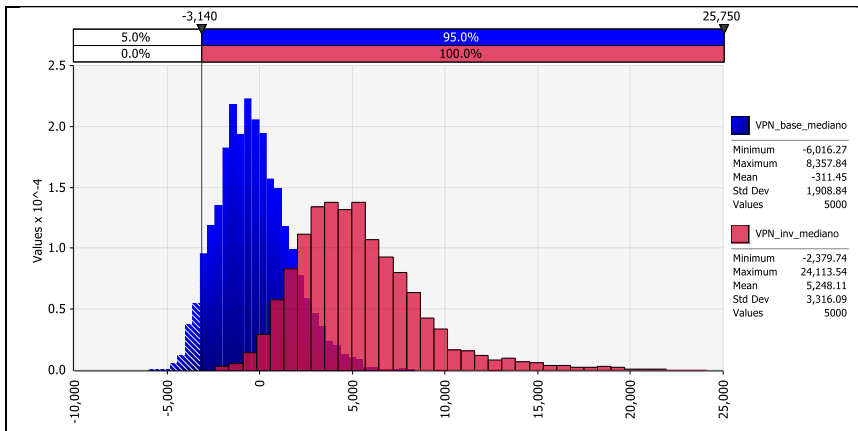


Tabla 17. Distribución de probabilidad y contribución a la varianza indicador VPN-Zona Pacifico



Distribución de probabilidad VPN mediano productor

Contribución a la varianza VPN mediano productor



Distribución de probabilidad VPN grande productor

Contribución a la varianza VPN grande productor

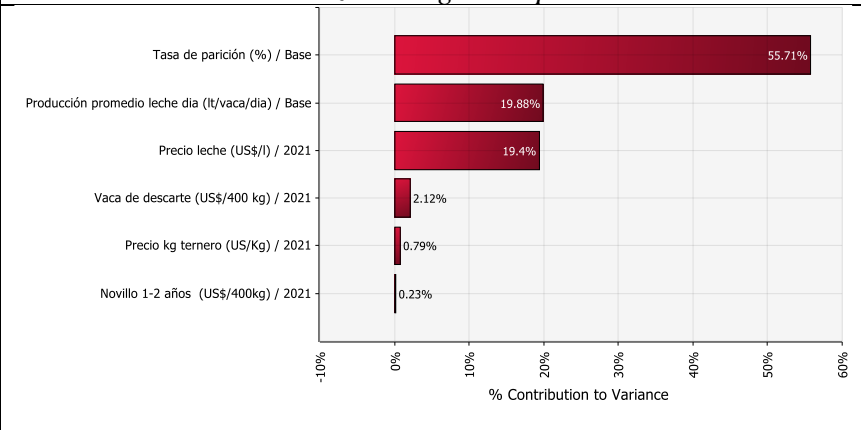
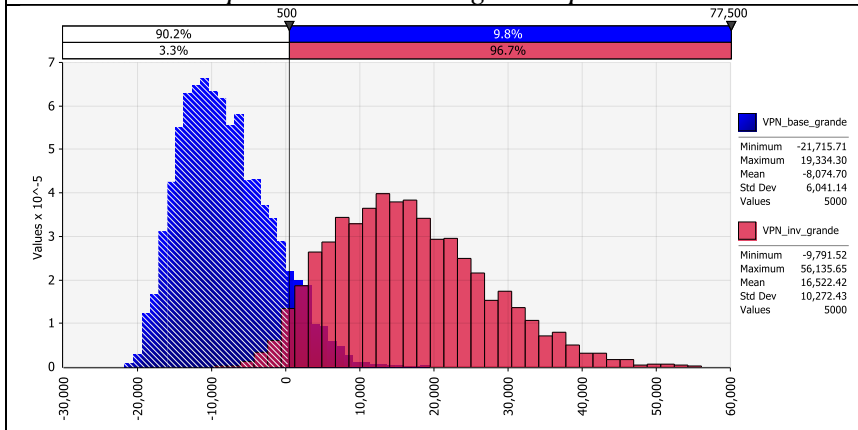
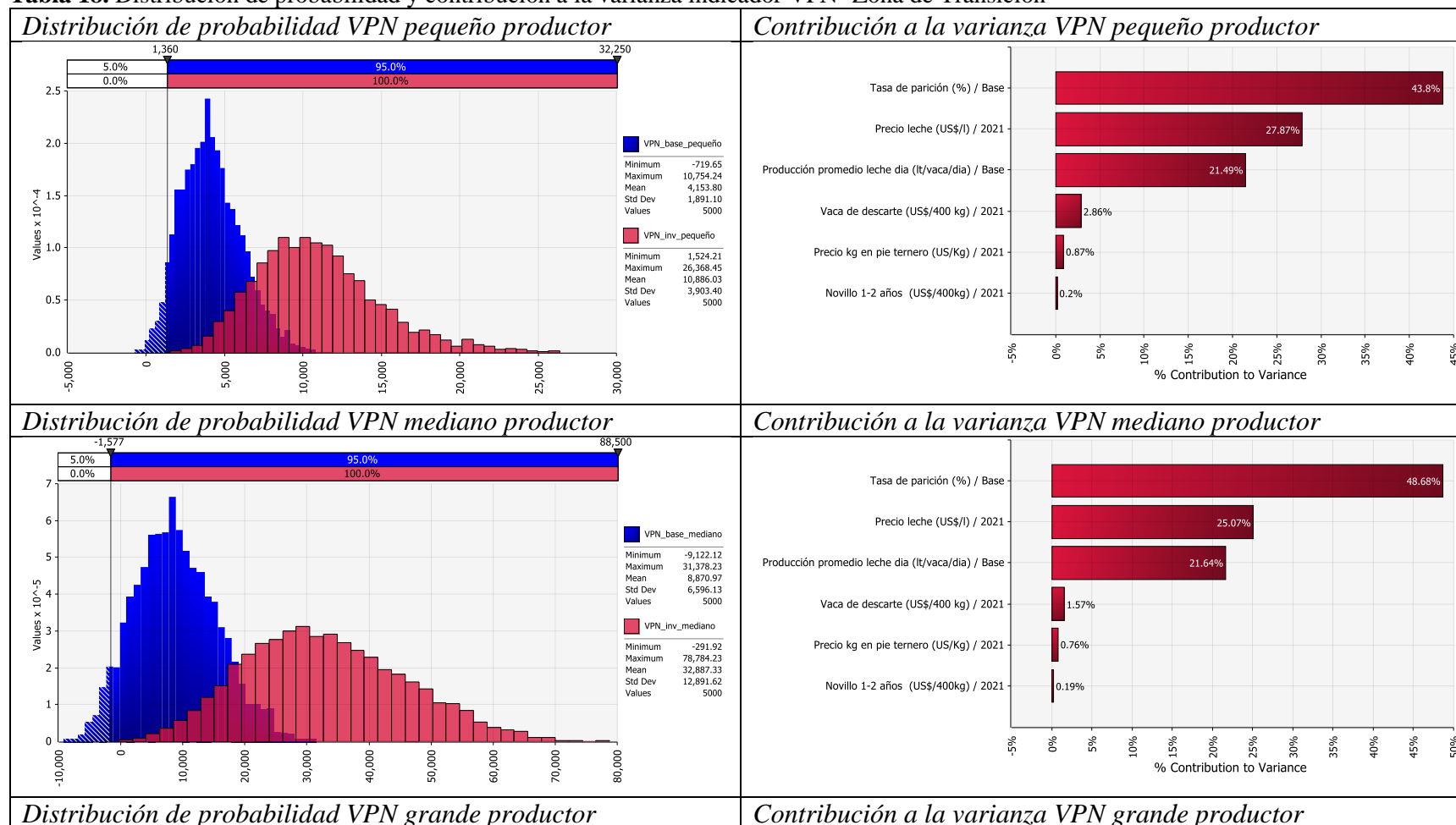
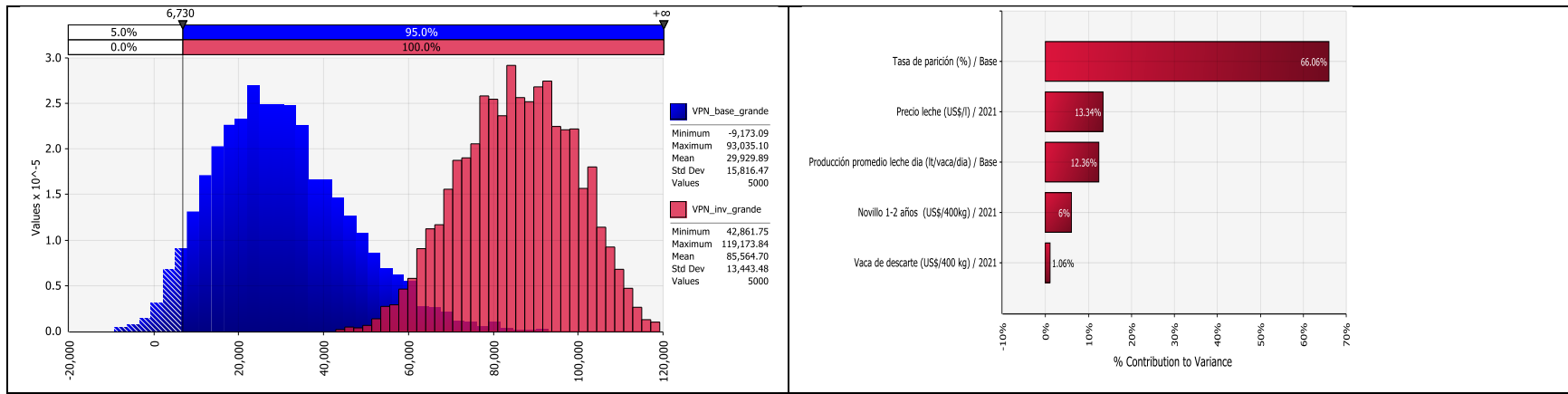


Tabla 18. Distribución de probabilidad y contribución a la varianza indicador VPN- Zona de Transición





4.4 Efecto de las intervenciones en la captura de carbono

Como se mencionó anteriormente, la implementación de estas intervenciones pueden, no sólo ayudar a estabilizar la productividad, sino también a generar beneficios sociales, económicos y ambientales: la introducción de árboles en pastizales tropicales en tierras previamente reforestadas (silvopastoreo) y la disminución de las áreas utilizadas para ganadería contribuyen a mejorar la biodiversidad y la eficiencia del uso del agua, así como provocar que los suelos sean más resistentes a los cambios de condiciones ambientales y climáticas. Uno de los beneficios más atractivos es el incremento en la capacidad de la captura de carbono, lo cual podría servir para implementar instrumentos de fijación de precios al carbono en el contexto de estrategias nacionales de mitigación, y a su vez, generaría incentivos para que los productores continúen disminuyendo la intensidad de carbono.

La tabla 18 expone las potenciales capturas de carbono asociado a las intervenciones priorizadas respecto al escenario base (sin analizar la captura de los territorios liberados) de acuerdo a cada tipología de productor y al número de fincas asociado a dichas tipologías. Aquí se presenta la información de la potencial captura de carbono y de la captura neta después de restarle las potenciales emisiones producidas por los sistemas productivos. Se observa que la captura de carbono varía, no sólo de acuerdo a cada región, sino también conforme a cada tipología de productor. En general, la captura de carbono va en correspondencia con el número de fincas presentes en cada región, así como de la cantidad de fincas concentradas dentro de cada tipología.

A pesar de que tan sólo representa el 17.2% de las fincas estimadas en las tipologías, la Nueva Frontera Agrícola es la que mayor potencial de captura de carbono presenta al capturar alrededor del 48,3% del total en las regiones estimadas. Dentro de este grupo, el productor mediano presenta un mayor potencial para capturar carbono. Además de la calidad de los suelos, una hipótesis explicativa sobre esta situación reside en la amplitud de las fincas en este territorio pues dicha región presenta una de las mayores concentraciones de fincas grandes.

Por el contrario, la zona seca, que cuenta con el 28% del total de las fincas, el mayor porcentaje por región, tan solo captura el 14.7% del total de carbono, lo que evidencia las condiciones de desgaste de los suelos, así como del limitado tamaño de las fincas. Ahora bien, la Zona de Transición y la Vía Láctea Ampliada presentan cierta paridad en la concentración de fincas; mientras la primera representa el 20.9% del total de fincas, la segunda contiene el 21.6%, no obstante, dichas regiones presentan importantes diferencias en la captura de carbono pues la primera captura alrededor del 10,7% y la segunda el 22.8%, una diferencia considerable teniendo en cuenta que, de acuerdo a Mercado (2020), ambas regiones presentan condiciones agroclimáticas similares. La zona pacifico por su parte presenta el menor potencial de carbono capturado por año al aportar sólo el 3.3% de la captura total en Nicaragua. Asimismo, con el 11.7% representa la menor participación de las fincas ganaderas de las regiones abordadas.

Tabla 19. Potenciales capturas de carbono en cada una de las regiones ganaderas de Nicaragua

	NFA- Peq	NFA- Med	NFA- Gra	VLA- Peq	VLA- Med	VLA- Gra	ZT- Peq	ZT- Med	ZT-Gra	ZP- Peq	ZP- Med	ZP- Gra	ZS- Peq	ZS- Med	ZS- Gra
Número de Fincas	6167	11312	2514	2899	6378	15882	5321	9124	9819	5753	5104	2828	9956	9	10081
CO2eq (t/año)	857.95	3.905	2.263	205.45	1.047	4.791	112.9	931.8	2.055	126.1	159.6	225.9	587.4	410.8	1.472
CO2eq neto (t/año)	694.85	3.391	1.907	0	559.33	2.196	55.11	382.5	897.36	90.11	119.6	203.3	459.3	340.0	1.026
	9	757	262	75.119	3	513	6	07	1	6	84	01	35	00	776

Conclusiones

Los resultados son consistentes con la idea de realizar los procesos de intervención previamente identificados, pues contribuyen a incentivar la actividad ganadera en cada una de las cinco regiones del país. En todas las regiones se observan incrementos significativos en la productividad y en los márgenes de ganancias obtenidos por las distintas tipologías de productor, no obstante, en algunas regiones y en determinados productores el escenario base resultó poco viable. En este sentido, este estudio contribuyó a verificar las profundas diferencias productivas entre regiones y a la vez resalta la importancia de diseñar enfoques que tengan en cuenta los aspectos directos e indirectos para mantenimiento de la actividad ganadera en el tiempo; esto es, aproximaciones que no sólo incluyan las intervenciones priorizadas, sino también el diseño de mecanismos que permitan a los productores ser constantes en su camino hacia la sostenibilidad. Dicho de otra forma, es importante tener en cuenta el alto poder explicativo que tiene la venta de leche en el ingreso de los pequeños productores para así, poder crear estrategias de mitigación mientras los productores transitan hacia los tiempos en los que el escenario de intervención refleja las mejoras en la productividad y en los ingresos.

En este orden de ideas, también es importante involucrar en la toma de decisiones el incremento de parámetros tales como la tasa de parición, los niveles productividad de las vacas por día y el precio de la leche. Aquellas intervenciones orientadas a mejorar dichos parámetros serán ampliamente útiles, dada la importancia de la productividad de la leche en los ingresos de la amplia cantidad de población de pequeños y medianos productores en las cinco regiones ganaderas. Por otro lado, en el análisis de los escenarios intervenidos se hizo evidente la importancia de una mayor intensificación en el uso del suelo y el aprovechamiento de los forrajes, no sólo en términos de productividad sino también en aspectos como la generación de empleos y el aumento de los ingresos pues la liberación de áreas para la reforestación y la posibilidad de capturar carbono abren la puerta hacia los mercados de captura de carbono. Intervenciones de este tipo tendrían implicaciones sociales y ambientales importantes en territorios donde son ampliamente necesitados como la zona seca y la nueva frontera agrícola, donde persisten fallas para que la actividad ganadera sea económicamente viable.

Referencias

- Adame, P., Brandeis, T. J., & Uriarte, M. (2014). Diameter growth performance of tree functional groups in Puerto Rican secondary tropical forests. *Forest Systems*, 23(1). <https://doi.org/10.5424/fs/2014231-03644>
- Mercado, C. (2021). Informe analítico: hacia una ganadería nicaragüense con mayor productividad y baja en emisiones GEI. FAO, Managua, Nicaragua.
- Park, C.S. (2007). *Contemporary Engineering Economics* (4th ed). Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J
- Sánchez, M., Cicowiez, M., Ramírez, J., (2020). Análisis de vías alternativas de inversión pública en la agricultura y su impacto en el crecimiento económico y la reducción de la pobreza rural en Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/3/cb1149es/CB1149ES.pdf>
- Valera Villegas, M.A., Morillo Moreno, M.C. (2009). Un sistema de costos basado en actividades para las unidades de explotación pecuaria de doble propósito. Caso: Agropecuaria El Lago, S.A. *Innovar*, 19(35), 99-117.