

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRIA EN ECOLOGÍA APLICADA



**“ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS
POBLACIONES DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS Y DE
VICUÑAS ¿ESTABILIZACIÓN O COMPETENCIA? EN
LA RESERVA NACIONAL PAMPA GALERAS”**

Presentado por:

DIANA MARGARET QUISPE ROQUE

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN ECOLOGÍA APLICADA**

Lima – Perú

2012

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRIA DE ECOLOGÍA APLICADA

**“ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS POBLACIONES DE LOS
ANIMALES DOMÉSTICOS Y DE VICUÑAS ¿ESTABILIZACIÓN O
COMPETENCIA? EN LA RESERVA NACIONAL PAMPA GALERAS”**

**Tesis presentada para optar el grado de
MAGISTER SCIENTIAE EN ECOLOGÍA APLICADA**

Presentada por:

DIANA MARGARET QUISPE ROQUE

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Zulema Quinteros Carlos
PRESIDENTE

Dr. Edgar Sánchez Infantas
PATROCINADOR

Mg.Sc. Efraín Malpartida Inouye
MIEMBRO

Dr. Roger Loyola Gonzales
MIEMBRO

Dedicatoria

*A mi Padre Celestial, por las
bendiciones que día a día me
brinda.*

*A mis padres: Jesús y Teresa,
quienes se esfuerzan y se dedican por
completo a la familia.*

*A mis hermanos Paul,
Jacqueline y Josefina, quienes
alegran cada día.*

*A mi tierra natal Puno cuyo cielo y
lago azul me inspiran.*

*A los jóvenes que con ahínco
investigan y buscan el desarrollo
de las zonas vulnerables.*

Diana Margaret

Agradecimientos

*Un agradecimiento especial al
Dr. Edgar Sánchez, quien guió
paso a paso la investigación*

*A la Reserva Nacional de
Pampa Galeras y la
Comunidad de Lucanas quienes
brindaron las facilidades para el
conocimiento de la vicuña*

*A la OBEC-MINEDU que
mediante el programa de Becas
Haya de la Torre, financio los
estudios de maestría en la
Universidad Nacional Agraria
La Molina.*

*A la Escuela de Post Grado de
la Universidad Nacional
Agraria La Molina que
financio la presente
investigación*

*A diversos autores como: Jessica
Amanzo, William Franklin,
Pilar Tuppia, Carol Canada,
Maria Villalba y Katie Lane
quienes aportaron y compartieron
su información con el fin de
contribuir a la investigación
referente a la vicuña.*

Diana Margaret

ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS POBLACIONES DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS Y DE VICUÑAS ¿ESTABILIZACIÓN O COMPETENCIA? EN LA RESERVA NACIONAL PAMPA GALERAS

RESUMEN

En la Reserva Nacional Pampa Galeras, Ayacucho, con base a los censos dinámicos mensuales 1981-1986 de vicuñas y animales domésticos, se determinó el efecto de la presencia de los animales domésticos sobre la estabilidad temporal de las vicuñas y beneficios económicos que generan. Para el efecto, previa caracterización de los elementos del sistema y sus interrelaciones, se construyó un modelo basado en Sánchez (1997) -al cual se incorporó el componente ovinos- con esta base se analizó el comportamiento en cuatro escenarios; y el análisis económico, en dos escenarios, fue explicado con indicadores pertinentes; se utilizó el software Stella Versión 8.0. Los resultados fueron: La población de ovinos muestra una concentración heterogénea dentro de la Reserva; su permanencia es temporal (8.9 meses) y asociado a las lluvias. En términos de su dinámica, la población de ovinos muestra dependencia lineal inversa respecto a la precipitación, la misma que se da con una demora de un año. La simulación, bajo precipitación, muestra que la población de vicuñas alcanza 3063 individuos -incluya o excluya ovinos-; y después del año 10 se torna estacionaria. Los ovinos no alteran la población de vicuñas. Los pulsos máximos o mínimos de precipitación generan oscilaciones recurrentes después del año 10 en la población de vicuñas, mientras que el ovino permanece constante. A nivel económico, el precio de fibra de vicuña y la precipitación son variables determinantes en los beneficios económicos. Bajo precios y precipitación constante la inversión es rentable a partir del año tres (COK 14%). Los pulsos mínimos o máximos no generan diferencias significativas de rentabilidad. La aleatoriedad económica -variación del precio de fibra vicuña, modifica ligeramente los estados del escenario de precios constante, tornándose más beneficiosos los estados de mínima precipitación (100 mm/año) y disminuyendo los beneficios cuando la precipitación es máxima (1000 mm/año).

ANALYSIS OF THE INTERACTION BETWEEN THE POPULATIONS OF DOMESTIC ANIMAL AND VICUÑAS STABILIZATION OR COMPETITION? IN THE NATIONAL RESERVE PAMPA GALERAS

ABSTRACT

In National Reserve Pampa Galeras, Ayacucho, based on the monthly dynamic census 1981-1986 of vicuñas and domestic animal, determined the economic effect of the presence of the domestic animal on the temporary stability of the vicuñas and the benefits that they generate. Previous characterization of the elements of the system and its interrelations was constructed by a model based on Sanchez (1997) – which was incorporated the component ovine, with this base was analyzed the behavior in four scenes and the economic analysis, in two scenes, was explained with pertinent indicators; software Stella was used Version 8.0. The results were that population of ovine shows a heterogenous concentration within the Reserve and its permanence temporary (8,9 months) and is associated to rains. In terms of its dynamics, the population of ovine shows inverse linear dependency with respect to the precipitation, the same that occurs with a delay of a year. The simulation, under precipitation, sample that the population of vicuñas reaches 3063 individuals - includes or excludes ovines; and after year 10 one becomes stationary. The ovines do not alter the population of vicuñas. The maximum or minimum pulses of precipitation generate oscillations appellants after year 10 in the population of vicuñas, whereas the ovine remains constant. At the economic level, the price of vicuña fiber and the precipitation are variable determinants in the economic benefits. Under prices and constant precipitation the investment is profitable as of year three (COK 14%). The minimum or maximum pulses do not generate significant differences. The economic variation of the price of fiber vicuña slightly modifies the states of constant prices, becoming more beneficial the precipitation states mini (100 mm/year) and diminishing the benefits when the precipitation is maximum (1000 mm/year).

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Los andes centrales, la vicuña y los pastores de puna	4
2.1.1 Los Andes Centrales y la puna de los camélidos sudamericanos.....	4
2.1.2 De los cazadores-recolectores a los primeros pastores.	5
2.1.3 La vicuña en los andes centrales	7
a. Origen y dispersión	7
b. Organización social de la vicuña	10
c. Distribución de la vicuña en los Andes.....	11
2.2 Dinámica del pastoreo, asincronia y autocorrelacion	13
2.2.1 Pastizales naturales.....	13
a. Los pastizales de la Reserva Nacional de Pampa Galeras - RNPG.....	14
b. Hábitat de la vicuña en otras localidades.....	17
2.2.2 Sistemas de pastoreo	18
a. Actividades diarias y por temporada (estación) del pastor	19
b. Eficiencia, estabilidad y sustentabilidad de los sistemas pastoriles.....	19
2.2.3 Orígenes del pastoreo andino	20
2.2.4 Interacciones en el ecosistema pastoril	22
a. Relaciones Pasto - Animal	23
b. Relaciones animales silvestres y animales domésticos.....	23
2.3. Complejidad y dinámica de sistemas pastoriles.....	24
2.3.1. Carga animal o densidad poblacional.....	24
2.3.2. Productividad primaria y tipo de hábitat seleccionado por los herbívoros	25
2.3.3 Los camélidos sudamericanos y el ganado introducido en la Puna.....	26
a. El ganado doméstico	26
b. ¿Competencia entre los camélidos sudamericanos y el ganado introducido?.....	27
2.3.4 Competencia.....	27
2.3.5 De la complejidad de los sistemas.....	29
2.3.6 Patrones de uso del espacio.....	32
2.3.7 De la autocorrelación y la dinámica de sistemas.....	34
2.4 Influencia de los animales silvestres y domésticos en la economía campesina.....	36
2.4.1. La economía campesina	36
2.4.2 Características de la economía campesina	38
2.4.3 La vicuña, el chacu y sus beneficios a la comunidad de pastores	39
2.4.4 Relación de la vicuña con el ambiente	40
2.4.5 Manejo y conservación de la vida silvestre.....	41
2.4.6 La vicuña y sus técnicas de manejo.....	41

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
3.1 Área de estudio	44
3.1.1 Ubicación y extensión	44
3.1.2 De la información disponible	44
3.2 Caracterización de los elementos del sistema.....	47
3.2.1. De la Precipitación	47
3.2.2. De los animales domésticos y silvestres	47
a. Caracterización de los ovinos y vicuñas	47
b. De la autocorrelación temporal en ovinos y vicuñas	48
c. De la Asincronía espacial en ovinos y vicuñas	48
3.3. De la estabilidad temporal de las poblaciones de vicuñas y ovinos	48
3.3.1. De la construcción del modelo	48
3.4. De las relaciones -económicas entre vicuñas y ovinos.....	52
3.4.1. De la construcción del modelo	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	59
4.1. Caracterización de los elementos del sistema.....	59
4.1.1 De la Precipitación	59
4.1.2. De los ovinos.....	61
4.1.2.1. Crecimiento interanual.....	61
4.1.2.2. Composición general por zonas	62
4.1.2.3. Sectores que dominan el sistema	65
4.1.2.4. Análisis de la variación temporal por sectores.....	69
4.1.2.5. De las correlaciones entre los patrones de variación temporal	71
4.1.2.6. Asincronía espacial en ovinos.....	73
4.1.2.7. De la relación entre la precipitación y los ovinos	74
4.1.3 De las vicuñas.....	76
4.1.3.1. Crecimiento interanual.....	76
4.1.3.2. Composición general por zonas	78
4.1.3.3. Composición de la densidad poblacional.....	79
4.1.3.4. Sectores que dominan el sistema	81
4.1.3.5 Análisis de la variación temporal por sectores.....	84
4.1.3.6 Asincronía espacial en vicuñas	88
4.2. De la estabilidad temporal de vicuñas y ovinos	90
4.2.1. De la dinámica poblacional estimada en ausencia de estocasticidad ambiental.....	90
4.2.2 Comportamiento del sistema bajo diferentes escenarios.....	92
4.2.2.1 Escenario 1: Cambios en el número inicial de vicuñas, consumo de ovinos y días de permanencia de los ovinos	92
a. Del número inicial de la población de vicuñas	92
b. Del nivel de consumo y de los días de permanencia de los ovinos en la RNPG	95
4.2.2.2 Escenario 2: Precipitación constante: variaciones de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000).....	100

a. Precipitación constante: variaciones mínimos y máximos: (100 – 1000) sin ovinos	101
b. Precipitación constante: variaciones de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000) con ovinos	104
4.2.2.3 Escenario 3: Precipitación constante, con pulsos máximos y mínimos cada diez años	108
a. Precipitación constante: con pulsos máximos de agua cada 10 años.....	109
a.1 Precipitación constante: con pulsos máximos cada 10 años sin ovinos – exceso de agua	110
a.2 Precipitación constante: con pulsos máximos cada 10 años con ovinos – exceso de agua	111
b. Precipitación constante con pulsos mínimos cada 10 años - sequía.....	113
b.1 Precipitación constante: con pulsos mínimos cada 10 años sin ovinos - sequía.....	114
b.2 Precipitación constante: con pulsos mínimos cada 10 años con ovinos - sequía.....	115
4.2.2.4 Escenario 4: Precipitación aleatoria, entre valores mínimos (161) y máximos (836).....	118
a. Precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836) – Modelo sin ovinos.....	119
b. Precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836) – Modelo con ovinos.....	120
4.3. De la estabilidad económica entre vicuñas y ovinos	123
4.3.1. Caracterización del precio de la fibra.....	123
4.3.2. De la simulación del modelo	125
4.3.2.1 <i>Escenario 1: Comportamiento económico en ausencia de estocasticidad a nivel del precio de la fibra de vicuña</i>	125
a. Precipitación constante y sensibilidad en variables	126
a.1 De la simulación bajo condiciones iniciales	126
a.2. De la sensibilidad en el número inicial de la población de vicuñas.....	128
a.3. De la sensibilidad en el precio de la fibra de vicuña.....	131
a.4. De la sensibilidad en el costo de oportunidad del capital	133
a.5. De la sensibilidad en el tipo de cambio	137
b. Precipitación constante: variaciones de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000)	138
c. Precipitación constante: con pulsos máximos y mínimos cada 10 años.	141
c.1 Precipitación constante: con pulsos máximos cada 10 años	141
c.2 Precipitación constante: con pulsos mínimos cada 10 años.....	141
d. Precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836)	144
4.3.2.2 <i>Escenario 2: Estocasticidad económica expresada en variaciones del nivel del precio de la fibra de vicuña</i>	145
a. Precios de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), bajo precipitación constante (PP: 484)	146

b.	Precios de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), variaciones en la precipitación de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000).....	148
b.1	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante nivel mínimo (100).....	148
b.2	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante nivel medio (500)	149
b.3	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante nivel máximo (1000).....	150
c.	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante con pulso mínimos y máximos.....	152
c.1	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante con pulso máximo al año 10.....	152
c.2	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante con pulso mínimos (sequia)	153
d.	Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836)	155
4.4.	Discusión general	157
4.4.1.	Caracterización de los elementos del sistema	157
4.4.2.	De la estabilidad temporal de vicuñas y ovinos	160
4.4.3.	De la estabilidad económica entre vicuñas y ovinos	162
V.	CONCLUSIONES.....	168
VI.	RECOMENDACIONES.....	170
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171
VIII.	ANEXOS	179

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1: Composición de la población de vicuña, 2001-2003.....	13
Cuadro 2.2: Evolución de la composición florística respecto a los porcentajes de especies por familia de los sectores de Rupascahuasi, Sancaypampa, Yuracrumi y Galeras - RNPG.....	16
Cuadro 2.3: Carga animal óptima para praderas altoandinas	26
Cuadro 3.1: Sectores que conforman el área de estudio en la Reserva Nacional de Pampa Galeras	46
Cuadro 3.2: Ecuaciones utilizadas en el modelo.	52
Cuadro 3.3: Ecuaciones del modelo.	57
Cuadro 4.1.1: Estadísticos descriptivos de la precipitación por meses en la RNPG	59
Cuadro 4.1.2: Estadísticos descriptivos de la precipitación anual en la RNPG.....	59
Cuadro 4.1.3: Evolución de la población de ovinos por sectores y la población total en la RNPG y sus correspondientes tasas de crecimiento interanual. Desde 1981-1985	62
Cuadro 4.1.4: Valores propios de la matriz de correlación para los componentes principales 1 al 9. Población de ovinos enero 1981 a mayo 1986.....	65
Cuadro 4.1.5: Zonas indicadoras de dominancia para el ganado ovino en la RNPG según análisis multivariado. Enero 1981 – Mayo 1986.....	67
Cuadro 4.1.6: Estadísticos descriptivos del ganado ovino según sectores de estudio en la RNPG. Enero 1981 – mayo 1986.	68
Cuadro 4.1.7: Correlaciones de Pearson entre sectores y la población total (matriz diagonal superior) de ovinos en la RNPG y sus correspondientes probabilidades (matriz diagonal superior).	72
Cuadro 4.1. 8: Matriz de distancia sectores de la RNPG - Escala en km	73
Cuadro 4.1.9: Matriz de distancias y correlaciones. (Matriz diagonal superior: Distancias entre sectores, matriz diagonal inferior: Correlación de la serie de la densidad mensual de la población de ovinos) Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986	74
Cuadro 4.1.10: Evolución de la población de ovinos y la precipitación en la RNPG de 1981 a 1986	75
Cuadro 4.1. 11: Coeficientes de regresión de la población de ovinos (Y) respecto a la precipitación (X) y sus correspondientes coeficientes de determinación (R^2).	75
Cuadro 4.1.12: Evolución de la población de vicuñas por sectores y la población total en la RNPG, y sus correspondientes tasas de crecimiento interanual. Desde 1981-1985	78
Cuadro 4.1.13: Valores propios de la matriz de correlación para los componentes principales 1 al 9. Datos vicuñas enero 1981 a mayo 1986.....	81
Cuadro 4.1.14: Zonas de dominancia para la población de vicuñas en la zona de estudio en la RNPG según análisis multivariado. Enero 1981 – Mayo 1986.....	83
Cuadro 4.1.15: Estadísticos descriptivos de la densidad poblacional de vicuñas (Vicuñas/mes/ha) de los diez sectores de la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986	84
Cuadro 4.1.16: Correlaciones entre sectores y la población total (matriz diagonal superior) en la RNPG y sus correspondientes probabilidad (matriz diagonal superior)	87
Cuadro 4.1.17: Matriz de distancias y correlaciones. (Matriz diagonal superior: Distancias entre sectores, matriz diagonal inferior: Correlación de la serie de la densidad mensual de vicuñas) Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986	88
Cuadro 4.2.1: Evolución de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG durante el periodo 1981 – 1985, y sus correspondientes valores estimados del modelo propuesto y modelo base. Se indica también la precipitación anual (PP, en mm/año), la producción primaria neta estimada (PPN) (en kg MS/ha/año).	91
Cuadro 4.2.2: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos y con ovinos: Cambios en la población inicial de vicuñas 2468 a 4936.....	93

Cuadro 4.2.3: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Cambios en el factor de consumo de los ovinos (FC) y número de días de permanencia de los ovinos (NDIA), a una precipitación constante (PP=484).....	96
Cuadro 4.2.4: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos - Cambios en la precipitación 100 a 1000.....	102
Cuadro 4.2.5: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo con ovinos - Cambios en la precipitación 100 a 1000.....	105
Cuadro 4.2.6: Estadísticos descriptivos de la población simulada de ovinos en la RNPG – Modelo con ovinos - Cambios en la precipitación 100 a 1000.....	106
Cuadro 4.2.7: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.....	110
Cuadro 4.2.8: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas y ovinos en la RNPG – Modelo con ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.	111
Cuadro 4.2.9: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.....	114
Cuadro 4.2. 10: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas y ovinos en la RNPG – Modelo con ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.....	116
Cuadro 4.3. 1: Estadísticos descriptivos de la fibra de vicuña y mohair.	123
Cuadro 4.3.2: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484).....	127
Cuadro 4.3.3: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en la población inicial de vicuñas 1234 a 3702	129
Cuadro 4.3.4: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en el nivel de precio en la fibra de vicuña (Precio Fibra: 308 a 525)	132
Cuadro 4.3.5: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en el costo de oportunidad del capital (COK: 11% a 15%)	135
Cuadro 4.3.6: Estadísticos descriptivos del VAN - Cambios en la precipitación 100 a 1000 a un precio de fibra de 412 US\$/Kg.....	139
Cuadro 4.3.7: Estadísticos descriptivos del razón B/C - Cambios en la precipitación 100 a 1000 a un precio de fibra de 412 US\$/Kg.....	140
Cuadro 4.3.8: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años..	141
Cuadro 4.3.9: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Precipitación constante, con pulsos mínimos cada 10 años...	142

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Diagrama de interacciones de un sistema pastoril. El grosor de las flechas indica la magnitud del efecto.	23
Figura 3.1: Localización de los sectores en la Reserva Nacional Pampa Galeras Barbara D'Achille. En amarillo (Reserva Nacional) en plomo (Zona de amortiguamiento). Escala 1:40000	45
Figura 3. 2: Composición de los animales domésticos en la Zona Nuclear de la Reserva Nacional de Pampa Galeras durante 1981 a 1985.	46
Figura 3.3: Diagrama Stella del modelo empleado para simular el comportamiento de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG. (Ecuaciones en Cuadro 3.2).....	51
Figura 3.4: Diagrama Stella del modelo empleado para simular el comportamiento de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG. (Ecuaciones en Cuadro 4.3).....	56
Figura 4.1.1: Evolución de la precipitación anual en la RNPG durante 1966 a 1986	60
Figura 4.1.2: Relación entre la precipitación promedio mensual y el coeficiente variabilidad anual (CV) temporal para la RNPG. 1966 a 1986	60
Figura 4.1.3: Evolución de la población total de ovinos y tasa de crecimiento en la RNPG. Periodo: 1981-1985	61
Figura 4.1.4: Clasificación de los sectores de la RNPG, según nivel de concentración de ovinos promedio 1981 a 1985.....	63
Figura 4.1.5: Clasificación de los sectores de la RNPG, según densidad poblacional de ovinos ...	64
Figura 4.1.6: Componente 1 y 2 del ACP de los sectores de la RNPG para la población de ovinos – enero 1981 – mayo 1986	66
Figura 4.1.7: Dendrograma de los 10 sectores de la RNPG. (Matriz de abundancia de ovinos – Enero 1981 – mayo 1986). Medida de similaridad: Distancia Euclideana	67
Figura 4.1.8: Relación entre la densidad poblacional media (ovinos/mes/ha) y el coeficiente variabilidad (CV) temporal para los sectores de la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986.....	69
Figura 4.1.9: Correlograma para la abundancia poblacional mensual de ovinos en los sectores de alta densidad: Incahuasi y Sancaypampa en la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986.....	70
Figura 4.1.10: Correlograma para la abundancia poblacional mensual de ovinos en los sectores de baja densidad en la RNPG (Ferrohuinco, Llamayzo, Chaquiquishuar, Yuracrumi, Jochanga, Vacahuasi y Janjollay). Enero 1981 - Mayo 1986.	70
Figura 4.1.11: Correlograma para abundancia poblacional mensual del total poblacional de ovinos en la RNPG - Enero 1981 a Mayo 1986.....	73
Figura 4.1.12: Correlación de la serie de la densidad mensual de la población de ovinos entre sectores en función de su distancia. Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986.....	74
Figura 4.1. 13: Regresión de la población de ovinos (Y) respecto a la precipitación (X).	76
Figura 4.1.14: Evolución de la población total de vicuñas y tasa de crecimiento en la RNPG. Periodo: 1981-1985	77
Figura 4.1. 15: Clasificación de los sectores de la RNPG, según nivel de concentración de vicuñas promedio 1981 a 1985.....	79
Figura 4.1.16: Clasificación de los sectores de la RNPG, según densidad poblacional de vicuñas	80
Figura 4.1.17: Componente 1 y 2 de ACP de los sectores de la RNPG para la población de vicuñas– enero 1981 – mayo 1986.....	82
Figura 4.1.18: Dendrograma de los 10 sectores de la RNPG. (Matriz de abundancia de vicuñas – Enero 1981 – mayo 1986). Medida de similaridad: Distancia Euclideana	82
Figura 4.1.19: Relación entre la densidad poblacional media (vicuñas/Has/mes) y el coeficiente variabilidad (CV) temporal para los sectores de la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986.....	83
Figura 4.1.20: Correlograma para abundancia poblacional mensual de vicuñas en los sectores de dominancia alta: Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi en la RNPG - Enero 1981 a Mayo 1986 ...	84

Figura 4.1.21: Diagrama de auto correlación de los sectores de dominancia baja de vicuñas en la RNPG (Ferrohuinco, Chaquiquishuar, Llamayzo, Yuracrumi, Huayllapata, Janjollay y Vacahuasi) - Enero 1981 a Mayo 1986	85
Figura 4.1.22: Correlograma para abundancia poblacional mensual del total poblacional de vicuñas en la RNPG - Enero 1981 a Mayo 1986	87
Figura 4.1.23: Correlación de la serie de la densidad mensual de la población de vicuñas entre sectores en función de su distancia. Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986.....	89
Figura 4.2.1: Comparación de los valores reales y estimados para la población de vicuñas y ovinos de la Reserva Nacional de Pampa Galeras.	91
Figura 4.2.2: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas en la RNPG, frente diversos niveles iniciales de vicuñas (5 corridas: N: 2468 - 4936), a una precipitación constante (484 mm anuales).....	93
Figura 4.2.3: Número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG bajo diversos niveles iniciales de vicuñas (N: 2468 - 4936) bajo precipitación constante – (CO: Modelo con ovinos, SO: Modelo sin ovinos).....	95
Figura 4.2.4: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas en la RNPG, frente a diversos niveles del factor de consumo y número de días de permanencia de los ovinos (9 corridas), a una precipitación constante (PP=484).	96
Figura 4.2.5: Número de vicuñas al año 20 y 30 en la RNPG respecto al cambios el factor de consumo de ovinos (FC), número de días de permanencia de ovinos (NDIA) bajo precipitación constante.....	99
Figura 4.2.6: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas en la RNPG, bajo diversos niveles de precipitación constante (PP: 100 a 1000) – Modelo sin ovinos .	102
Figura 4.2.7: Número de vicuñas del año 0 al 30 en la RNPG respecto a cambios en la precipitación (PP. 100 a 1000) – Modelo sin ovinos	103
Figura 4.2.8: Número de vicuñas al año 15, 20, 25 y 30 en la RNPG respecto a cambios en la precipitación (PP. 100 a 1000) – Modelo sin ovinos	103
Figura 4.2.9: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, bajo diversos niveles de precipitación constante (PP: 100 a 1000) – Modelo con ovinos	104
Figura 4.2.10: Número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG, bajo diversos niveles de precipitación constante (PP: 100 a 1000) – Modelo con ovinos	106
Figura 4.2.11: Número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo sin ovinos) respecto al número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo con ovinos), frente a diversos niveles iniciales de precipitación (PP: 100 - 1000)	107
[Figura 4.2.12: Evolución del comportamiento de la precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años.....	109
Figura 4.2.13: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años – Modelo sin ovinos	110
Figura 4.2.14: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años – Modelo con ovinos.....	111
Figura 4.2.15: Evolución de la tasa de crecimiento de la población de vicuñas en la RNPG del modelo con y sin ovinos, frente a una precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años	112
Figura 4.2.16: Evolución de la amplitud de los ciclos de la población de vicuñas en la RNPG, frente a una precipitación constante con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años	113
Figura 4.2.17: Evolución del comportamiento de la precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años.....	114

Figura 4.2.18: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años – Modelo sin ovinos	115
Figura 4.2.19: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años – Modelo con ovinos	116
Figura 4.2.20: Evolución de la tasa de crecimiento de la población de vicuñas en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84 mm/año) cada 10 años	117
Figura 4.2.21: Evolución de la amplitud de los ciclos de la población de vicuñas en la RNPG, frente a una precipitación constante con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años	118
Figura 4.2.22: Histograma del número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo sin ovinos), bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones	119
Figura 4.2.23: Histograma del número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo con ovinos), bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones	121
Figura 4.2.24: Histograma del número de ovinos al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo con ovinos), bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones	122
Figura 4.3. 1: Evolución del precio de la fibra de vicuña en la RNPG de 1997 – 2011	124
Figura 4.3. 2: Evolución del precio de la fibra de Mohair producida en EEUU durante 1963 a 2010	124
Figura 4.3.3: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (484)	126
Figura 4.3.4: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, frente a diversos niveles iniciales de vicuñas (5 corridas: N: 1234 a 3702), a una precipitación constante (PP: 484)	128
Figura 4.3.5: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles iniciales de vicuñas (N: 1234 - 3702) bajo precipitación constante (PP: 484)	130
Figura 4.3.6: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, frente a diversos nivel de precio en la fibra de vicuña (5 corridas: Precio Fibra: 308 a 525), a una precipitación constante (PP: 484).....	131
Figura 4.3.7: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles en el precio de la fibra de vicuña (Precio Fibra: 308 a 525) bajo precipitación constante (PP: 484 mm/año)	133
Figura 4.3.8: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, frente a diversos niveles en el costo de oportunidad del capital (5 corridas: COK: 11% a 15%), a una precipitación constante (PP: 484).....	134
Figura 4.3.9: Valor de las variables VAN y BC al año 20, 25 y 30 en la RNPG bajo diversos niveles en el costo de oportunidad del capital (COK: 11% a 15%) bajo precipitación constante (PP: 484)	136
Figura 4.3.10: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, y BC, respecto a diversos niveles de precipitación desde 100 mm/año a 1000 mm/año, manteniendo el precio de la fibra en 412 US\$/Kg.....	139
Figura 4.3.11: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles en la precipitación (PP. 100 a 1000), siendo el precio de la fibra de vicuña (Precio Fibra: 412 US\$/Kg)	140
Figura 4.3.12: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (484) con pulsos máximos (PMAX) y mínimos (PMIN) cada 10 años.....	142
Figura 4.3.13: Evolución de la tasa de crecimiento de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (484) con pulsos máximos y mínimos cada 10 años.	143
Figura 4.3.14: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones, siendo constante el precio de la fibra de vicuña en 412 US\$/Kg.....	145

Figura 4.3.15: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante (PP: 484) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)	147
Figura 4.3.16: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante nivel mínimo (PP: 100) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg).....	148
Figura 4.3.17: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante nivel medio (PP: 500) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)	150
Figura 4.3.18: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante nivel máximo (PP: 1000) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg).....	151
Figura 4.3.19: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante con un pulso máximo al año 10/ 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg).....	153
Figura 4.3.20: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante con una sequía al año 10 (pulso mínimo) – NIÑA/ 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg).....	154
Figura 4.3.21: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones, bajo siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)	155
Figura 4.4. 1: Resultado del modelo para el valor actual neto (VAN) y su correspondiente variabilidad, bajo los escenarios de precios constantes y precios aleatorios (RND).	166
Figura 4.4. 2: Resultado del modelo para la razón B/C y su correspondiente variabilidad, bajo los escenarios de precios constantes y precios aleatorios (RND).	167

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Abundancia mensual de la población de ovinos en las 10 zonas de estudio de la RNPG, enero 1981 a mayo de 1986. 179

Anexo 2: Abundancia mensual de la población de vicuñas en las 10 zonas de estudio de la RNPG, enero 1981 a mayo de 1986. 181

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la vicuña adquiere importancia geopolítica, social, ecológica y económica. En lo geopolítico, la vicuña es parte del emblema nacional y representa a uno de los tres reinos del patrimonio nacional, la fauna peruana; socialmente, la vicuña es el legado histórico de los antiguos peruanos, y en particular, hoy junto a los camélidos sudamericanos domésticos cumplen un rol en la seguridad alimentaria de las poblaciones asentadas en las zonas altoandinas; ecológicamente, la vicuña adaptada a la Puna (3 600 – 4 500 msnm), espacios en el cual no es posible la agricultura ni la crianza especializada, permite convivir con poblaciones vulnerables, además poseen adaptaciones fisiológicas y etológicas asociadas al uso de la vegetación y realizar un “pastoreo de bajo impacto” en comparación con el ganado introducido (Vilá, 1999); y en lo económico, la vicuña es importante fuente de fibra, carne y otros productos para la subsistencia de un amplio sector de la población altoandina.

La fibra de vicuña, por ser la más fina del mundo, es una vía para impulsar la generación de ingresos a favor de las poblaciones pobres y en extrema pobreza; en espacios donde la vicuña comparte el hábitat altoandino junto a rebaños de animales domésticos introducidos, como los ovinos.

Los ecosistemas andinos, como la Reserva Nacional de Pamapa Galeras - RNPG, se caracterizan por sus grandes extensiones de praderas naturales que permiten el desarrollo de sistemas silvopastoriles y sistemas de producción ganadera extensivos. En dichos espacios -en las últimas décadas- los factores socioeconómicos relacionados a la falta de tenencia y/o la desigual distribución de la tierra, el incremento del desempleo rural –entre los principales- ejercen una mayor presión de uso de la pradera en desmedro de la población de vicuñas allí presentes.

En el tiempo, la coexistencia de los animales domésticos con las poblaciones de vicuñas podría fomentar un comportamiento competitivo en el ecosistema de puna. O sea, los pastos naturales constituyen la principal fuente de alimentación del ganado y vicuñas. En consecuencia, tal como señala Margalef (1991), se inicia el proceso de competencia entre dos especies por la utilización del mismo recurso; es decir –al cabo de un tiempo- cualquier ventaja adicional y persistente que consiga una de las especies en la utilización del recurso afectará la reducción o eliminación de la otra especie; aunque en especies

territoriales, como la vicuña, la competencia por el espacio se combina con el aseguramiento de una reserva de alimento, pero tal competencia solo tiene sentido a nivel intraespecífico.

Por otro lado, el incremento de la población de vicuñas -en los ecosistemas de la puna- genera una mayor competencia por el aprovechamiento forrajero compartido con rebaños de animales domésticos (llamas, alpacas y ovinos) de las comunidades indígenas (Galaz y González, 2005). Asimismo, la presencia del ganado doméstico -que no se conoce que tenga una completa sobreposición de nichos tróficos con la vicuña- tiene un impacto en la disponibilidad de pasto en las zonas de mayor productividad (Laker, 2004), lo que puede tener otros efectos, tal como en la distribución espacial de las dos especies.

Según Sánchez (1982), en la Reserva Nacional de Pampa Galeras, la presión de pastoreo de animales domésticos representaba -en los años 80- un equivalente del 68% de la población de vicuñas, lo cual evidencia, en alguna manera, la influencia de los animales domésticos sobre la población de vicuñas. Debido a ello, es evidente la coexistencia de animales domésticos y silvestres en la Reserva; pero se ha sugerido que probablemente los animales domésticos se concentran en los hábitats de mayor riqueza y las vicuñas ocupan hábitats sub-óptimos (Borgnia *et al.*, 2008).

En el Perú, ancestralmente, el Chacu de la vicuña se ha instituido para aprovechar su fibra, en un inicio para uso y beneficio de la realeza incaica y, hoy, a favor de las familias campesinas. La fibra de vicuña, por su alta calidad (12 micrones), es la fibra especial de origen natural que recibe los mayores precios en el mercado internacional; lo que induce a señalar que las vicuñas, junto a los animales domésticos, juegan un rol importante en la generación de ingresos de las familias campesinas.

En la presente investigación, se parte del reconocimiento del hecho histórico de que el hombre hace uso de los pastos naturales para sus animales domésticos junto a las vicuñas, y describe, analiza y explica las relaciones ecosistémicas y económicas que existen entre ellas; para el efecto se ha distribuido en los rubros relacionados a la interacción, expresada en los patrones de uso del territorio que tienen los animales domésticos y las vicuñas; la asincronía temporal y espacial ó autocorrelación entre especies domésticas y silvestres; y cuáles son las implicancias económicas, de aquella interacción, para las familias campesinas de la Reserva Nacional de Pampa Galeras.

En síntesis, el análisis de las interacciones que se dan entre los componentes y la identificación de los mecanismos o procesos dinámicos que controlan al sistema, permiten conocer la complementariedad o la competencia entre el manejo de las poblaciones silvestres y las poblaciones de animales domésticos a nivel de la Reserva. Los resultados contribuirán a generar políticas de conservación y de manejo ambiental de la Reserva, coherentes a la realidad de cada una de las zonas de la Reserva, en función al nivel de densidad y concentración de los animales y el valor de sus productos

En virtud a ello, la presente investigación tiene los objetivos específicos los siguientes:

- **Evaluar los niveles de auto-correlación temporal** y de asincronía espacial en las poblaciones de los animales domésticos y de vicuñas en la Reserva Nacional Pampa Galeras.
- **Evaluar el efecto sobre la estabilidad temporal** de la población de vicuñas que tiene la población de animales domésticos mediante un modelo de dinámica de sistemas.
- **Analizar el nivel de estabilidad económica** que se generan en diferentes escenarios en que interaccionan las poblaciones de animales domésticos y de vicuñas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 LOS ANDES CENTRALES, LA VICUÑA Y LOS PASTORES DE PUNA

2.1.1 Los Andes Centrales y la puna de los camélidos sudamericanos

Según Dollfus (1991), los Andes tropicales forman un complejo de cadenas montañosas que se extienden desde Trinidad hasta la Tierra del Fuego. Allí en el transcurso de milenios, el hombre andino ha contribuido a modelar el paisaje. En los Andes Centrales describe dos grandes geosistemas: fríos y tibios y cálidos. En particular, los geosistemas fríos tienen una temperatura media anual inferior a 10°C, con heladas frecuentes en las noches; la productividad biológica es débil y en el suelo el ciclo del nitrógeno es muy lento; se ubican por encima de 3 400 m y presentan una baja presión atmosférica, un diferente balance radiactivo, y rápidas variaciones en la temperatura y humedad atmosférica; los que obligan a los organismos vivos diferentes problemas de adaptación. En el caso de los animales, especialmente mamíferos, ante la menor cantidad de oxígeno, y la rapidez de los cambios térmicos e higrométricos, crean condiciones que exigen respuestas de adaptación de los organismos (adaptabilidad o adaptación).

En estos ecosistemas fríos, según Murra (1975), la altitud no ha sido una restricción para la ocupación del espacio, a través de las actividades agropecuarias o extractivas. Más aún, los problemas de adaptabilidad a medios ecológicos, no han impedido que una misma población pueda controlar y explotar recursos en varios pisos ecológicos (control vertical). Aún cuando cada piso ecológico tiene distinta disponibilidad de recursos a determinadas especies de flora y fauna, que condiciona la organización económica - social andina (Funnell y Parish, 2001).

Recharte *et al.* (2002), indican que con la domesticación de los camélidos se inició la demanda por mayores extensiones de pastizales y, paralelamente, empezó la degradación del ecosistema andino.

El Perú es un país diverso, aunque simplistamente se dice que tiene 3 regiones naturales (costa, sierra y selva); pero Pulgar-Vidal (1981) describe 8 regiones naturales; y Holdridge (1967) (citado por Heggarty y Beresford, 2010) cataloga 84 zonas de vida de las 108 definidas para el planeta Tierra.

Al respecto, Dollfus (1981) refiere que la cordillera andina, debido a su enormidad, orientación, altitud y topografía, es la principal estructura física de oposición entre una

estación húmeda y otra seca, o sea configura la distribución de las precipitaciones entre 200 y 1 000 mm. Por otro lado, la separación térmica, señala que existe una transición de la puna húmeda a la seca. En la puna húmeda, las temperaturas medias anuales fluctúan entre 3°C y 8°C. Durante la estación seca las heladas son casi cotidianas. Se precisa que la puna seca tiene temperaturas semejantes a la puna húmeda, pero las variaciones diarias son más acentuadas; la estación de lluvias es más corta y más variable en volumen; y la evaporación promedio es acrecentada por los vientos. La capa húmica del suelo es delgada y discontinua; y al factor frío se agrega el de la sequedad.

Tapia y Flores (1984) señalan que la puna peruana es una formación vegetal que pasa de la pradera gramínea de tapiz continuo (champa) a la estepa de matas discontinuas, de plantas resinosas y espinosas, aunque en algunos paisajes abiertos, subsisten restos de bosques ralos de *Polylepis* sp. y *Buddleia* sp. La pradera puneña se caracteriza por la contigüidad de las matas de gramíneas (*Stipa* sp., Bromelaceae, Festucae), *Poa* sp. y *Calamagrostis* sp. que tienen hojas estrechas, duras y celulósicas. Existen especies estacionales, que crecen con las lluvias y son las más apetecidas por el ganado (Dollfus, 1981).

Cuando las praderas son densas y altas, las variaciones térmicas cotidianas sólo llegan parcialmente al suelo y ejercen una protección eficaz contra el escurrimiento en época de lluvias; aunque Tapia y Flores (1984) indican que la introducción o selección de especies de gramíneas, tréboles y leguminosas permitiría mejorar la potencialidad forrajera y la protección de dichos suelos.

En términos generales, puna es una voz quechua que se refiere a las tierras altas de los Andes Centrales entre 3600 y 4100 m, situada entre el norte de Argentina y la parte central del Perú dominada por especies herbáceas, en su mayoría gramíneas (García y Beck, 2006). En particular, la vegetación de la puna seca es de tipo estepa y la cobertura fluctúa entre 15 y 70%. Predomina una vegetación leñosa baja: tola (*Lepidophyllum quadrangulare*), *Opuntia flocosa*. En los sectores más secos, que anuncian la puna árida, las asociaciones de "yareta" (*Azorella yarita*), plantas en cojines muy duros y crecimiento muy lento, constituyen un combustible muy apreciado. (Dollfus 1981 y Tapia y Flores, 1984).

2.1.2 De los cazadores-recolectores a los primeros pastores.

Recharte *et al.* (2002) describen que, desde hace milenios, las punas han sido explotadas y utilizadas, primero por cazadores/recolectores, luego por agricultores y pastores de llamas.

En 12 mil años se pasó de una biomasa de grandes mamíferos, constituida por cérvidos, camélidos y équidos salvajes, a otra constituida por animales domésticos: llamas, alpacas, ovinos y vacunos que han producido modificaciones en la cubierta vegetal. Sin embargo, en la transformación también han intervenido los pastores, que han quemado las escasas plantas leñosas de crecimiento lento.

García y Beck (2006) señalan que hace 1 000 años, la cadena andina albergaba a una población humana superior a un millón de habitantes y, hoy a varios millones de habitantes. Flores (1983), según los restos hallados en las cuevas de Lauricocha, Toquepala ubicadas a 4 200 m de altitud, afirma que la ocupación humana comenzó hace 10 000 aC, acompañado de los camélidos sudamericanos, en especial de vicuñas y guanacos. Además, la abundancia de recursos vegetales y animales, en lugares como la sierra de Junín, permite afirmar que los cazadores fueron sedentarios (Rick, 1980)

Para Pires-Ferreira y Wheeler (1975) (citado por Dollfus, 1981) la domesticación de plantas y animales es un proceso largo; en el caso de los animales, hace 7 000 y 5 500 aC en las punas de los Andes Centrales habían numerosos camélidos y cérvidos, sin embargo, es difícil saber si se trata de guanacos (*Lama guanicoe*), vicuña (*Lama vicugna*) o llama (*Lama glama*).

Recharte *et al.* (2002) afirman que la mayoría de los asentamientos humanos prehispánicos (principios del siglo XI) se desarrollaron en la zona central del Perú, y hacia el sur a una altitud de 3900 a 4700 m. Entonces las sociedades que habitaban esta red de centros poblados organizaron su producción a partir del manejo de la puna, lo que conlleva a pensar que la economía de la antigua sociedad andina estaba centrada en la ganadería y en el uso de los pastizales.

En el año 1532, aquel proceso, fue abruptamente interrumpido por la invasión europea quienes impusieron sus técnicas, su religión, su cultura, sus plantas y sus animales domésticos. La invasión significó la catástrofe demográfica (las pestes que trajeron los conquistadores diezmaron la población de nativos que carecían de defensas inmunológicas), la transformación de una economía agraria hacia una minera, el desarrollo de nuevos centros urbanos de importancia económica, la introducción progresiva de la moneda, el desarrollo de la propiedad privada (haciendas, obrajes y minas), la mercantilización de los intercambios y la ruptura de los sistemas de autarquía económica de los grupos prehispánicos (Burga, 1991)

La introducción del ganado exótico no solo incrementó la competencia por el pastizal frente a los camélidos sino que introdujo nuevas enfermedades y el deterioro del ecosistema. Sin embargo, se piensa que el mayor proceso de deterioro sucedió durante la república, cuando las poblaciones de montaña quedaron marginadas de las mejores tierras al consolidarse los grandes latifundios y los sistemas de explotación minera; y recientemente, en la década de 1970, la reforma agraria vuelve a cambiar la estructura de acceso a la propiedad sin alternativas de organización adecuada que ayuden a superar los problemas de deterioro del recurso pastizal (Recharte *et al.*, 2002)

En particular, en el Perú, las vicuñas poblaron la Cordillera de los Andes, en las partes más altas y, desde entonces se convirtieron en un recurso estratégico para el desarrollo de estas zonas (PEURV, 1980)

CEPAL (1983) indica que en la organización andina los grupos humanos seleccionan, en función a su experiencia, los valores y la forma institucional de su propia herencia, combinándolos con elementos nuevos e introducidos para conseguir sus objetivos en las condiciones del entorno. Asimismo, en la organización andina, existe una relación hombre naturaleza y un estilo de organización socio-cultural altamente adaptado al ecosistema local.

2.1.3 La vicuña en los andes centrales

a. Origen y dispersión

Una teoría considera que el centro de dispersión de los camélidos habría sido la meseta del Collao (Maccagno, 1956) (citado por Müller y Gelman, 1981), pero la teoría que goza de mayor respaldo, basada en hallazgos paleontológicos, sostiene que estos se originaron en América del Norte. Esta última teoría afirma que, a partir de pequeños *Artiodactyla*, cuyo representante habría sido el *Protylopus*, habría surgido un representante más evolucionado, el *Poebrotherium* del Oligoceno. Posteriormente, la línea de evolución habría continuado a través del *Protomeryx* del Oligoceno, el *Procamelus* y *Plianchenia* del Mioceno y Plioceno, hasta llegar al Lama y al Camelus de los tiempos modernos. Al finalizar la era terciaria, algunos representantes del *Procamelus* habrían emigrado al Asia, dando origen al género Camelus; otros habrían pasado a Sudamérica, en el Plioceno, para dar origen al género *Lama*.

Sin embargo, aun no está esclarecido cómo es que los primeros camélidos llegados a Sudamérica evolucionaron hasta diferenciarse en las cuatro especies que hoy se conocen.

Se ha sugerido que la vicuña es la especie más antigua que se habría originado en la *Auchenia graciles*, ya extinguida; aunque, considera que aquella se deriva de una especie llamada *Auchenia minuta*. (Müller y Gelman, 1981)

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es el camélido silvestre más pequeño de los camélidos sudamericanos y es apreciada por la alta calidad y finura de su fibra. (Véliz y Hoces, 2007). La vicuña presenta dos sub-especies: la *Vicugna vicugna mensalis*, se caracteriza por un marrón más claro, subiendo el color blanco ventral hasta la mitad de las costillas y carece de mechón pectoral; y la *Vicugna vicugna vicugna*, de mayor tamaño y color más claro que la primera, se caracteriza por la presencia de un mechón pectoral blanco y el color canela típico, esta subespecie se encuentra al sur, a los 18° de latitud Sur. En la práctica, ambas poseen fibras extremadamente finas de un color canela claro a ligeramente oscuro (color vicuña), que cubren todo el cuerpo excepto las partes inferiores y el vientre que son de color blanco. (Hoffman *et al.*, 1977)

Según Gimpel y Bonacic (2006), la vicuña es el camélido mejor adaptado al ecosistema andino o puna y, junto a la alpaca, prefieren las zonas más altas, mientras que la llama y el guanaco pueden habitar hasta el nivel del mar; a este último se le atribuye el hábitat en zonas marginales debido al mejor aprovechamiento de las praderas nativas, dado que no ejercen un impacto por pisoteo sobre los suelos, además la especie silvestre no requiere un cuidado permanente del rebaño.

Galaz y González (2005) señalan que la vicuña es un animal diurno, gregario y territorial. Por ello, habita permanentemente en grupos familiares territoriales compuestos por un macho, tres a seis hembras y sus crías del año (4,5 integrantes en promedio). Entre las principales adaptaciones de los camélidos sudamericanos se diferencian los de carácter anatómico y fisiológico (Gimpel y Bonacic, 2006)

En relación a lo anatómico destacan:

- Las vicuñas al pastorear no arrancan el pasto sino que lo cortan con los incisivos, lo cual les permite aprovechar pastos muy cortos y las partes basales fuera del alcance de otros ungulados.
- Los labios hendidos le permiten realizar una selección más fina de las partes de las plantas. A diferencia de sus parientes asiáticos, las vicuñas beben agua con frecuencia y normalmente todos los días (Vilá, 1999).

- Según Franklin (1977) (citado por Vilá, 1998) las vicuñas son bebedoras obligadas y el recurso agua limita la distribución de los animales. Mientras que Koford (1957) (citado por Vilá, 1998) refiere que no se encuentran vicuñas a más de una milla del agua; y los animales se desplazan a beber durante las horas de más calor.
- Las patas de la vicuña terminan en yemas blandas (cojinetes plantares) que cubren la tercera y cuarta falanges; ello, a su vez, le permite un caminar seguro sobre las superficies rocosas y no origina destrucción del suelo delgado.

Entre las adaptaciones fisiológicas relacionadas al sistema digestivo (Lechner-Doll *et al.*, 1995) (citado por Gimpel y Bonacic, 2006), se mencionan:

- Habilidad para seleccionar alimentos de alta calidad en las praderas naturales
- Mejor digestibilidad y absorción de los alimentos de baja calidad, a través de la retención más prolongada de las partículas en el pseudo-rumen (Hoffman *et al.*, 1983), los cuales están determinados por diferentes características histológicas y de motilidad del tracto digestivo.
- Alta eficiencia en el uso del agua, especialmente cuando hay bajo consumo de alimento.

Y, en lo relativo al aspecto reproductivo, Gimpel y Bonacic (2006) señalan algunas características como:

- Las hembras no tienen ciclos poliéstricos, aunque manifiestan una receptividad al macho relativamente larga. Sólo madura un folículo de un ovario y puede mantenerse así por 10 a 12 días. La ovulación es inducida por la cópula y ocurre 24 a 72 horas después del evento.
- Los nacimientos ocurren durante la mañana, lo que parece ser una adaptación a la incapacidad de la hembra de extender su lengua para limpiar a la cría; es decir, la cría se seca aprovechando la luz solar.
- El tamaño corporal de la cría representa un poco más del 10% del peso de la madre. El período de gestación es muy largo (11 meses).

Con relación al comportamiento en el pastoreo se describe que, durante la estación lluviosa, período con mejores condiciones de la vegetación, las vicuñas pasan menos tiempo alimentándose y más tiempo dedican a otras actividades; pues satisfacen más rápidamente sus requerimientos diarios de nutrientes que en las otras estaciones el año (Vilá, 1998 y 1999). En cambio, la baja calidad y cantidad de vegetación determina que las

vicuñas pasen la mayor parte del tiempo buscando alimento. Esta situación es más extrema en las hembras que gestan y amamantan a sus crías simultáneamente; éstas utilizan entre el 70% y el 90% del tiempo en alimentación. En el caso de los machos territoriales, los riesgos asociados a las luchas territoriales implican mayor tiempo asignado a la defensa de las hembras y de sus territorios (Vilá, 1999)

Las vicuñas madre cuidan y amamantan a la cría mientras están gestando las crías del año siguiente. Para estas, ante la mala calidad del alimento, la única forma de acumular energía en forma de reservas de grasa es permaneciendo el mayor tiempo posible alimentándose.

En suma, las hembras pasan significativamente más tiempo comiendo y menos tiempo alerta que los machos; los machos territoriales son los animales más agresivos en relación a otras clases de edad/estatus/sexo. Los estudios que comparan las actividades interestacionales señalan que durante el verano las vicuñas tuvieron dos picos de actividad alimentaria, en la mañana y la tarde; este patrón bimodal se perdió cuando aumentaron el tiempo de pastoreo (Borgnia *et al.*, 2008).

b. Organización social de la vicuña

Según Vilá (1998), en las poblaciones de vicuñas, existen algunas sedentarias y otras más móviles dependiendo de la calidad de la estepa y los disturbios humanos, siendo estos últimos muy significativos. En las zonas de los territorios es común encontrar varios revolcaderos y bosteaderos.

En relación a la defensa territorial de la vicuña existen dos versiones. La primera señala que los machos de los grupos familiares normalmente defienden territorios durante todo un año (Franklin, 1974 y Koford, 1997) (citado por Villalba, 2000) y la segunda, precisa que los machos, de algunos grupos familiares, no defienden sus territorios (Villalba, 2000); y en este último caso atribuyen al estado degradado de los pastizales.

En Pampa Galeras, los ritmos de actividades de las vicuñas mostraron un patrón de movimientos desde sus zonas de dormidero hasta la de alimentación; estos mismos movimientos fueron observados en la Reserva de Laguna Blanca (Vilá, 1998). Por tanto, la existencia de poblaciones sedentarias o móviles parece depender de factores topográficos, de pasturas, climáticos, de disturbios, etc.; pero no mostraron un patrón de predictibilidad.

Acerca del comportamiento y organización social de los machos se menciona que los machos aumentaron el tiempo de permanencia y en estado de alerta proporcionalmente al número de hembras, pero en desmedro del tiempo dedicado a la alimentación. Esto es, los

machos caminaron, corrieron y estuvieron más tiempo alertas que las hembras (solo superados por los animales solteros). Los encuentros agresivos fueron iniciados por los machos familiares (80%) en contra de los solteros y otros machos territoriales; y las peleas de alto nivel agresivo ocurren en los meses en la época de empadre (Vilá, 1998).

La misma autora señala que la relación de las vicuñas madres con sus crías está clasificada en la clásica distinción de *hidersfollowers* (escondedores y seguidores), común para todos los ungulados; la condición de crías escondidas se denomina a que las crías se mantienen quietas, como si estuvieran en “nidos”, o sea la mayor parte del tiempo, la dupla madre y cría pasan separadas; en tanto que las crías seguidoras son aquellas en las cuales la distancia entre madre y cría es estrecha desde el nacimiento; o sea las madres ejercen una defensa activa de sus crías, es típica de ambientes abiertos.

La época de parición de las vicuñas es variable, así las crías nacen durante el verano tardío (febrero-abril) en Pampa Galeras-Perú, Lauca-Chile, Jujuy-Argentina; y entre marzo-abril en Ulla-Ulla-Bolivia (Villalba, 1998). En todos los casos, los nacimientos coinciden con la época de máxima productividad de la pradera. Las crías son muy activas desde el nacimiento (Vila, 2000 y Hoffman *et al.*, 1983).

La permanencia de las crías, en medio de sus familias, es hasta los 7-12 meses depende del sexo, a los machitos, el macho territorial los expulsa cuando tienen aproximadamente 8 meses y a las hembritas más tarde; es decir, la mayoría de las crías son expulsadas de sus familias antes de la siguiente temporada reproductiva (Vila, 1998 y Koford, 1957). Es obvio que las crías expulsadas tienden a acercarse a sus madres y estas a acudir a sus crías; por al final, las crías expulsadas se integran a las tropas de solteros (caso de los machos) y las hembras se integran a otras familias.

Los machos no familiares (pero maduros sexualmente) y jóvenes (no reproductivos) forman las tropas de solteros. Dentro de la tropa, los animales solteros juegan, aunque los juegos cada vez tienen mayor duración mayor y se tornan agresivos (Vilá, 1998). Se considera que la agresión intra-tropa sería un medio de establecer jerarquías.

c. Distribución de la vicuña en los Andes

Los cronistas e historiadores refieren de la existencia de ganado con el que contaban en esa época y la importancia que tenía en el desarrollo de sus actividades. Garcilaso de la Vega (citado por VICAM, 2011), en su obra Los Comentarios Reales de los Incas, indica que la

vicuña se caracterizaba por ser pequeña, de lana finísima y grande en número; superaba las cuarenta mil cabezas y lo consideró como parte de la belleza paisajística.

A principios de 1500, a nivel regional, la población de vicuñas se estimó en varios millones, y que originalmente estaría distribuido desde el Sur de Colombia hasta las pampas de Argentina (Rabinovich *et al.*, 1991)

En la colonia se inició un acelerado e inexorable camino que llevó a la casi extinción de la vicuña, debido a la cacería indiscriminada, de la que fue objeto, para la obtención de su preciada fibra. En los albores de la República se dió indicios de proteger a la especie y, al mismo tiempo, se dieron incentivos a quienes se dedican a preservarla. Flores (1977), refiere que solo se había registrado un valor de 150 libras esterlinas para la exportación de lana de vicuña, lo que evidencia la precariedad de la situación de la especie.

En el Perú, en 1940 se estima una población mayor a 250 mil ejemplares, al extremo que en el año 1963 quedaban entre 5000 a 10000 ejemplares en todo el Perú. Ante esta dramática situación, en la década de los 60 del siglo pasado, la FAO y la Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú) emprendieron acciones orientadas a la conservación del ecosistema, en el que uno de los principales planteamientos era proteger a la vicuña con la finalidad de evitar su extinción, declarándose a la vicuña en Patrimonio Nacional. (PEURV, 1980)

En 1964, el Ministerio de Agricultura inició las actividades de conservación de la vicuña en Pampa Galeras, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho, para luego en 1979 crear el Proyecto Especial Utilización Racional de la Vicuña, entidad dedicada a las labores de protección y conservación de este recurso, cuya gestión y trabajo en diferentes regiones del país logró el incremento de las poblaciones de vicuñas llegando a un aproximado de 65 000 ejemplares.

A partir de 1992, con la creación del Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos – CONACS y de los Comités Comunales de Manejo de Vicuñas, un año después se forma la Sociedad Nacional de la Vicuña.

En 1994, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) flexibilizó la prohibición que impedía el comercio mundial de productos y subproductos de la vicuña; es decir, se consiguió la autorización para vender la fibra obtenida en la esquila de animales vivos, lo cual permitió generar

ingresos económicos en beneficio de los comuneros y propietarios de terrenos particulares que habitan en la zona altoandina del país.

La Ley 26496 promovió la transferencia de la propiedad de los hatos de vicuña a las comunidades campesinas, manteniéndose vigente la responsabilidad del Estado Peruano sobre la protección y conservación de la especie.

Actualmente, en Sudamérica la vicuña se distribuye en 5 países sudamericanos: Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Ecuador; siendo el Perú el país con mayor población (54% del total mundial) y potencial de desarrollo a quien sigue Bolivia, Argentina y Chile. La población total de Sudamérica es de 276 362 vicuñas, según datos del Convenio de la Vicuña en 2003 (Wheeler, 2009).

En el Perú, a 2003, tiene censadas 149 500 vicuñas, distribuidas mayoritariamente (80%) en el sur y centro del país. La distribución actual corresponde a los ecosistemas puneños y alto andinos, la especie se ubica entre los 3 800 y los 4 800 msnm (puna), un hábitat difícil y muy exigente. La vicuña se distribuye en 16 departamentos, todos ellos ubicados en la región sierra, siendo Ayacucho la que presenta el 34% de la población nacional y siguen en magnitud Puno, Lima, Junín y Apurímac. (Wheeler, 2009)

Cuadro 2.1: Composición de la población de vicuña, 2001-2003.

País	Población	Porcentaje	Año del censo
Perú	149 500	54.1%	2003
Bolivia	57 905	21.0%	2002
Chile	16 899	6.1%	2001
Argentina	50 000	18.1%	Sin censo
Ecuador	2 058	0.7%	2003
Total	276 362	100.0%	2001 - 2003

Fuente: Wheeler (2009)

2.2 DINÁMICA DEL PASTOREO, ASINCRONIA Y AUTOCORRELACION

2.2.1 Pastizales naturales

En la revisión de Ospina (2005), los pastizales naturales son áreas en las que predominan las gramíneas o plantas de tipo gramíneo, con un componente leñoso menor al 26% de la cobertura. Los pastizales naturales son propios de zonas con tres características principales: sequías estacionales, incendios y pastoreo de herbívoros grandes. El pastizal es una de las diversas fases de la sucesión vegetal.

Skerman y Riveros (1992) (citado por Ospina, 2005), señalan que los pastizales son una fuente de forraje que bajo un buen manejo cumplen una función productiva relevante en los sistemas ganaderos de bajos insumos y, adicionalmente, a las pasturas sembradas y a las opciones silvopastoriles; siendo así una oferta forrajera variada debido a su diversidad funcional y de especies que pueden amortiguar la producción ante eventos extremos o errores de manejo y reducir la invasión de especies exóticas.

Según Florez (2005), las praderas altoandinas se encuentran entre los 3.800 a 4.400 msnm; las que están compuestas por una vegetación baja, cuya época de crecimiento coincide con la estación de lluvias. Además, la mayoría son gramíneas perennes; siendo una característica el tamaño, que alcanza un metro en las especies más altas como la chilligua (*Festuca dolichophylla*). A la estación de lluvias le sigue la estación seca, en ésta las hierbas más delicadas desaparecen y queda una vegetación de gramíneas.

En las zonas altas, donde la humedad subterránea es abundante, existen los bofedales: áreas que presentan humedad subterránea constante y que se desarrollan normalmente en áreas planas y también en los alrededores de pequeñas lagunas. Su diversidad botánica varía según su localización, altitud, topografía, humedad, exposición, latitud, etc.

a. Los pastizales de la Reserva Nacional de Pampa Galeras - RNPG

Pampa Galeras es una zona donde la pastura nativa es aprovechada por especies domésticas y silvestres simultáneamente; entre las domésticas se tiene: alpacas, llamas, ovinos y vacunos, cuya crianza es generalmente semiextensiva (pastorean durante el día y lo guardan en corrales durante la noche). (Saito *et al.*, 1977; Hoffman *et al.*, 1983)

El área de la Reserva Pampa Galeras presenta un clima frígido con una temperatura anual de 7.9° C, la amplitud diaria de la temperatura es muy grande, siendo cálido al medio día debido a la fuerte radiación solar y en las noches desciende a varios grados bajo cero; la precipitación es estacional, ocurriendo la mayor precipitación entre enero a marzo, y desde junio a agosto es casi nulo; a ello se agrega las variaciones entre años.

En el diagnóstico agro-socioeconómico de la comunidad de Lucanas (Saito *et al.*, 1977), se describen las comunidades vegetales siguientes:

- Pajonales (*Festuca dolichophylla* y *S. ichu*).
- Comunidades de Chillhua y Peccoy (*Festuca rigescens* y *Stipa ichu*).
- Comunidad de Canlla-Quichca, Canlla y Peccoy (*Senecio spinous*, *Margyricarpus strictus* y *Stipa ichu*).

- Comunidad de Canlla-Quichca, Tacsana y Yareta (*Senecio spinous*, *Pycnophyllum molle* y *Azorella diapensioides*).
- Comunidad de Chillhua y Canlla – Quichca (*Festuca rigescens* y *Senecio spinous*).
- Comunidad de Canlla-Quichca, Chillhua y Peccoy (*Senecio spinous*, y *Stipa ichu*).
- Oconal o bofedal (*Distichia muscoides* y *Plantago rigida*).
- Tolar (*Parastrephia lepidophylla*).
- Vegetación de las rocas y pedregales.
- Bosques de queñua y quisuar (*Polylepis subquinquefolia* y *Buddleia coriácea*).

Con relación a la composición de la pradera, Florez y Malpartida (1980) determinaron que las especies con mayor densidad eran *Stipa ichu*, *Festuca rigescens*, *Stipa brachyphylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa obtusa*, *Aciachne puvinata*, *Muhlenbergia*, *Igularis* y *Poa annua*.

Una década después, en la zona de Reserva, Tupia (1991) determinó que la composición florística de 5 sitios en la zona rígida estaba integrada por 36 especies, predominando las familias *Poaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae* y *Fabaceae*. Las especies que más contribuyeron al rendimiento del forraje verde de la pradera fueron: *F. rigescens*, *P. annua*, *C. vicunarum*, *S. brachyphylla* y *C. rigescens*, constituyéndose las dos primeras en la base de la alimentación de las vicuñas. Para la autora, cinco especies como el *C. rigescens* (CARI), *P. annua* (POA), *F. rigescens* (FERI) y *S. brachyphylla* (STIBRA) registraron la mayor densidad; CARI mayor frecuencia FERI y CAVI mayor cobertura. La carga animal promedio fue 0.80, 0.66 y 0.83 unidades vicuña/ha/año en 1984, 1985 y 1986, respectivamente, e indica que los pastizales se encuentran en una condición pobre. Por otro lado, señala que el incremento de la precipitación (815.94 mm en 1986), favoreció la producción vegetal del ecosistema que cambió paulatinamente la composición florística y posiblemente el comportamiento y selectividad de la vicuña, permitiendo una sobrevivencia y hasta un ligero incremento en la población animal, dado que en los sitios de Yuracrumi y Rupascahuasi, se registró una recuperación de las praderas debido al cambio gradual producido en la estructura del ecosistema.

Recientemente, en la Reserva Nacional de Pampa Galeras (León, 2008) al estudiar la evolución temporal de la composición florística, cobertura vegetal y soportabilidad de los

sitios ubicados en la zona rígida de Pampa Galeras se deduce que, en relación al primero existen 56 especies vegetales, correspondiendo al mayor porcentaje a la familia Poaceae (26.70%), seguido de las Asteraceae (16.07%). (Cuadro 3.2)

Cuadro 2.2: Evolución de la composición florística respecto a los porcentajes de especies por familia de los sectores de Rupascahuasi, Sancaypampa, Yuracrumi y Galeras - RNPG

Familias vegetales	Porcentaje de especies / familias / año			
	1984	1985	1986	2001
<i>Poaceae</i>	36	35	32	26.79
<i>Asteraceae</i>	12	16	16	16.07
<i>Plantaginaceae</i>				8.93
<i>Malvaceae</i>				5.36
<i>Fabaceae</i>	8	3	3	5.36
<i>Cariofilaceae</i>				3.57
<i>Rosaceae</i>				3.57
<i>Cyperaceae</i>				3.57
<i>Umbeliferae</i>				1.79
<i>Geraniaceae</i>				1.79
<i>Juncaceae</i>				1.79

Fuente: León (2008).

Respecto a porcentajes de especies por Familia de los sitios de Rupascahuasi, Sancaypampa, Yuracrumi y Galeras, las gramíneas constituyen la mayor parte de la composición florística de Pampa Galeras (León, 2008).

En general, Florez y Malpartida (1980) y León (2008) señalan que en la zona rígida de Pampa Galeras muchas de las buenas especies forrajeras están desapareciendo por el efecto de sobrepastoreo.

En relación a la evaluación de la soportabilidad se deduce que fue alta en los sitios Yuracrumi y Rupascahuasi; lo que permitió la sobrevivencia de la población animal haciendo que, inclusive, ésta pueda crecer; en cambio, en los años de sequía se detiene el crecimiento, y en el tiempo muestra la tendencia a disminuir, probablemente debido a la alta presión de pastoreo de los años anteriores.

Sin embargo, en otras áreas de Reserva Nacional, como Ulla Ulla (Villalba, 2000) se describe que la composición de la vegetación indica que los pastizales se encuentran bajo gran presión de pastoreo e, inclusive, su capacidad de carga se sobrepase, principalmente por la alta densidad de la sespecies domésticas. Es probable, que la presencia de un gran número de alpacas reduce el número de vicuñas en el área debido a una competencia por espacio y/o alimento. En general, en el área de la Reserva, predomina un pastizal bajo conformado por pequeñas gramíneas (*Calamagrostis* spp.), entremezcladas con plantas en

roseta, hierbas rastreras y algunas especies que conforman placas duras o cojines suaves bajos (*Pycnophyllum* spp.)

Asimismo, la cobertura y dominancia de los diferentes grupos, varía según las características del suelo y la intensidad de pastoreo. En aquella Reserva se resalta la importancia de los bofedales, donde se encuentran grandes cojines de *Distichia muscoides*, *D. filamentosa* y *Oxychloe andina*, rodeados de agua, en la que crecen otras plantas palustres y acuáticas (juncáceas y ciperáceas).

b. Hábitat de la vicuña en otras localidades

Cajal (1989) indica que en la Reserva de Biósfera de San Guillermo, se determinaron tres tipos de hábitats: la primera corresponde a los llanos con tapiz vegetal escaso, siendo comunes coberturas inferiores al 5 % y escasas las que llegan al 10 %. En los llanos pedregosos predominan los pastizales y comunidades con presencia conspicua de suculentas, y en los de mayor pendiente dominan las formas arbustivas. En este hábitat la vegetación es herbácea en forma de césped almohadillado o en cojines

Existen también laderas no rocosas con pendientes suaves y pastizal muy bajo con cubierta leñosa de arbustos deciduos y cojines además de hemcriptófitos y caméfitos principalmente; finalmente existen laderas rocosas las que presentan afloramientos rocosos y barrancas en general con pendientes pronunciadas. La vegetación es predominantemente herbácea y sobre los 3900 m de altitud es muy baja, con presencia de geófitos como *Nototriche* sp. y *Chaetanthera* sp.

Estudios relacionados a la dieta alimenticia entre alpaca, llama y oveja, colocan a la alpaca como la especie de menor selectividad (De Carolis, 1987; San Martín y Bryant, 1987). En relación a la vicuña, existen pocos estudios cuantitativos al respecto, Malpartida y Flores (1981), encontraron que la vicuña en Perú ejerce una gran selección de las plantas preferidas cuando es posible. Franklin (1978) (citado por Villalba, 2000) en Pampa Galeras - Perú, reportó un bajo uso de las planicies inundadas, por parte de la vicuña, pero una alta preferencia por los tipos de vegetación existentes en éstas y en las alpacas tanto la preferencia como el uso de estas áreas fue alto.

Cajal (1989 y 1998), en la Reserva de San Guillermo-Argentina, al analizar preferencias a nivel de hábitat y comparar el uso de hábitat entre el guanaco y la vicuña, concluye que la vicuña ha mostrado preferencia por los llanos y zonas de pastizales. Al parecer la pradera húmeda y/o los tipos de vegetación existentes en ésta (ciperáceas, juncáceas y hierbas

higrófilas) conforman el principal hábitat de la vicuña y la alpaca; pero dependiendo de ciertas condiciones que son críticas, las vicuñas son desplazados hacia otros hábitats o tipos de vegetación.

Franklin (1978) (citado por Villalba, 2000), observó que frecuentemente las alpacas, llamas y vicuñas, pastorean una al lado de la otra; para la vicuña el principal factor de perturbación fue la gente con o sin sus rebaños de alpacas. Todo esto sugiere que la evasión de la vicuña, hacia la alpaca, puede estar más asociada con la presencia humana y los perros. Al parecer las vicuñas tienden a abandonar sus sitios de alimentación; y éste es un tipo de interferencia que debe considerarse (Hoffman *et al.*, 1983; Villalba, 2000). Más aun, si los sitios de los cuales la vicuña es desplazada son: zonas de pradera húmeda o pastizal cerca a fuentes de agua.

En suma, la presencia de los herbívoros domésticos potencialmente acarrea efectos positivos o negativos sobre las poblaciones de animales silvestres, dependiendo principalmente de la carga ganadera; una carga excesiva puede tener efectos negativos directos como la competencia y el desplazamiento del animal silvestre. Por otro lado, el abandono de la ganadería extensiva provocaría cambios estructurales en la vegetación y el deterioro de los pastos. La pérdida de calidad del hábitat ha sido citada como uno de los principales factores responsables del declive que, en las últimas décadas, han sufrido los animales silvestres (Moreno y Villafuerte 1995, citados por Rueda, 2006).

2.2.2 Sistemas de pastoreo

Fritz *et al.* (2002), indican que en los ecosistemas africanos, la abundancia de herbívoros y estructura de la comunidad están determinadas principalmente por la lluvia y el estado de los nutrientes del suelo, a través de sus efectos sobre la cantidad y calidad de la producción primaria. Asimismo, afirman que diferentes gremios tróficos de las comunidades de ungulados reaccionan de manera diferente a las variaciones en la abundancia y calidad de las plantas. Es decir, los mega herbívoros estarían facilitando a los meso-herbívoros mediante la creación de parches favorables de alimentación.

Sobre el particular, como señala Smith (1895), en Florez y Malpartida (1987), el número máximo de animales que pueden ser pastoreados en una hectárea de pastizal, es el número que dicha hectárea puede soportar durante la estación de año menos productiva.

En cuanto a las preferencias de hábitat, tanto las vicuñas como las alpacas tienen preferencia indistintamente la pradera húmeda; mientras que el pastizal es utilizado por

debajo de su disponibilidad; agregándose que, en la pradera húmeda los valores para la alpaca son más altos que para la vicuña y lo contrario ocurre en el pastizal (Villalba, 2000).

a. Actividades diarias y por temporada (estación) del pastor

Flores (1988), señala que en la estación de lluvias (noviembre a abril) se debe procurar que las alpacas no deben de caminar grandes distancias, en un solo día, debido a la debilidad de sus pezuñas. En contraste, los hábitos alimenticios de las alpacas se diferencian de las llamas; pues pastan en un solo lugar, sin moverse del espacio determinado, forman grupos más o menos compactos. En tanto que las llamas y otros animales, como la vaca, el caballo o los ovinos, tienen el hábito de comer en forma itinerante, sobre la marcha; es decir, constantemente están buscando pastos nuevos, alejándose poco a poco del lugar donde fueron colocados, por tanto logran esparcirse en un amplio radio.

En los sistemas con larga historia de pastoreo, la presión selectiva de los herbívoros ha fluctuado con el tiempo, permitiendo el desarrollo de diferentes grupos de especies adaptadas a bajas o altas intensidades de pastoreo; y éstos sistemas han desarrollado mecanismos de resiliencia que permiten cambios reversibles en la composición florística con cambios en la intensidad de pastoreo. Además, en dichos ecosistemas, la densidad de herbívoros silvestres y domésticos no ha sido constante debido a las fluctuaciones en el tiempo y espacio, epidemias, migraciones, sucesos climáticos, guerras, etc. Mientras que, en sistemas poco productivos (semiárido o infértil) las fluctuaciones en la intensidad de pastoreo han seleccionado dos grupos diferentes de especies: un grupo de especies resistente al pastoreo, que aumentan en periodos de alta intensidad de pastoreo y, un grupo menos resistente al pastoreo, y mejor adaptado a la captura de recursos, que aumentan en periodos de baja intensidad de pastoreo (Rueda, 2006)

Ibrahim *et al.* (2007) indican que los patrones de riqueza de especies en los lugares donde se cría el ganado podría estar relacionado con la adaptación a las condiciones edafoclimáticas, plasticidad ante el manejo de pasturas y preferencias de los productores, los cuales se reflejan con la presencia de especies comunes en zonas ecológicas similares.

b. Eficiencia, estabilidad y sustentabilidad de los sistemas pastoriles

Las praderas son comunidades vegetales que son mantenidas por los animales en pastoreo y por el manejo. Al respecto, Castellaro (2003), señala que la estabilidad en los sistemas pastoriles está indicada por la magnitud de las variaciones experimentada tanto por los animales en pastoreo y las plantas que son pastoreadas, alrededor de su equilibrio dinámico

posterior a un disturbio. Aquello es compatible con la definición de que un sistema es estable cuando si es sacado de su estado de equilibrio, éste puede desarrollar fuerzas que tienden a restaurar la condición original (Krebs, 1985; Castellaro, 2003). Bajo esta concepción la estabilidad es equivalente a la homeostasis medida por las variaciones de la productividad en el largo plazo o por el tiempo requerido por la comunidad para retornar a su estado de equilibrio luego de una catástrofe (Pearson e Ison, 1994) (citado por Castellaro, 2003).

Cuando la pradera está bien manejada se logra un equilibrio dinámico, donde la reproducción de las plantas y los factores ambientales están relativamente balanceados; de tal manera, la composición botánica de la pradera y la productividad fluctúan sin evidenciar una tendencia definida en el largo plazo. (Díaz, 2007). Por tanto, la estabilidad es una medida del grado de dificultad que enfrenta el manejo para mantener a la comunidad en su estado de equilibrio, sobre todo cuando el ecosistema es sometido a un estrés (Castellaro, 2003)

2.2.3 Orígenes del pastoreo andino

Tapia y Flores (1984), señalan que la cultura andina a nivel de América, es la única cultura que supo aprovechar animales silvestres para desarrollar el pastoreo autónomo de las llamas y las alpacas, lo cual implica el desarrollo de una técnica que posibilitó el manejo de los camélidos sudamericanos en aquel espacio. Según los autores, en la evolución y en el proceso de la domesticación, el sedentarismo pudo ser un antecedente para la formación de centros poblados. De allí, la ganadería camélida queda como la principal actividad económica que sustentó a esas poblaciones; mientras que en el Viejo Mundo, el pastoreo del ovino significó trashumancia.

De manera que, en los Andes, la ganadería y el pastoreo estarían vinculados por singulares procesos de urbanismo y en el tiempo ambas actividades, evolucionaron y generaron canales de interdependencia, procesos de retroalimentación y demoras de respuesta, los cuales conformarían parte de un sistema complejo (Dong *et al.*, 2011). Actualmente, en los Andes el pastoreo persiste y permite la crianza de los camélidos sudamericanos, los cuales son apreciados por el valor de su fibra.

Milchunas y colaboradores (citado por Castellaro, 2003), al desarrollar un modelo para herbívoros grandes generalistas, postulan que la relación entre la diversidad e intensidad de pastoreo en los pastizales está dominado por plantas gramíneas, los mismos que están en

función del clima y la productividad. Al contrario, en pastizales húmedos las adaptaciones al pastoreo son divergentes de otras adaptaciones evolutivas de las plantas para sobrevivir. Las especies de pastizales con mayor humedad suelen tener formas de crecimiento altas, con hojas grandes y un rápido crecimiento.

Florez (2005) señala que durante la estación de lluvias mejora la oferta de forraje, especialmente para los camélidos, debido a la humedad producida por las precipitaciones. Durante dicho periodo, se prefiere pastorear a los animales en las praderas, en especial en las laderas altas y medias. En cambio, en la estación seca, cuando comienza a escasear el forraje, los bofedales son la salvación para el pastoreo de alpacas, ovinos y llamas. Cada bofedal proveerá forraje de acuerdo con el número de animales que pastorean, y su duración depende de ello.

Castellaro (2003), señala que las praderas son importantes ecosistemas, debido a que son las principales fuentes de producción de forrajes para los herbívoros silvestres y domésticos; estas son las únicas especies de animales capaces de transformar el forraje producido en productos útiles para el hombre (carne, leche cuero fibra y energía - trabajo animal). En particular, el sistema extensivo de la crianza de ovinos, caprinos, camélidos y vacunos de carne depende casi exclusivamente de los recursos provenientes de la pradera. Debido a ello, el manejo adecuado de las praderas es una de las vías más eficientes para minimizar los riesgos de erosión al disminuir el impacto de las lluvias sobre el suelo, favorecer la infiltración y minimizar el escurrimiento superficial. (Castellaro, 2003).

En general, el clima donde se desarrollan las praderas observa precipitaciones de ligera a mediana intensidad, con montos entre 250 y 900 mm por año; los que son demasiado reducidos como para mantener un bosque denso y demasiado altos (Smith y Smith, 2001 citado por Castellaro, 2003). Sin embargo, la disponibilidad de pastos en los Andes como en otras zonas montañosas del mundo, depende de las lluvias no homogéneas en el tiempo ni en el espacio. Por tanto, se revela que la degradación de los pastos es menor en áreas con mayor humedad y que no son pastoreadas permanentemente, como los pastos de la puna alta por su mayor calidad. Sin embargo, el crecimiento poblacional, el mercado, la minería y las sequías, han empezado a amenazar incluso los pastos mejor conservados Pinedo (2006).

2.2.4 Interacciones en el ecosistema pastoril

Díaz (2007), señala que los sistemas ecológicos o ecosistemas se ajustan a la definición conceptual, que expresa que un sistema es una organización que funciona en una manera particular y consiste en un número de partes o componentes que están ligados para una función común o propósito. Esta concepción permite la consideración de ecosistema a la cavidad ruminal del estómago de los rumiantes, a una célula, o a una región.

La utilización pastoril de los ecosistemas naturales se basa en el aprovechamiento de los recursos forrajeros espontáneos por animales domésticos, nativos o introducidos. El ecosistema de uso pastoril o ecosistema de las tierras de pastoreo es un fenómeno complejo que abarca múltiples funciones interrelacionadas; cada una de las cuales tiene influencia sobre las otras como en cualquier ecosistema natural. (Huss, 1993)

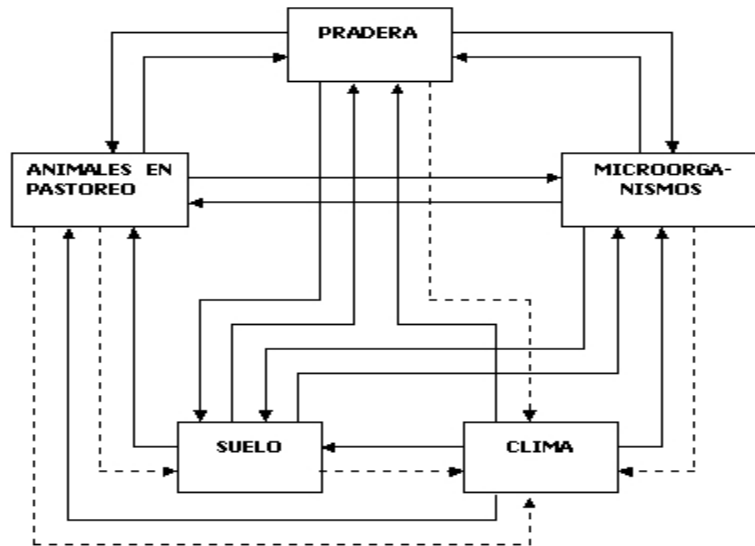
En un ecosistema pastoril, los productores primarios (plantas de la pradera), los consumidores primarios (animales en pastoreo) y los descomponedores (microorganismos) son los principales componentes bióticos del ecosistema. Estos tres componentes interactúan entre sí: Los animales en pastoreo afectan el crecimiento de la pradera a través de la defoliación selectiva, el reciclaje de nutrientes y el pisoteo. A su vez, la pradera afecta a los animales según la cantidad de materia seca disponible, la estacionalidad de la producción y la calidad nutritiva del forraje (Castellaro, 2003 y Díaz 2007)

Las variables climáticas, temperatura y radiación, son las variables climáticas que más afectan el crecimiento y la composición de las praderas. Mientras que la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y las horas de luz pueden todas afectar directamente a los animales en pastoreo, pero este efecto es pequeño. El clima tiene un gran efecto sobre el desarrollo de los suelos, por lo cual existe una estrecha relación entre las regiones climáticas y los grandes grupos de suelos del mundo. El suelo, a su vez, puede afectar el microclima, pero de manera reducida (Castellaro, 2003 y Díaz, 2007).

Los animales silvestres o domésticos convierten la energía y otros nutrientes producidos por las plantas en productos de utilidad directa para el hombre. El ganado doméstico se puede manejar y su impacto en el resto del ecosistema puede ser significativo, pero controlado. El impacto puede mejorar o perjudicar la función general del sistema. Los animales silvestres pueden ser consumidores primarios (herbívoros) o consumidores secundarios (predadores) y pueden ser de utilidad para el hombre o pueden ser competidores, colaboradores o dañinos para el sistema de producción. Los animales

silvestres se pueden manejar y controlar para controlar su impacto en el ecosistema natural de producción. De lo expuesto anteriormente, se precisan los componentes de un sistema pastoril en la Figura 3.1.

Figura 2.1: Diagrama de interacciones de un sistema pastoril. El grosor de las flechas indica la magnitud del efecto.



Fuente: Castellaro (2003)

a. Relaciones Pasto - Animal

En los sistemas pastoriles las relaciones pasto - animal son muy importantes, ya que la vegetación es la principal responsable del ambiente del entorno pastoril y los animales son los responsables de utilizar la vegetación para alimentarse eficientemente. (Díaz, 2007)

En el esquema, los animales afectan la vegetación con el consumo de los recursos forrajeros mediante pastoreo o ramoneo, con sus patas pisotean las plantas e indirectamente compactan el suelo, lo cual está directamente relacionado con el comportamiento pastoril extensivo de los animales. Y se reflejara en la mejora de los recursos forrajeros; siendo así el pastoreo la principal manipulación de los pastizales y otros recursos forrajeros. (Díaz, 2007; Castellaro, 2003)

b. Relaciones animales silvestres y animales domésticos

En regímenes extensivos los herbívoros domésticos comparten hábitat y recursos con los herbívoros silvestres y entre sus poblaciones se establecen relaciones ecológicas. En dichas condiciones, el ganado se comporta de modo similar a los ungulados silvestres (Rueda , 2006).

En sí no existen estudios detallados sobre el tipo y grado de interacción que pueda existir entre la vicuña y la alpaca, aunque se afirma que estas dos especies se afectan mutuamente. Al respecto, Franklin (1974) (citado por Villalba, 2000) mediante observaciones cualitativas realizadas durante el desarrollo de la vicuña, indica que éstas abandonan sus territorios cuando los rebaños de alpacas pasan cerca de ellas.

Mientras que Borgnia *et al.* (2008), señalan que las vicuñas y el ganado doméstico están espacialmente segregadas, dado que las vicuñas ocupan los hábitat menos preferidos del ganado doméstico; lo cual está asociado a la adaptabilidad de la vicuña para vivir en la aridez.

Sobre el particular, en la Reserva Ulla Ulla (Bolivia), Villalba (2000), establece que entre hábitats (para ambas especies) y en las dos épocas (lluvia y seca) el número de vicuñas y alpacas, en cada hábitat, es significativamente diferente a lo esperado en las áreas de estudios. En ambas épocas, la Pradera Húmeda es preferida tanto por las vicuñas como por las alpacas, mientras que el pastizal en seco es utilizado por debajo de su disponibilidad, indicando esto la ausencia de preferencia por este tipo de hábitat. También, es interesante anotar que, en el caso de la pradera húmeda, los valores para la alpaca son más altos que para la vicuña y lo contrario ocurre para pastizal en seco. Por tanto, en aquella Reserva se ha logrado diferenciar dos grandes tipos de hábitat, el pastizal y la pradera húmeda.

2.3. COMPLEJIDAD Y DINAMICA DE SISTEMAS PASTORILES

2.3.1 Carga animal o densidad poblacional

En el manejo de animales silvestres y domésticos, en relación al uso de la pradera, la variable más importante y de interés es la densidad poblacional al finalizar un ciclo anual. Ésta se calcula realizando un censo anual a la población en el interior del área protegida y dividiendo el número de individuos por el total de unidades de área que representan dicho interior (Baeza, 2005).

En relación a la capacidad de carga de las praderas nativas, es muy difícil determinar por medio de producciones de materia seca o biomasa total, pues los animales de pastoreo son selectivos y no comen todas las especies que están en la pradera. Al parecer, los ensayos de pastoreo con cada especie animal y en varios años (por lo menos 5 años) son más adecuados para determinar la carga animal que debe tener un sitio según su condición.

Sobre el particular, al modelizar el consumo de los carnívoros, Baeza (2005) señala que el sustrato se relaciona con el consumo de éste por parte de las presas, lo cual, a su vez, depende de los algoritmos de alimentación, movimiento, reproducción y muerte de éstas.

2.3.2. Productividad primaria y tipo de hábitat seleccionado por los herbívoros

En relación al impacto de los herbívoros sobre la vegetación, Rueda (2006) señala que el efecto de los herbívoros sobre la comunidad vegetal dependerá del lugar que seleccionen para comer y de la capacidad de las plantas para recuperar los tejidos perdidos tras ser consumidas. La primera dependerá de las comunidades de plantas existentes, su palatabilidad y contenido en nutrientes, abundancia de alimento y del riesgo de depredación existente para el herbívoro. En tanto que, la segunda está influido por el tipo de recursos que limitan su crecimiento, como el agua, los nutrientes y la luz.

En ecosistemas con baja precipitación donde las plantas compiten por el agua, las características de las plantas dependerán de la fertilidad del suelo. Por tanto, las plantas dominantes serán muy apetecibles y consumidas por herbívoros de todos los tamaños; y en los suelos pobres, la razón nutrientes/agua, permanece bajo. De tal manera que las especies más competitivas serán aquellas que almacenen agua mediante el desarrollo de tejidos leñosos, reduzcan el estrés térmico mediante pelos y espinas, y/o mantengan un alto potencial hídrico en las hojas con compuestos secundarios (Grubb 1992) (citado en Rueda, 2006).

Osem *et al.* (2002 y 2004) mencionado en Rueda (2006) refieren que la capacidad de las plantas para recuperar los tejidos perdidos como consecuencia del pastoreo también varía a lo largo de los gradientes ambientales de fertilidad y precipitación. En general, a escala local, la disponibilidad de agua y de nutrientes en el suelo favorecerá la recuperación de los tejidos perdidos; pero, a escalas más amplias y en tiempos evolutivos largos, las especies de plantas adaptadas a la recuperación de los tejidos perdidos como consecuencia de la aridez estarían también mejor adaptadas a la acción de los herbívoros.

Respecto a la capacidad de carga de pastizales de la zona rígida de Pampa Galeras, Florez y Malpartida (1980) indican que el 90% son de condición pobre y 10% muy pobre, no existiendo condición regular, buena ni excelente; y recomiendan que la carga óptima sea de 0.54 Unidades Vicuña (UV)/ha. En la misma Reserva, Amanzo (2005) señala que la densidad varía en función a la estación del año; asimismo hubo un movimiento rotativo de vicuñas entre núcleos de alta y baja densidad, siendo el promedio más alto de 0.48 UV en

el mes de mayo. Más aún, los sectores con menos altitud son los que tenían mayor disponibilidad de agua y podrían mantener mayor densidad de herbívoros sin notables descensos.

Cuadro 2.3: Carga animal óptima para praderas altoandinas

Condición	Ovinos	Alpacas	Vacunos	Vicuñas
Excelente	4.00	2.70	1.00	4.44
Buena	3.00	2.00	0.75	3.33
Regular	1.50	1.00	0.38	1.65
Pobre	0.50	0.33	0.13	0.55
Muy pobre	0.25	0.25	0.07	0.28

Fuente: Programa de Forrajes UNA La Molina, 1984

Florez (2005) señala que, por lo general, es sencillo recomendar a un ganadero realizar una reducción en la carga, si se ha encontrado sobrecarga animal. Sin embargo, ésta es una de las recomendaciones más difíciles de cumplir; pues es una decisión que está afectada por el deseo del ganadero de reducir o no el tamaño de su hato o rebaño. Para el ganadero, el hecho de poseer un mayor número de cabezas de ganado representa un estatus social más alto y una mayor riqueza; pero también, al final de la época lluviosa existe la posibilidad de una mayor disponibilidad de ganado gordo.

2.3.3 Los camélidos sudamericanos y el ganado introducido en la Puna

En los ecosistemas naturales de producción ganadera los animales domésticos son los principales convertidores de energía; razón por la cual, es de máxima importancia su relación con los productores del sistema (vegetación), principalmente de los recursos forrajeros. Si se busca obtener una producción ganadera máxima, sostenida y económica. Entonces, para obtener una producción máxima, no sólo debemos planificar y dirigir la utilización de los pastizales sino también se debe prever que el forraje sea convertido eficientemente por los animales en productos aptos para el consumo, sobre una base sustentable (Díaz, 2007)

a. El ganado doméstico

Díaz (2007), señala que los animales domésticos convierten la energía y otros nutrientes producidos por las plantas, en productos de utilidad directa al hombre. Asimismo, el ganado doméstico se puede manejar y su impacto, en el resto del ecosistema puede ser significativo, pero controlado. Por tanto el manejo se convierte en un elemento importante para el manejo del ecosistema en interacción con las familias que habiten el mismo.

Para Mora y Holguín (2002), la ganadería, mayor y menor, manejada en forma racional puede tener efectos positivos en el uso y conservación de los recursos naturales y en el alivio de la pobreza rural. Además, Borgnia *et al.* (2008) mencionan que las vicuñas y el ganado se encuentran espacialmente segregados; pues las vicuñas utilizan hábitats menos preferidos que los esperados a su preferencia forrajera. A pesar de ello, las vicuñas y ganado coexisten; pues las vicuñas ocupan hábitat sub-óptimos mientras que el ganado se concentra en los de mayor riqueza. Sobre el hecho, los autores sostienen que las actividades agrícolas están articuladas a la producción pecuaria en diversas formas. Es decir, productos como el forraje, el grano y los residuos de cosecha se destinan para alimentación del componente animal (ovinos, vacunos, cerdos, y aves), y los servicios y desechos animales, son empleados en las actividades agrícolas como abono.

La ganadería consiste en la domesticación y manejo de distintos tipos de animales domésticos con el fin de obtener algún provecho de ellos, ya sea carne, leche, huevo, lana, estiércol, cuero, recreación y conservación. Hoy en día, la ganadería busca una mayor optimización de los recursos, con el fin de hacer más rentable la producción, disminuyendo sus costos de operación y manteniendo en armonía del sistema.

b. ¿Competencia entre los camélidos sudamericanos y el ganado introducido?

García y Beck (2006) indican que la ganadería extensiva constituye un grupo de sistemas agrosilvopastoriles y pastoriles, cuyos sistemas de manejo fueron depurados tras siglos de prácticas ininterrumpidas. Funcionalmente, estos sistemas muestran una gran complementación entre sus componentes, una alta eficiencia en el uso de los recursos naturales, un gran sentido ecológico en el manejo de estos recursos y una importante interacción y complementación con diferentes ecosistemas naturales. La ganadería es fundamental para activar la fertilidad de los suelos pobres y secos, mejorando su estructura, favoreciendo la penetración de agua en el suelo y reduciendo su erosión.

2.3.4 Competencia

Earls (2007), señala que la competencia exige la cooperación y a partir de ello, se puede resolver el problema aparente entre el altruismo y el egoísmo. La cooperación es como una suerte de altruismo mutuo, en tanto que la competencia es como un egoísmo mutuo.

Izquierdo (1997), menciona que dentro de los procesos más complejos que tienen lugar en los agroecosistemas es aquel relacionado con las interacciones que se establecen entre las plantas por el uso de la luz, el agua y los nutrientes del medio que las rodea. Cuando dos

plantas interactúan pueden tener lugar varios procesos que pueden conducir a que una de ellas, las dos o ninguna resulten beneficiadas.

Para Rueda (2006), uno de los procesos importantes que actúan sobre la diversidad, a escala local, es la actividad de los herbívoros vertebrados. Los herbívoros ejercen una gran influencia en el desarrollo de las comunidades vegetales; pues afectan a la composición y estructura de la vegetación, la diversidad de especies, la estabilidad y sucesión de la vegetación, así como a la disponibilidad de recursos para las plantas, como luz o nitrógeno.

Knapp *et al.* (1999), mencionado en Rueda (2006), indican que los herbívoros han sido considerados especies clave del ecosistema en los lugares donde habitan. Mientras que Bakker (1989, citado por Rueda, 2006) señala que en otras áreas los grandes herbívoros nativos han sido extinguidos y los herbívoros domésticos son utilizados como una herramienta de gestión para mantener o restaurar la diversidad de pastizales.

Rueda (2006), indica que el impacto de los herbívoros sobre las relaciones de competencia, dispersión y reclutamiento puede depender en gran medida de su tamaño. De manera general, los grandes herbívoros suelen incrementar la diversidad, especialmente cuando reducen la cobertura de especies dominantes y favorecen la supervivencia de especies menos competitivas. Además, tienen mayor efecto en la dispersión de plantas ya que consumen mayores cantidades de semillas y recorren grandes distancias, debido a que habitualmente tienen territorios de mayor tamaño. En cambio, los herbívoros pequeños, más selectivos, reducen la abundancia de sus especies preferidas, aunque algunos lagomorfos y roedores pueden, a través de sus actividades excavatorias, crear otro tipo de oportunidades para el reclutamiento de plantas.

Grant (2001), señala que la competencia ínterespecífica ocurre cuando dos o más especies utilizan el mismo recurso limitante. Sin embargo, señala que en un ambiente inestable, la superioridad competitiva puede cambiar entre las especies, lo que permite que las especies competidoras coexistan indefinidamente en la misma comunidad.

Por otro lado, Vilá (1998) afirma que las vicuñas están sometidas a estos fenómenos que, a su vez, son muy ajustados debido al extremo ambiente en el que ellas viven y donde se han adaptado maravillosamente. La competencia interespecífica e interacciones, entre alpacas y vicuñas, está dada por el manejo humano; al parecer la vicuña evita, en algún grado, asociarse con las alpacas aunque esta actitud es diluida y la vicuña muestra mayor tolerancia (Villalba, 2000). De ello, se infiere que si la ausencia de alpacas hubiese sido

regular durante un período determinado, y especialmente en la pradera húmeda, la presencia y/o permanencia de las vicuñas en dicha área habría aumentado.

Villalba (2000) indica que la vicuña, por lo general, no defiende su territorio ante las alpacas, abandonando el mismo hato que las alpacas hicieran lo propio. Díaz (2007), señala que los animales silvestres son consumidores primarios (herbívoros) o consumidores secundarios (predadores) y pueden ser de utilidad para el hombre o pueden ser competidores, colaboradores o dañinos para el sistema de producción. Los animales silvestres se pueden manejar y controlar para controlar su impacto en el ecosistema natural de producción. Agrega que el hombre moderno es el gran manipulador y el ganado doméstico es su principal herramientas. El hombre puede manipular el pastoreo a sea para degradar, mejorar o mantenerle ecosistema de las tierras de pastoreo.

De estudios sobre la relación herbívoro-planta en pastizales de otros continentes, se conoce que el pastoreo induce cambios en la composición y la diversidad a través de la remoción selectiva de biomasa y por su efecto en el establecimiento de la vegetación. Las respuestas del pastizal al pastoreo pueden ser un incremento en las especies no palatables, de crecimiento lento, con bajos nutrientes y alto contenido de defensas rasgos que confieren resistencia a la defoliación. Sin embargo, Ospina (2005) encontró respuestas opuestas, como un incremento en el crecimiento, estímulo del rebrote y/o propagación, alto contenido de nutrientes y bajo nivel de defensas, rasgos relacionados con la tolerancia a la defoliación.

2.3.5 De la complejidad de los sistemas

La ciencia clásica aborda la realidad de manera mecanicista, determinista y analítica; es decir, todo fenómeno es posible ser descrito si se analizan sus componentes. Tal vez, lo más fundamental de esta visión, es que la predicción resulta posible, siempre y cuando, se conozcan todos los aspectos que influyen en cierto fenómeno. Sin embargo, las incapacidades de predicción están directamente relacionadas con la incapacidad del hombre para generar técnicas de medición cada vez más precisas (Gerber, 2006).

En el contexto medioambiental todos los ecosistemas son sistemas abiertos embebidos en un entorno del que reciben y descargan energía-materia; poseen varios niveles de organización y operan jerárquicamente; y termodinámicamente la vida.

Según Morin (2009) la “scienza nuova” se debe esbozar atravesando la cibernética, el sistemismo y la teoría de la información. De hecho, afirma que la teoría de sistemas es la

raíz de la complejidad. Y, al relacionar con la tecnología, aquella ésta rodeada de una complejidad siempre creciente, tanto en su esencia como en su aplicación y consecuencias. Creciente, y por desgracia en gran medida incontrolable, por lo que uno de los objetivos, desde el punto de vista técnico, debería ser mejorar su grado de controlabilidad, en lo que dependa de nosotros (Saez, 2009).

Hoy, la teoría de la complejidad está presente en todo, inclusive dentro del individuo, porque somos sujetos o seres complejos. De allí que Cid (2009) cita al experto en pedagogía Juan Deval: “una persona capaz de pensar, de tomar decisiones, de buscar la información relevante que necesita de relacionarse positivamente con los demás y cooperar con ellos, es mucho más polivalente y tiene más posibilidades de adaptación que el que sólo posee una formación específica”. Si así fuere, el mundo sería más sencillo de entender.

Debido a tales carencias Morin (2009) introdujo la incertidumbre como desintoxicante del conocimiento complejo y sugiere que los sistemas de ingeniería tendrían que moverse desde un paradigma de la complejidad porque desde fuera y dentro se observa que son sistemas complejos. Más aún, Cid (2009) señala que los roles profesionales se mueven en alto cambio, dinamismo e innovación, éstos son situaciones multidimensionales o multifactoriales con una gran capacidad de información.

De acuerdo a Castells (1997) (citado por Cid, 2009) el pensamiento de la complejidad debe considerarse un método para la comprensión de la diversidad que una metateoría unificada; su valor epistemológico podría derivarse del reconocimiento del carácter autoorganizativo de la naturaleza y de la sociedad.

Earls (2007), señala que en la complejidad, uno de los propósitos principales es encontrar los principios de organización de sistemas, sin importar su naturaleza económica, biológica, social, química entre otras. A su vez, señala que la ciencia de la complejidad permite revertir el proceso de juntar a todas las disciplinas en la búsqueda de principios universales y el funcionamiento de sistemas. De allí que en sistemas complejos, hay propiedades que emergen de las interacciones entre los componentes del sistema, y mientras más interdependencias hay entre las partes más complejidad hay en el sistema. Por tanto, el mayor logro de la complejidad es formular los principios generales que gobiernan las organizaciones de los diferentes sistemas del universo, sin importar su manifestación natural o nivel de escala.

En los Andes, la enorme variedad de ambientes sostiene adaptaciones complejas de cazadores-recolectores; tal diversidad de entornos, indica que los parámetros generales como calor y frío, humedad o sequedad, son menos significativos en condiciones de creciente complejidad que las condiciones locales o regionales prevalecientes. Es evidente que el aumento de la población no puede ni causa por sí misma la intensificación; a su vez, es más provechoso considerar los factores ambientales, población y circunscripción como condiciones a cuyo influjo pueden surgir adaptaciones más complejas.

Según Earls (1983), en los Andes la complejidad ecológica y las fluctuaciones climáticas continuas no permiten que las nociones de “eficiencia” conduzcan a una organización agrícola de estilo occidental capitalista, donde la homogenización de los sembríos ha reducido a un monocultivo universal. La extrapolación de aquello, a la esfera de otros ecosistemas, ha dado lugar a una visión particular de los ecosistemas, caracterizado con un enfoque a una determinada especie.

En particular, Margalef (2002), indica que el concepto de ecosistema proporciona un enlace con la teoría de sistemas, donde los elementos que interaccionan, generan la estabilidad en el conjunto del sistema. Más aún, la complejidad aumenta a todos los niveles y se hace difícil de borrar y, algunas de sus trazas, se conservan aun después de simplificaciones catastróficas. Es decir las decisiones tomadas en el pasado, en un determinado ecosistema, generan impactos que en el tiempo, en función a su magnitud, pueden continuar influyendo en el presente.

En los Andes, se encuentra más de la mitad de los climas del mundo a diferentes latitudes y altitudes; aquello indica *a priori* que el volumen de la producción agropecuaria estará estrechamente acoplado al grado de coordinación de las actividades laborales en esta gran multiplicidad de climas y ambientes andinos (Earls,1983); en consecuencia el ambiente andino es demasiado variable sobre el espacio, con sus enésimas zonas y pisos ecológicos naturales, y el tiempo, con la inestabilidad climática dentro de un periodo breve y de un año a otro, para una planificación agrícola nacional.

Según Margalef (2002) y Baeza (2005) el organismo es la base de una población y en función de éstos, como unidad, se deberían hacer todos los estudios de dinámicas poblacionales. Esta aseveración tiene importancia desde que se ha demostrado el efecto de las variaciones individuales sobre la dinámica de las poblaciones. Por ello, se deben investigar los efectos producidos por las variaciones ambientales sobre los organismos y luego analizar los patrones emergentes a escala poblacional.

2.3.6 Patrones de uso del espacio

En virtud a lo antedicho, Rick (1980) y Flores (1988), postulan que la puna andina ofrecía un suministro tan rico y seguro de vicuñas, a los habitantes primigenios, que se convirtieron rápidamente en cazadores sedentarios y no se transformaron en pastores hasta después de 1600 aC.

En comunidades agropastoriles se evita las externalidades que surgen por la alternación, entre agricultura y ganadería, en un mismo espacio, dado que los pastos naturales que crecen en los terrenos temporales son una importante fuente de forraje para el ganado, que favorece el crecimiento de pastos naturales en los espacios no cultivados (bordes de las parcelas o en las parcelas no cultivadas). En suma el pastoreo del ganado es vital para la recuperación de los nutrientes del suelo en estas tierras (Pinedo, 2006).

Cajal (1998), indica que los espacios abiertos (llanos) de la puna constituyen los lugares más utilizados por los camélidos silvestres, en tanto que las laderas rocosas y quebradas son ocupadas de manera secundaria. Por otro lado, la vegetación, en calidad y cantidad, resulta un parámetro importante para esperar mayor o menor densidad de herbívoros. Asimismo hace referencia a que para zonificar la Reserva en función de los camélidos silvestres se debe considerar la topografía con especial énfasis a la amplitud de las variaciones altimétricas, su geomorfología y su vegetación, considerando las preferencias alimentarias en relación a los hábitats utilizados con mayor frecuencia.

Para Olf y Ritchie (1998) mencionado en Rueda (2006), los herbívoros influyen positiva o negativamente en la diversidad mediante diferentes mecanismos. En general, la diversidad está determinada por el balance local entre extinción y colonización. Berendse (1985) mencionado por el mismo autor, señala que la diversidad aumenta cuando la colonización aumenta y/o la extinción se reduce. Los herbívoros influyen en la colonización afectando a la dispersión y al reclutamiento de especies, mientras que pueden influir sobre la extinción a través del propio consumo o alterando la interacción competitiva entre las plantas.

García y Tecchi (1998) refieren que según Koford (1957) los altipampas de la puna son los lugares preferidos de las vicuñas (*Vicugna vicugna*) debido a que allí crecen las hierbas verdes que constituyen su principal alimento. Esta fue una de las primeras referencias sobre uso de hábitat por parte de esta especie. Más tarde, Franklin (1983) y Hoffman *et al.*, (1983), en Pampa Galeras-Perú, identifican los tipos de hábitat y vegetación para la vicuña.

En Argentina, Pujalte y Reca (1985) (citado por Cajal, 1998) discuten los posibles parámetros ambientales que definirían la distribución de vicuñas y guanacos. Estos autores señalan que mientras las vicuñas prefieren ambientes abiertos, en los cuales las leñosas se presentan a lo sumo como arbustos, los guanacos, además de ocupar preferentemente los espacios abiertos, también se extienden sobre unidades leñosas, sean éstas arbustivas y boscosas abiertas (abras o pastizales del Chaco) o cerradas (bosque de Tierra del Fuego y caldenales de La Pampa).

Con respecto a la alimentación, las primeras informaciones provienen de observaciones directas realizadas en el campo; Koford (1957) menciona que los géneros *Calamagrostis* sp., *Festuca* sp., *Poa* sp. y *Stipa* sp., son los principales componentes de la dieta de la vicuña en el Perú.

Cajal (1989) refiriéndose a estudios sobre interacciones de especies que coexisten, dice que las variaciones ambientales pueden actuar produciendo cambios en la distribución y abundancia de las poblaciones, y si éstas poblaciones son estudiadas en breves lapsos de tiempo, se pueden obtener conclusiones erróneas; por lo tanto, para obtener conclusiones válidas, los estudios poblacionales comparados deben ser de larga duración.

Koford (1957) observó en Pampa Galeras, Perú, grupos familiares de vicuña de similar tamaño (7 individuos) en áreas de baja densidad poblacional. Posteriormente en la misma localidad y coincidente con el incremento poblacional de la vicuña, Franklin (1981) (mencionado en Garcia *et al.*, 2006) determinó un tamaño medio del grupo familiar territorial y permanente de 6,1 individuos entre 1968 y 1971. Estos resultados, en la vicuña, podrían indicar la existencia de un umbral de densidad a partir del cual se observa una reducción del tamaño del grupo familiar al incrementar la densidad poblacional. Asimismo, frente a la mayor demanda de los recursos existen diferentes mecanismos para contrarrestar el aumento de las densidades, tales como la dispersión hacia otras áreas (Cajal, 1989) y/o menor producción de crías.

Hoffman *et al.* (1983), han señalado que los años de baja precipitación y escasez de recursos alimentarios, provocan en las vicuñas reducciones en la relación crías/hembras, como consecuencia de la reabsorción de embriones, interferencias en la ovulación, abortos y menor vigor de las crías. Este mismo hecho comprueba Cajal (1989), quien observó una expansión de vicuñas hacia otros sectores previamente no ocupados por la especie dentro de la Reserva.

En relación a los patrones espacio-temporales de las poblaciones de vicuñas y animales domésticos, en Pampa Galeras, se refiere que el incremento o la disminución de la densidad promedio de las vicuñas en los lugares son independientes de la variabilidad a la carga de los años considerados; en tanto que la variación temporal no depende de la densidad. Para los animales domésticos, la variación espacial de la densidad nos indica que la variabilidad de la densidad poblacional de los sitios de mayor densidad de animales domésticos es menor y la variabilidad en sitios de menor densidad es en el mes de mayo: en tanto que la variación temporal indica que la variabilidad de la densidad poblacional de los sitios de mayor densidad de animales domésticos es menor y la variabilidad en sitios de menor densidad es también el mes de mayo (Amanzo, 2005).

2.3.7 De la autocorrelación y la dinámica de sistemas

Para Legendre y Fortín (1989), los seres vivos no se distribuyen uniformemente ni al azar; o sea, muestran patrones de agrupación, de manera que se agregan en parches o gradientes u otros tipos de estructuras espaciales. Lo cual refleja la importancia de la heterogeneidad espacial, dado que varias teorías y modelos ecológicos suponen que los elementos de un ecosistema que se encuentran cercanos uno del otro en el espacio o en el tiempo, pueden verse más influidos por la misma generación.

Lichstein *et al.* (2002), señalan que con frecuencia se encuentran autocorrelación espacial en los datos ecológicos, y varias teorías y modelos ecológicos asumen patrones espaciales implícitos en las distribuciones de los organismos y su medio ambiente. Dado que las abundancias de las especies están positivamente correlacionados, entonces que los puntos próximos en el espacio tienden a tener valores más similares de lo que se esperaría por azar. Lo cual es atribuible a causas múltiples de carácter exógeno y / o endógeno, siendo ello evidencia de la complejidad de las interrelaciones en los ecosistemas.

Amanzo (2005) al estudiar la distribución de densidad de las vicuñas de Pampa Galeras, concluye que los núcleos de alta densidad se concentraron en los sitios ubicados al centro y sur del área nuclear en sectores de menor altitud y aparentemente con mayor oferta de agua. Asimismo indica que el análisis de la correlación entre la población de vicuñas y animales domésticos, a lo largo del año, fueron muy altos ($R > 0.8$), lo que equivale decir que el uso del espacio fue muy similar a lo largo del año.

Para Doménech y Mahiques (2004), los modelos de la dinámica de sistemas muestran ventajas como: sencillez, versatilidad, conversacionalidad, interdisciplinariedad y

transdisciplinaria. Y de esta manera puede ser utilizado como herramienta experimental; mientras que, dentro de las principales precauciones se tiene que los resultados de la simulación del modelo no se utiliza para concluir conductas cuantitativas sino cualitativas.

En tanto, Aracil y Gordillo (1997), mencionados en Titiosky (2008), indican que la dinámica de sistemas es un método en el cual se combinan el análisis y la síntesis, suministrando un ejemplo concreto de la metodología sistémica. Ello permite suministrar un lenguaje que expresa las relaciones que se producen en el seno de un sistema, y explicar cómo se genera su comportamiento; a su vez, el modelo permite representar al sistema real y su valor surge cuando éste mejora la comprensión de las características del comportamiento en forma más efectiva que si se observará el sistema real.

El objetivo principal de la Dinámica de Sistemas es “llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema”, lo cual implica aumentar el conocimiento sobre los elementos que conforman el sistema. (Maass, 2010)

Díaz (2007), señala que las partes de los sistemas ecológicos son operacionalmente inseparables del conjunto, por tanto el ecosistema es el nivel de organización biológica más adecuada para la aplicación de las técnicas de análisis de sistemas. Se refiere que en la aplicación del concepto de ecosistema no hay un límite de tamaño y/o complejidad.

Nahed *et al.* (2001), mencionan que el caso de los sistemas agrícolas campesinos, éstas se organizan en una estructura jerárquica, cuyos procesos de producción se relacionan horizontal y verticalmente: relaciones entre sistemas a un mismo nivel, y relaciones de un sistema a diferentes niveles. Con este enfoque se incorporan en el estudio todos los elementos que influyen sobre una decisión o respuesta de los productores a los problemas agrícolas, o sobre la comprensión de un fenómeno dentro de límites definidos, lo cual implica la complejidad de las relaciones entre las actividades de las comunidades silvopastoriles.

Por otro lado, Gordon *et al.* (2004), sugieren que la distribución de los herbívoros está determinada principalmente por factores abióticos. Además, los efectos de la heterogeneidad en la distribución de la vegetación son complejos, dado que los herbívoros son generalmente atraídos por la vegetación preferible, pero la relación espacial entre vegetación preferida y no preferida es de suma importancia en el impulso de la dinámica de sistemas.

2.4 INFLUENCIA DE LOS ANIMALES SILVESTRES Y DOMÉSTICOS EN LA ECONOMÍA CAMPESINA

2.4.1 La economía campesina

La naturaleza andina es heterogénea en cuanto a clima y suelos, con pronunciadas variaciones microclimáticas (lluvias, heladas, huaycos y sequías) que hacen de la agricultura una actividad incierta con riesgos. (Torres y Gómez, 2008)

La economía campesina constituye una unidad económica muy pequeña, donde las tierras son escasas y de baja calidad, con stocks de ganado y herramientas pequeños, y con tecnología tradicional. Es decir, las familias campesinas son pobres, y esta característica las induce igualmente a comportamientos de aversión al riesgo, evitando en lo posible poner en juego el conjunto de su ingreso. (Figueroa, 1981)

Schumann (2006), define la economía campesina como “el modo de administrar la tierra y sus recursos naturales con la participación de la familia para garantizar la reproducción de la unidad familiar, generando ingresos producidos en el predio y adicionalmente ingresos extra prediales para la satisfacción de las necesidades familiares”

Respecto al mismo tema, Gómez (2008), señala que la unidad de análisis es la familia campesina minifundista, es decir, una economía del autoempleo enfocada en actividades agropecuarias que eventualmente contrata fuerza de trabajo adicional. Asimismo, indica que las familias campesinas definidas en esta categoría se sitúan entre el 20 y 30% de las familias del país; además, el 80% estarían concentradas en la sierra rural del Perú y las cataloga como el sector más pauperizado de la población en base a la pirámide de ingresos. Este último, se deduce al comparar las tasas anuales de crecimiento de los productos típicos de la economía campesina (1.1%), respecto a los productos de consumo urbano (6.8%).

En el Perú, Gómez (2008), menciona que la economía campesina tiene dos variables que influyen el funcionamiento de la economía campesina: La naturaleza y los recursos. En relación al primero, los estudios indican que la naturaleza de los Andes impone a la actividad agraria una marcada estacionalidad; y éste es el elemento articulador entre la actividad económica y la vida del campesinado.

En cambio, según Caballero (1981) (en Gómez, 2008), el mercado es parte de la racionalidad campesina; pues la asignación de recursos dependerá del mercado no sólo para la adquisición ocasional de herramientas o «bienes de lujo» que la economía

doméstica no puede producir, sino también de artículos fundamentales para su sobrevivencia (alimentos, vestidos).

Entre los principales recursos, en los Andes, se encuentran camélidos sudamericanos, silvestres y domésticos, además de otras especies ganaderas introducidas que proveen bienes e ingresos a las comunidades rurales, pero ejercen mayor impacto sobre el uso del suelo y la vegetación. En la economía campesina, los animales cumplen diversas funciones, como: alimento, reciclaje de materiales y energía, ahorro y trabajo.

En los sistemas rurales latinoamericanos y caribeños las especies menores aportan una buena parte de los alimentos ricos en proteína animal (huevos, leche, y ocasionalmente carne). En sistemas diversificados, los animales cumplen un rol reciclador de los materiales orgánicos; pues no solo convierte elementos residuales en aprovechables para el uso agrícola, sino también la calidad de los alimentos dirigidos al hombre son mejorados.

En épocas de estrechez económica, en particular, los animales domésticos se convierten en una forma de ahorro de las familias campesinas (Mora y Holguin, 2002). Y finalmente, las especies animales domesticadas son valiosas por múltiples productos y servicios (fuerza de tracción, productoras de fibras y proveedoras de abono). Cabe enfatizar que los animales no solo son proveedores de productos alimenticios para la economía familiar, sino que les permiten realizar transacciones no monetarias o "trueque" de sus productos agropecuarios.

El rasgo que más se ha asociado con la comunidad andina es la propiedad colectiva, dado que todos los miembros de la comunidad son copropietarios de las tierras que ocupan y tienen iguales derechos sobre ellas. Pero si bien el territorio es, en su conjunto, propiedad colectiva, a su interior existen espacios que son explotados en forma común y otros que lo son en forma individual (Pinedo, 2006).

Con la llegada de los españoles cambiaron los cultivos y las técnicas de cultivo. En pendientes fuertes, se llegó rápidamente a la destrucción completa de la capa productiva de los suelos y ejemplos de este tipo son desafortunadamente demasiado comunes en toda América Latina (Usselman, 1987). En el Perú, aquello quebró el equilibrio entre los hombres y la tierra, y los cambios de tecnologías agrícolas no hicieron caso de las relaciones hombres-naturaleza, muy estrechas, por lo menos, en los Andes centrales, donde el valor de la tierra sólo viene de la presencia de los hombres que la cultivan.

Respecto a ello, en la economía de los Andes, según Flores (1988), las alpacas fueron domesticadas para proporcionar un producto que podía servir como bien de comercio; pues

la gregariedad, la jerarquía de dominio y la territorialidad de los camélidos silvestres, fueron características que los hicieron dóciles, para que los humanos los domesticaran. En cambio, en aquel espacio, los ovinos fueron introducidos por imposición española, como parte de la política del régimen colonial de dominación y ocupación de las nuevas tierras; la misma que continuo por siglos y prosigue en nuestro días.

La actividad ganadera se sustenta en un entorno ecológico cambiante, con procesos interrelacionados, dinámicos e inestables, lo que al ser combinado con una ciencia social dinámica como es la economía, hace que su estudio sea complejo. Así, para comprender el funcionamiento de los sistemas de producción, y a fin de expresar las relaciones causa-efecto, se desarrollan modelos productivos. A pesar de la similitud de un modelo con otro, no existen resultados iguales de estos, debido a la particularidad de la empresa agropecuaria, considerada como un sistema especial (García y Beck, 2006).

En las sociedad de cazadores recolectores, según Testart (1982) (citado por Price y Brown, 1985) existen dos niveles de complejidad social basados en dos economías muy diferentes. Un tipo hallado entre los grupos nómades, involucra el uso inmediato de recursos alimenticios; esta economía es lábil y depende de una variedad de estrategias de abastecimiento. El segundo tipo, se basa en el almacenamiento a gran escala de alimento estacional. La abundancia de alimento y una pronunciada estacionalidad en la disponibilidad de los recursos, junto con técnicas eficientes de recolección y acopio, son las condiciones para que haya almacenamiento. El sedentarismo, la elevada densidad poblacional y la desigualdad socioeconómica son los correlatos de las economías de acopio.

2.4.2 Características de la economía campesina

Diversos autores como Figueroa (1981), Gomez (2008) y Trivelli *et al.* (2009), señalan que las características de las unidades campesinas son:

- La producción de la economía campesina tiene como «elemento motor», la satisfacción de las necesidades familiares (presentes y futuras).
- Según los diversos estudios, la economía campesina está organizada en unidades económicas que son, al mismo tiempo, unidades de producción y de consumo. Asimismo, la toma decisiones está enfocada en la familia y en la comunidad.

- La economía campesina es «pobre pero eficiente» en el uso de sus recursos. Donde la baja productividad no se explica por la ineficiencia, sino por la baja y pobre calidad de los recursos.
- La principal fuerza de trabajo de la unidad campesina es la fuerza de trabajo familiar.
- La economía campesina, como unidad de producción, es compleja; pues produce dos tipos de bienes: agropecuarios y no agropecuarios (artesanía, construcción, comercio).
- La producción de las unidades campesinas tienen un doble destino: el autoconsumo y el intercambio, y que en sus decisiones consideran tanto el valor de uso para «su propio consumo» (lo que le da cierta autonomía a la familia campesina frente al mercado) como el valor de cambio.
- La economía campesina del Perú se encuentra mayoritariamente organizada en comunidades.
- Por último, la economía campesina es una forma de producción subordinada al capital que asume roles que han ido redefiniéndose históricamente y a través de los cuales se le extrajo excedentes.

2.4.3 La vicuña, el chacu y sus beneficios a la comunidad de pastores

Entre los camélidos sudamericanos, la vicuña como especie silvestre, es la que posee la fibra más fina del mundo y la de mayor valor económico; con unos 12,5 micrones de diámetro es superior en finura a la cabra cashmere (15,1 micrones) (Veliz y Hoces, 2007)

En el Perú, desde 1964, la vicuña ha sido sometida a un riguroso proceso de conservación, tal como el Programa de la Vicuña, los Convenios Internacionales, la Convención CITES y la participación de las organizaciones campesinas en cuyas tierras habita la especie.

La Convención CITES de 1987 autorizó el comercio de fibra esquilada de vicuñas vivas, para su industrialización en forma de telas y procedente de las áreas y poblaciones del Apéndice II de la CITES bajo la marca oficial “VICUÑANDES” establecido por el Convenio Andino. Y, en 1994, la fibra de vicuña ingresa legalmente al mercado internacional.

El Chacu o chaco, que en la lengua quechua significa atajar, consiste en una gran cacería animal que se realizaba en el imperio Incaico, mediante el procedimiento de cercar a los animales, sin matarlos a ciegas según el albedrío de los cazadores. Economizaban dolor y

vidas, porque en el concepto común de patrimonio, vida era sinónimo de riqueza; y se sabe que detrás de ella existe una riqueza máspreciada de posibilidades en el animal vivo que en el mercado. Entonces, a través de esta actividad, recogían su fibra sin dañar a la fuente que les daba (la vicuña). Por otro lado, Flores (1988), señala que los camélidos sudamericanos fueron y son criados para aprovechar su fibra, carne y capacidad de carga, siendo la fibra de mayor valor e importancia. A pesar de que los pastores parecen que viven en aislamiento geográfico, pero están fuertemente articulados con el sistema económico nacional e internacional por medio de la comercialización de fibra. De allí que concluye que las comunidades altoandinas poseen recursos especializados (plantas) que son mejor aprovechadas con el pastoreo de alpacas y llamas y, complementados con el manejo adecuado de la fauna silvestre, como las vicuñas.

A su vez, Flores (1988) describe que para el manejo del pastoreo existe un calendario de uso de los pastizales. En el mes de mayo los animales están gordos y con buen peso, debido a que consumieron pastos de buena calidad durante la época de lluvias, las familias campesinas suelen realizar el beneficio de los camélidos y transformarlos en charqui; con destino al consumo familiar o para intercambiar en el mercado (trueque). Esta última coincide con las cosechas agrícolas que se suscitan en los valles interandinos.

En agosto, después que ha pasado el fenómeno del friaje andino, se inicia con la trasquila o esquila de los animales machos. A las hembras, las que en su mayoría están preñadas, no se las trasquila porque abortarían en el esfuerzo que se hace para cogerlas y trasquilarlas.

En diciembre y enero (parte de la temporada de lluvias), se produce la parición. Asimismo, la majada de las madres preñadas es trasladada de los bofedales hacia los pastizales de las partes más elevadas, que ahora disponen de pastos buenos, verdes y frescos.

2.4.4 Relación de la vicuña con el ambiente

Los pueblos pre-hispánicos utilizaron a los camélidos intensamente. Vicuñas y guanacos sostuvieron a las poblaciones humanas puneñas y pre-puneñas desde el asentamiento temprano de los cazadores recolectores. Luego se incorporaron los camélidos domésticos. Pero, la conquista inició un proceso de disminución drástica de la población de camélidos domésticos y también de vicuñas. Cuando la especie estaba en franco peligro de extinción, se tomaron importantes medidas de protección con legislación internacional, nacional y regional (PEURV, 1980)

En la ecorregión puna, las vicuñas coexisten con campesinos; según Prescott-Allen, (1994) una sociedad es sustentable solamente si, la condición humana y la condición del ecosistema son satisfactorias o en mejora; en cambio si cualquiera de ellas está empeorando la sociedad es no-sustentable; es decir, en el caso de la vicuña, es vital encontrar una sólida articulación sociedad-naturaleza. Sin embargo, habría que enfatizar a la descripción de la comisión Brundtland que conceptúa el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. Ello equivale enlazar los componentes: medio ambiente, social y económico; pues una sociedad saludable y próspera depende de un medio ambiente sano para que le provea de alimentos y recursos, agua potable y aire limpio para sus ciudadanos.

2.4.5 Manejo y conservación de la vida silvestre

El concepto de vida silvestre incluye a todas las formas de vida silvestre no domesticadas ni manipuladas genéticamente por selección, artificial o mecanismos biotecnológicos, sean estos de ambientes/hábitats terrestres o aéreos, pertenezcan a cualquiera de los cinco reinos vivientes modernamente reconocidos (animales, plantas, hongos, protistas y procariontes).

Lasso (2006) describe que el manejo para la conservación de la vida silvestre comprende el conjunto de decisiones y acciones planificadas que tienen como fin mantener poblaciones silvestres a través de su protección, el aprovechamiento ecológicamente sustentable garantiza tanto la capacidad de regeneración de las poblaciones silvestres como el mantenimiento de las condiciones de los ecosistemas y la máxima diversidad biológica. Las decisiones y acciones que guían el manejo deberán estar basadas en principios científicos y técnicos y en consideración de carácter social, político y legal.

2.4.6 La vicuña y sus técnicas de manejo

Armstrong *et al.* (1997), señalan que en las zonas altoandinas el manejo extensivo de la producción de ganado, se caracterizan por su heterogeneidad, con vegetación semi – natural, bajos niveles de agua y una alta conservación natural, paisajística y valor recreacional. Por tanto, el pastoreo puede tener efectos en la composición de la vegetación, mantenimiento de la vida y la biomasa. Por tanto, el mantenimiento y la creación de los tipos de vegetación óptimos se orientan a los objetivos del uso de la tierra, enfocándose así en la utilización de un sistema de pastoreo adecuado.

En el Perú, Wheeler (2009) y Veliz y Hoces (2007), señalan que la vicuña (*Vicugna vicugna*) se explota principalmente por su fina fibra. En realidad, el manejo silvestre de la vicuña no es un fenómeno exclusivamente contemporáneo; pues existen evidencias arqueológicas que indican que la fibra de vicuña ya se aprovechaba en épocas prehispánicas. El sistema tradicional denominado chaku y aún sigue siendo utilizado en Perú.

En las últimos tres décadas el interés por aprovechar racionalmente la vicuña condujo al estudio de una serie de técnicas de manejo. Inclusive, cada país ha desarrollado sus propias técnicas de captura y esquila y selección del área de vellón a esquilar: El acopio de la fibra, la clasificación y el descordado. La legislación peruana motiva la participación campesina y el beneficio máximo en la utilidad y conservación de la especie.

Las vicuñas son de las siete especies seleccionadas por la FAO como claves para el desarrollo rural de América Latina (guanacos, capibaras, coipos, iguanas, caimanes y tortugas de río). El alto valor de la fibra de vicuña y las poblaciones recuperándose abren el panorama para la utilización del recurso. Sin embargo este manejo debe hacerse con criterios de sustentabilidad.

En Chile, Bas (2000) señala que de todos los productos que se pueden obtener a partir del manejo, utilización y/o cosecha de camélidos sudamericanos silvestres, al parecer la fibra es la que presenta el mayor potencial de demanda para el desarrollo de mercados en el largo plazo. Existe una demanda efectiva por la fibra de vicuña, que fue comercializada durante bastante tiempo, especialmente en Europa; en el caso del guanaco, sólo se conoce beneficios obtenibles en forma de cueros sin esquilar, especialmente de animales recién nacidos.

Los únicos países con capacidad de producir fibra de vicuña son Chile, Bolivia y Perú, donde solo existía la comercialización ilegal de esta materia prima, la cual por su excepcional calidad llevó a la especie al borde de la extinción en más de una oportunidad, siendo necesario que el Gobierno Peruano y las comunidades campesinas tomaran medidas a fin de preservarla (FAO, 2005). Asimismo, agrega que entre los recursos de interés económico que ofrece el manejo del guanaco se encuentra la fibra, catalogada como fibra fina; la carne, cuyo origen podría ubicarla entre las carnes especiales por provenir de animales silvestres (Bonacic *et al.*, 2008)

Según Bonacic (1998), indica que para el caso chileno, la capacidad de carga actual disponible para la vicuña se podría incrementar si se generan beneficios económicos para las comunidades locales. De este modo el uso de la vicuña podría generar mayores beneficios económicos a las comunidades, las que podrían verse motivadas a reemplazar ganado doméstico por vicuñas. Fomentándose de esta manera el manejo de la vicuña por el ganado doméstico de la zona.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación y extensión

La Reserva Nacional de Pampa Galeras – RNPG – está ubicada en la Provincia de Lucanas, departamento Ayacucho, Perú entre 14° 39' 00" y 14° 45' 00" Latitud Sur y 74° 19' 00" y 74° 27' 00" Longitud Oeste. La Reserva está a una altitud de 4 000 m. El área comprende una extensión de 6 500 ha y una zona de influencia 60 000 ha, y se encuentra a 550 km al sur de Lima.

El área de la Reserva pertenece a la formación ecológica: paramo húmedo sub-alpino, dentro del sector Puna; también son partes integrantes de esta formación los bosques residuales de queñua y kisuar existentes en algunos sectores. (Palomino, 1979)

La Reserva Nacional de Pampa Galeras abarca las tierras de la comunidad campesina de Lucanas y en su alrededor existe una cantidad considerable de comunidades campesinas que tiene como actividad principal la ganadería (véase Figura 3.1).

Amanzo (2005), señala que Pampa Galeras es una zona donde la pastura nativa es aprovechada actualmente por especies domésticas y silvestres simultáneamente, entre las domésticas destacan las alpacas, llamas, ovinos y vacunos, cuyas crías son generalmente semiextensivas (pastorean durante el día y lo guardan en corrales durante la noche).

3.1.2 De la información disponible

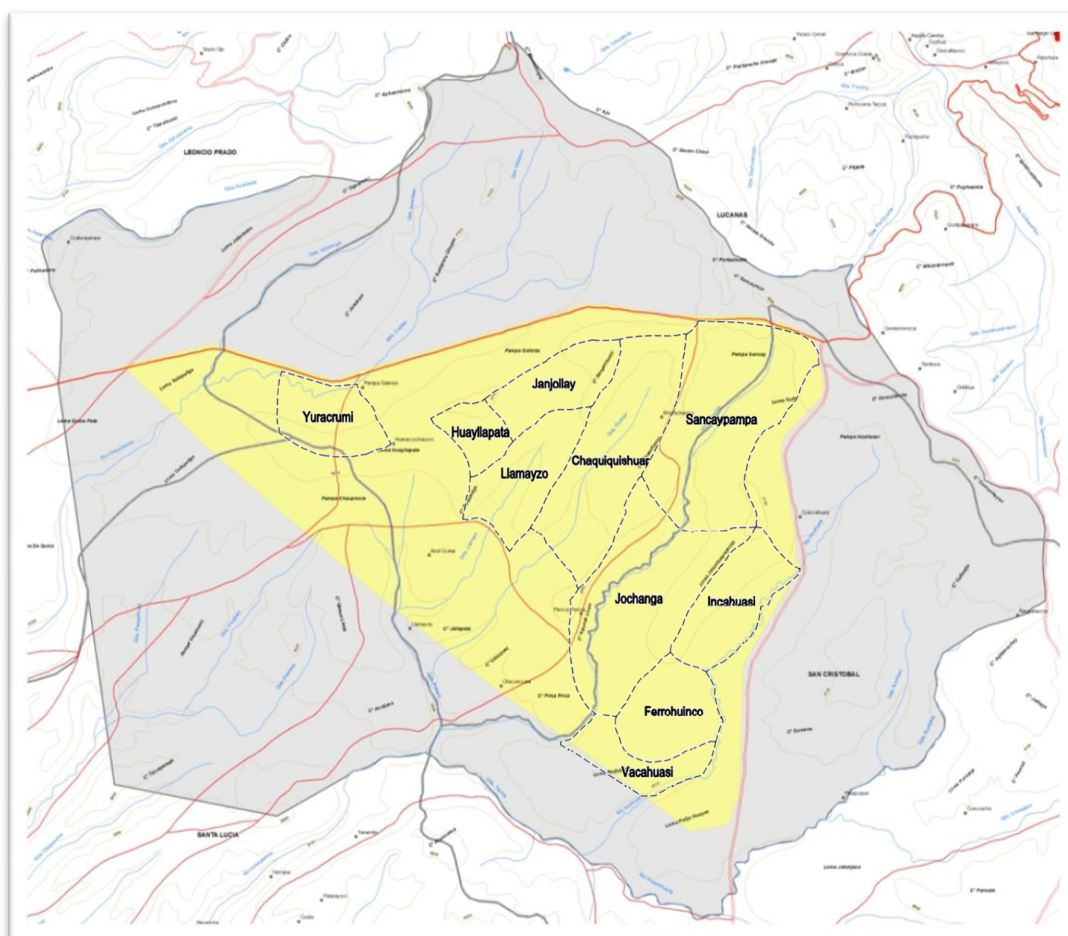
Entre 1981 y 1988 el Proyecto Especial de Utilización Racional de la Vicuña – PEURV implementó los censos de dinámica poblacional, además de la vicuña, de las principales especies ganaderas de la Reserva. Actualmente esta información se encuentra disponible en los archivos de la Reserva Nacional de Pampa Galeras y el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS), los que fueron la base para realizar la presente investigación.

Los censos de dinámica poblacional cuentan con datos de la población mensual de vicuñas especificada por clases como machos jefes de familia, hembras, crías, machos solitarios y machos de tropillas; además se dispone de datos de la población ganadera tales como el vicuñas y el número total de vacunos, ovinos, llamas y alpacas.

Dichos registros están especificados para los 10 sectores de la Reserva Nacional Pampa Galeras. Los límites de los sectores de la Reserva fueron establecidos tomando como referencia los hitos geográficos de las cuencas.

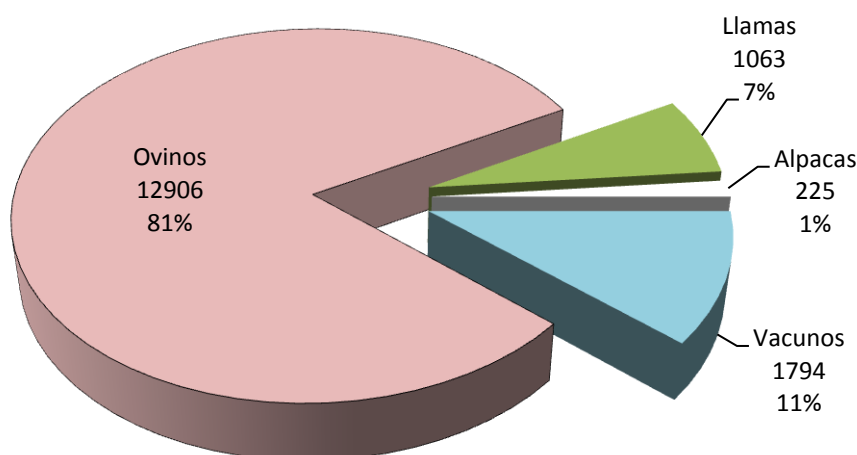
Cabe mencionar que, los registros de datos son continuos de enero de 1981 a mayo de 1986, mientras que para los años siguientes la información es incompleta. Debido a ello, la presente investigación ha tomado como horizonte de estudio desde enero 1981 a diciembre 1985, y solo se ha utilizado el número total de vicuñas y ovinos. La población de ovinos, respecto a la población de vicuñas representa el 44%; y dentro de la estructura del hato campesino, los ovinos constituyen el 81% de los animales domésticos, seguido del 11% del ganado vacuno; mientras que las llamas y alpacas apenas representan el 8%. Cabe resaltar que en el sector Huayllapata no se registro la presencia de ovinos durante el periodo de estudio.

Figura 3.1: Localización de los sectores en la Reserva Nacional Pampa Galeras Barbara D'Achille. En amarillo (Reserva Nacional) en plomo (Zona de amortiguamiento). Escala 1:40000



Fuente: SERNANP (2011), Sánchez (1997)

Figura 3. 2: Composición de los animales domésticos en la Zona Nuclear de la Reserva Nacional de Pampa Galeras durante 1981 a 1985.



El Cuadro 3.1, muestra los 10 sectores para los que se cuenta con información y sus correspondientes superficies.

Cuadro 3.1: Sectores que conforman el área de estudio en la Reserva Nacional de Pampa Galeras

Sector	Superficie, ha
Yuracrumi	230.87
Huayllapata	153.98
Janjollay	288.17
Llamayzo	307.14
Chaquiquishuar	741.87
Sancaypampa	816.08
Jochanga	896.47
Incahuasi	347.33
Ferrohuinco	372.07
Vacahuasi	293.53

Respecto a la lluvia, la RNPG cuenta con una estación meteorológica en la que se ha registrado la precipitación pluvial mensual, correspondiente al periodo 1966 – 1986, la cual se encuentra registrada en Sánchez (1997).

Los precios de la fibra de vicuña corresponden a los registrados por la Jefatura de la Reserva Nacional de Pampa Galeras, desde 1997 al 2011. En tanto que, los precios del Mohair, segunda fibra más fina del mundo, corresponden a las estadísticas del Departamento Nacional de Agricultura de los Estados Unidos para el periodo de 1963 al 2010.

3.2 CARACTERIZACION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

3.2.1. De la Precipitación

Los registros de la precipitación pluvial mensual corresponden al periodo 1966 – 1986. A partir de ello, se generó la información para el análisis correspondiente a los estadísticos descriptivos por meses y, a su vez, se comparó la variabilidad temporal de la precipitación mensual, lo cual ha permitido analizar el efecto de la escala temporal en el comportamiento de la precipitación.

3.2.2. De los animales domésticos y silvestres

a. Caracterización de los ovinos y vicuñas

Con los registros correspondientes a los censos de dinámica poblacional de enero 1981 a diciembre de 1985, se analizaron dos variables: el número total de ovinos y el número total de vicuñas, dado que la especie ovina fue la más representativa del conjunto de animales domésticos. Por otro lado, los registros evidencian que el ovino está presente solo en 9 de los 10 sectores de la Reserva; y en base a ello se determinó el número de días de permanencia que fue de 267 días (8.9 meses); ello evidencia el carácter temporal de los ovinos en la RNPG,

Para el **crecimiento interanual**, se agrupó al número de individuos (ovinos y vicuñas) por sector y año, y, con base a ello, se generaron las correspondientes tasas de crecimiento interanual.

Para la **composición general por zonas**, se consideró el número de individuos (ovinos y/o vicuñas) por sector, y se clasificó en tres categorías que corresponden a sectores de alta, media y baja concentración. En forma general, la densidad poblacional consideró al número de individuos por sector promedio anual; a su vez se consideró la densidad por la especie (ovinos/ha y/o vicuñas/ha), y se clasificó en dos categorías que corresponden a sectores de alta y baja densidad.

Para la **dominancia de los sectores en el sistema**, se consideró el número de individuos (ovinos y/o vicuñas) registrados entre enero 1981 y mayo 1986. Para el efecto, primero se procedió a realizar un análisis multivariante mediante el Análisis de Componentes Principales – ACP y el dendrograma – utilizado como medida de similaridad a la distancia Euclídeana; ello permitió clasificar en tres categorías que corresponden a sectores de alta, media y baja concentración.

En segundo lugar, se procedió a relacionar la densidad poblacional media (ovinos/ha/año y/o vicuñas/ha/año) y su correspondiente coeficiente variabilidad temporal en cada uno de los sectores de la RNPG, así como las correspondientes estadísticas descriptivas de las variables (ovinos y vicuñas)

b. De la autocorrelación temporal en ovinos y vicuñas

Para el **Análisis Individual**, se considero el número de individuos (ovinos y/o vicuñas) presentes de enero 1981 a mayo 1986; con dichos datos se realizaron correlogramas por sector y especie y, a su vez, se determinó las correspondientes correlaciones para determinar el patrón de comportamiento en los sectores en función al nivel de concentración.

Para el **Análisis del total poblacional**, se consideró el número de individuos (ovinos y/o vicuñas) de enero 1981 a mayo 1986, se realizó el correlograma del total poblacional y las correspondientes correlaciones de los sectores hacia el total población, ello al igual que el análisis individual permitió determinar el patrón de comportamiento asociado a los sectores.

c. De la Asincronía espacial en ovinos y vicuñas

La asincronía espacial implicó el análisis de las distancias entre los sectores, para ello, se elaboró una matriz de distancias entre sectores, medida desde los centros de la masa de cada sector hacia otro.

Finalmente, en base a la matriz de distancia y matriz de correlaciones, anteriormente descritas; se construyó la matriz de distancias y correlaciones con el fin de relacionar la densidad mensual de la población de ovinos y/o vicuñas entre sectores respecto a su distancia correspondiente, y describir el comportamiento entre lo espacial y el nivel de abundancia de la especie.

3.3. DE LA ESTABILIDAD TEMPORAL DE LAS POBLACIONES DE VICUÑAS Y OVINOS

3.3.1. De la construcción del modelo

El modelo para determinar la estabilidad temporal entre vicuñas y ovinos en la RNPG, se ha construido bajo el esquema de la dinámica de sistemas (Aracil, 1986) y utilizando el programa STELLA. La Figura 3.3 muestra el diagrama básico del modelo y el Cuadro 3.2 señala las ecuaciones para las variables de estado y auxiliares, y los flujos del sistema.

El modelo se compone de dos partes: el primero relacionado a la población de vicuñas, basado en el modelo propuesto en Sánchez (1997), y la segunda relacionada al comportamiento poblacional de los ovinos en la RNPG, la misma que ha sido planteada en función a la precipitación pluvial, las necesidades nutricionales y el tiempo de uso de la pradera de la Reserva.

El modelo consta de tres tipos de variables: estado, flujo y auxiliares.

En las variables de estado se encuentran N, PASTC1 y PASTC2; la primera se refiere a la población de vicuñas (N); que muestra variación durante el periodo de estudio en función al flujo de entrada (reclutas, REC_N) y a un flujo de salida (mortalidad, MORT_N); a su vez, ambos flujos dependen de la disponibilidad de pasto (DISPAST) en la RNPG.

Esta estructura une dos circuitos de retroalimentación negativa; el primero ocurre entre DISPAST, REC_N y N; allí un incremento en DISPAST posibilita un incremento en REC_N, y el consiguiente incremento de N; y viceversa, ello provocará una disminución en DISPAST y, por tanto, en REC_N, y así sucesivamente. El segundo circuito involucra a DISPAST, MORT_N y N; su comportamiento es similar a lo descrito en el primer circuito.

Las ecuaciones utilizadas para REC_N y MORT_N corresponden a las que aparecen en Sánchez (1997). La primera es una función exponencial e incorpora a la DISPAST como variable retardada; la segunda también incorpora a DISPAST como una variable retardada, pero agrega la función MAX para evitar valores negativos que carecen de sentido biológico. La ecuación MORT_N estima el número de vicuñas adultas muertas en función de DISPAST y si el resultado fuere negativo lo reemplazaría por el valor cero.

La segunda variable de estado (PASTC1), pastos del primer consumo, expresa el ingreso de pastos (ING) descontando los destinados al consumo de los animales domésticos (ovinos, PASTC1) en la RNPG y expresado en kilogramos de masa seca (kgMS) durante un año. La tercera variable de estado, PASTC2 (pastos del segundo consumo), relaciona los pastos después del consumo de los ovinos (POSTOVN) y los pastos destinados al consumo de las vicuñas (POSTVIC) en la RNPG; está expresada en kg de MS durante un año.

Con relación a las variables auxiliares, el modelo incluyó nueve variables auxiliares, tres de ellas relacionadas al componente abiótico, dos relacionadas a las vicuñas y cuatro relacionadas a los ovinos (animales domésticos).

Entre las variables relacionadas al componente abiótico se tiene a la precipitación (PP, expresada en mm/año), que algunas veces se ha ingresado a través de una tabla de valores y en otras mediante un valor constante o con una función RANDOM, dependiendo del análisis que se estuviera desarrollando; la producción primaria neta (PPN, expresada en kgMS/ha/año), permitió estimar los valores para la PPN a través de la ecuación de mejor ajuste de Sánchez (1997), la misma que estuvo en función de la precipitación (PP). Finalmente, la producción primaria neta en la Reserva Nacional de Pampa Galeras (PPNRNPG, expresada en kgMS/año) estimó la disponibilidad de pasto en kg de MS anual; este último resultó de multiplicar el valor de la Producción Primaria Neta (PPN) por la extensión de la pradera de la RNPG en la que se desarrolla el análisis (4,448 ha).

Las variables relacionadas a las vicuñas fueron: DISPAST (expresada en kgMS/día/ind) que estima la disponibilidad de pasto en kg de materia seca después del consumo de los ovinos; aquello se obtuvo al dividir PASTC2 (Producción Primaria Neta de la RNPG descontándose el consumo de los ovinos (CONSOVN)) entre el número de días del año y el número de vicuñas (N) (Sánchez, 1997); y el consumo de pasto de vicuñas CVIC (expresada en kgMS/año) explica el consumo de pastos de la población de vicuñas durante un año; para ello se multiplicó la disponibilidad de pasto de las vicuñas por el tamaño de la población de vicuñas (N), y el número de días de permanencia en el año.

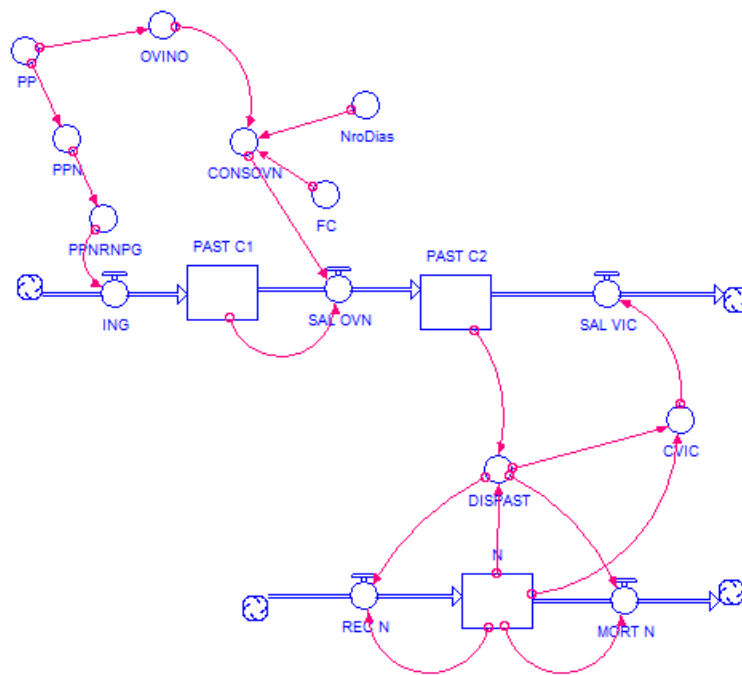
Las variables relacionadas a los ovinos fueron la población de ovinos (OVINO, expresada en número de ovinos), cuya variación en el tiempo estuvo en función a la precipitación, se obtuvo a través de una ecuación de mejor ajuste; el consumo de pasto de ovinos CONSOVN (expresada en kgMS/año) representó el consumo de la población de ovinos durante un año. Este último proviene de multiplicar el peso vivo promedio de ovinos pastoreando en praderas andinas (20Kg), por el consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo (FC: 3%), (San Martín y Bryant, 1987), y el tiempo promedio de permanencia en la RNPG (NDIA: 267 días) y la población de ovinos que habitan en la RNPG.

Se ha utilizado el método de integración de Runge-Kutta de segundo orden debido a la existencia de demoras y de relaciones no lineales en el modelo, los que a su vez, hacían esperar comportamientos oscilantes, situación última en la que el método de Euler generó errores que además se acumulan (Richmond y Peterson, 1992). El intervalo de integración (DT) considerado fue de 0,25.

El horizonte de tiempo para la simulación del modelo ha sido de 30 años, excepto para el escenario de sequia y de exceso de agua. No se ha considerado tiempos mayores debido a que no parece probable el mantenimiento de las condiciones del modelo ni de su entorno sin evolucionar durante tiempos mayores. Para el efecto, se ha seguido el mismo procedimiento de Sánchez (1997). Más aun, en la actualidad se desconoce, con exactitud, las consecuencias del cambio climático sobre la vida de los animales silvestres (vicuñas), animales domésticos (ovinos) de la pradera y del hombre mismo.

En si el modelo se sustenta en base a lo expuesto por Fritz *et al.* (2002), que en los ecosistemas con abundancia de herbívoros, la estructura de la comunidad estaría determinada por la precipitación pluvial y la cantidad y calidad de la producción primaria; ya que los diferentes gremios tróficos de las comunidades de ungulados reaccionan de manera diferente a las variabilidades en la abundancia y calidad de las plantas. Sobre el particular, Flórez y Malpartida (1987) señalan que el número máximo de animales que pueden ser pastoreados en una hectárea de pastizal es el número que esta hectárea puede soportar durante la estación de año menos productiva, o sea el pastizal se debe manejar en función a las eventualidades de la pradera.

Figura 3.3: Diagrama Stella del modelo empleado para simular el comportamiento de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG. (Ecuaciones en Cuadro 3.2)



Cuadro 3.2: Ecuaciones utilizadas en el modelo.

Variables de estado

$$N(t) = N(t - dt) + (REC_N - MORT_N) * dt$$

(Valor inicial) $N = 2468$

Flujos de entrada

$$REC_N = N*(0.330724*EXP(-0.975985/DELAY(DISPAST,1)))$$

Flujos de salida

$$MORT_N = N*(MAX(0,(0.194909-0.085801*LOGN(DELAY(DISPAST,3))))))$$

Variables de estado

$$PASTC1(t) = PASTC1(t - dt) + (ING - POSTOVN) * dt$$

(Valor inicial) $PASTC1 = ING$

Flujos de entrada

$$ING = PPNRNPG$$

Flujos de salida

$$POSTOVN = PASTC1-CONSOVN$$

Variables de estado

$$PASTC2(t) = PASTC2(t - dt) + (POSTOVN - POSTVIC) * dt$$

(Valor inicial) $PASTC2 = POSTOVN$

Flujos de entrada

$$POSTOVN = PASTC1-CONSOVN$$

Flujos de salida

$$POSTVIC = CVIC$$

Variables auxiliares

$$CVIC = N*DISPAST*365$$

$$DISPAST = PASTC2/(365*N)$$

$$OVINO = (MAX(0,(-1.1169*DELAY(PP,1)+911.46)))$$

$$CONSOVN = (20*FC)*OVINO*NDIA$$

$$FC = 0.03$$

$$NDIA = 267$$

$$PPN = 2.7145*(PP^{0.78797})$$

$$PPNRNPG = PPN*4448$$

$$PP = \text{Tabla (Ver Cuadro 3.2.1)}$$

3.4. DE LAS RELACIONES -ECONÓMICAS ENTRE VICUÑAS Y OVINOS

3.4.1. De la construcción del modelo

En el Perú, desde la creación del Proyecto Especial de Utilización Racional de la Vicuña (PEURV) y de la Reserva Nacional Pampa Galeras, el manejo de esta especie silvestre se viene dando bajo condiciones de silvestría y semicautiverio; ésta decisión política ha sido continuada y reforzada por el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS).

Entre las principales actividades comprendidas en el manejo de la vicuña, bajo la condición señalada, destacan el control y vigilancia, el chaku de vicuñas y el control sanitario. El control y vigilancia es el pilar del manejo, pues garantiza la tranquilidad para el desarrollo de las poblaciones de vicuñas que existen, protegiéndolas de todo tipo de caza furtiva. El grupo de control y vigilancia esta constituido por personal calificado y capacitado periódicamente, el cual esta implementado con los equipos necesarios para cumplir con sus

funciones. La captura y esquila se realiza preservando la vida de la vicuña, para ello utiliza materiales de campo y equipos de esquila, solo para obtener la fibra de vicuña, y está a cargo de personas calificadas. Y, el control sanitario es constante para las poblaciones de vicuñas.

El enfoque de la presente investigación ha tomado como base el manejo establecido por la autoridad competente, crianza bajo semicautiverio. En este sentido, para cumplir con el análisis del objetivo económico ha utilizado los Módulos de Uso Sustentable – MUS descritos en Sánchez, (1997), que implicó la instalación de cercos permanentes en una superficie de 1 000 ha, la misma que fue una política implementada por el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos – CONACS, desde el año 1997.

El modelo económico es un añadido a la sección biológica de la interacción entre las poblaciones de vicuñas y ovinos, analizado en 3.3, con las siguientes particularidades:

Se presenta un flujo de beneficios, resultado de los ingresos y costos de la producción de vicuñas y animales domésticos. El compartimiento BENEFICIOS tiene como flujo de entrada a los ingresos globales (INGRESO) y como flujo de salida a los costos globales (COSTO); el modelo se inicia con un valor que implica la diferencia de ambas variables que evoluciona en el tiempo.

Los ingresos provienen de dos fuentes: el primero relacionado a los ingresos de las vicuñas (ING_VIC) y el segundo a los ingresos de los ovinos (ING_OVN). Los ingresos de las vicuñas (ING_VIC) provienen de la producción de fibra, lograda vía la esquila de los animales vivos; sin embargo, para el modelo se ha supuesto la esquila del 30% de la población; esto equivale a esquilar un animal cada tres años; y se ha considerado un rendimiento de fibra de 180 g/vicuña/esquila. En cambio, los ingresos de ovinos (ING_OVN), se ha incorporado dos fuentes: la primera corresponde a la saca o extracción de ovinos (producción de carne), que al 15% de la población de ovinos; y luego se multiplicó por el rendimiento, expresado en kg de peso vivo del ovino. La segunda corresponde a la esquila (producción de lana), que equivale al número de ovinos por el precio de la lana. Asimismo se consideró la producción de cueros, en un 50% del rebaño, que se destinó para dicho propósito.

En todos los casos, sean especies o productos o ingresos o costos, los montos fueron transformados a dólares americanos.

Los costos estuvieron relacionados únicamente a la producción de fibra de vicuña, dado que la producción de ovinos, se enmarca dentro de la economía campesina.

Como señala Gonzales de Olarte (1986) en la economía familiar la estrategia es sobrevivir el presente más que prosperar en un futuro bastante incierto, siendo las características de que tanto la agricultura como la ganadería las principales fuente de ingreso para la familia.

Además, Kuit (1990) señala que los ovinos son destinados al autoconsumo, dirigido principalmente a épocas de encuentro y donde existe un motivo definido, mientras que el ganado vacuno es destinado al mercado.

Como señalan Ramírez y Foster (2003) el costo de oportunidad del trabajo familiar en el área rural es menor que el costo de la mano de obra contratada principalmente a la diferencia con el salario de mercado y a los costos de transacción involucrados.

Asimismo Trivelli *et al.* (2009) señalan que dentro de los factores que afectan directamente a la rentabilidad de los pequeños productores de la sierra, se encuentra los altos costos de transacción que enfrentan dichos agentes para vincularse a los mercados de productos, así como las asimetrías en la distribución de información.

Los costos para la producción de fibra de vicuña, fueron divididos en base a las principales funciones y/o actividades básicas y constituyeron en 3 fuentes: relacionado a los cercos (COSTO CERCO), los costos de control (COSTOS CONTROL) y los costos de captura (COSTO CAPTURA). Cabe indicar que, el horizonte de tiempo se relaciona al tiempo de vida de las mallas, que es uno de los principales bienes referentes, teniendo así una duración de 15 años para el proyecto.

El costo de cerco no considera costo de salvamento. Asimismo este costo ha sido calculado incorporando el costo de instalación del cerco (COST INST CERCO) y el mantenimiento del cerco (MANT CERCO), dado que los MUS consideran un área de 1 000 ha, se calcula el perímetro del cerco, la misma que será necesaria para el cálculo de los costes mencionados.

El costo de control considera que la presencia de un guarda-parque por cada MUS es que sean de alrededor de 1 000 hectáreas e incorpora el equipo necesario para los guarda-parques (EQUIPOS GUARDAPARK), el mantenimiento del equipo (MANTENIM EQUIPO) y la mano de obra relacionada a la vigilancia (JORNAL CONTROL).

El costo de captura está relacionado a la esquila, el mismo que involucra los costos de la malla, costo de la instalación de la malla y el costo del chaku, donde se considera un chaku por cada 500 hectáreas.

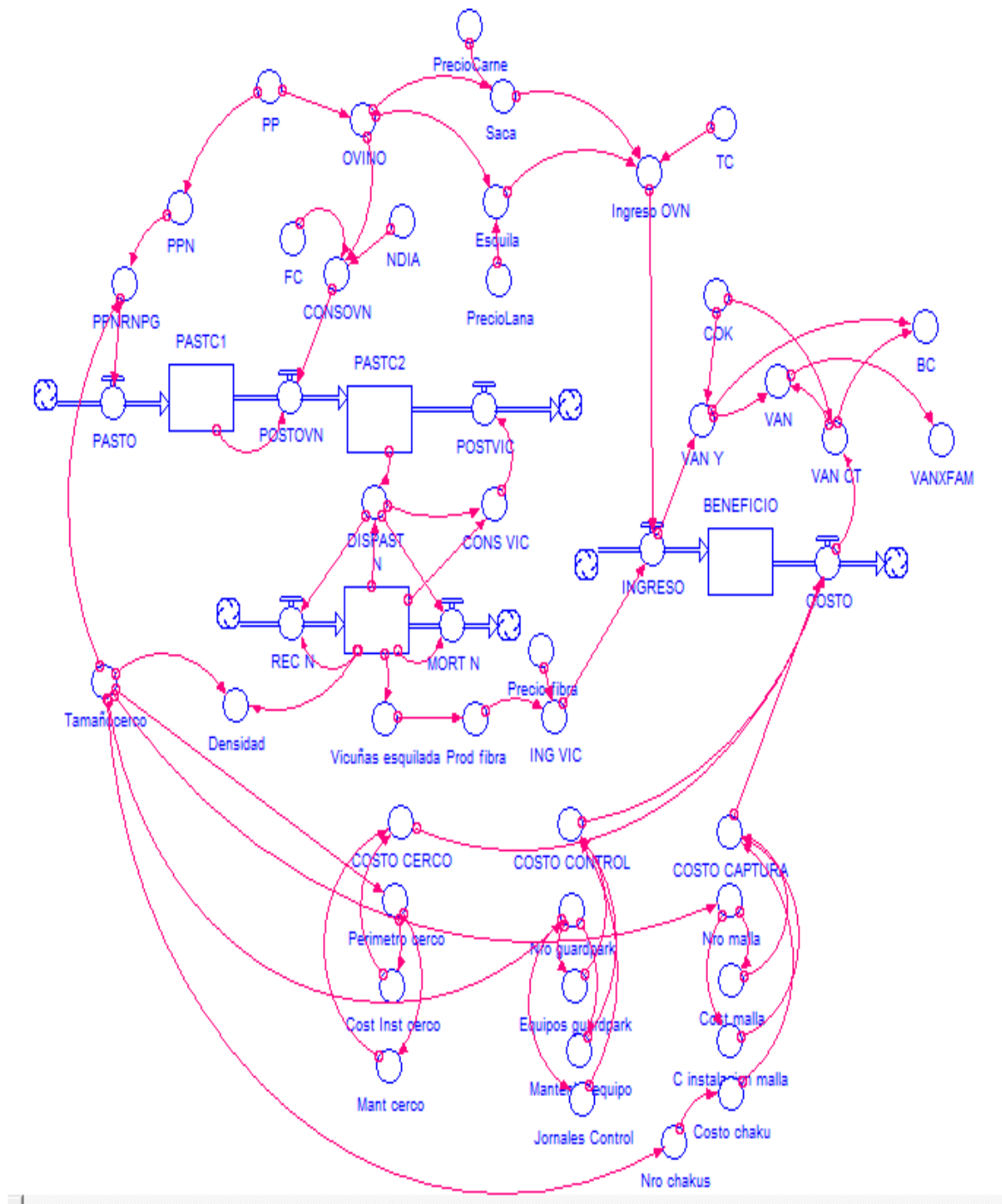
Las actividades relacionadas al trabajo comunal no remunerado de la comunidad fueron considerados en los costos que las involucran, además no se consideró el costo de terreno, dado que este sería el aporte de la comunidad, además en la actualidad la comunidad no percibe ningún ingreso por concepto de uso de pastos de las vicuña. Los gastos administrativos no fueron considerados, dado que ello dependería de la experticia de la organización que lleve a cabo la inversión, pero si lo fuere se consideraría sería como un costo fijo a lo largo del horizonte del proyecto.

Finalmente, entre las variables auxiliares correspondientes a los indicadores económicos como los ingresos y costos, fueron la tasa de descuento (COK) del 14% establecida por el Sistema Nacional de Inversión Pública para flujos nominales; la misma que ayudó al cálculo del valor actual neto de los beneficios (VAN PYT) y la correspondiente razón beneficio costo (B/C); para ello, previamente se calculó el valor actual de los costos e ingresos, al 14% para cada periodo de tiempo. Otra variable incorporada fue el valor actual neto de los beneficios por familia, que implicó el VAN por el número de familias de la zona rural de Lucanas.

Para los resultados, se consideró tanto la estocasticidad ambiental, expresada en la variación de la precipitación, como la estocasticidad económica, expresada en la variación de los precios de la fibra de vicuña. Por tanto se analizó el VAN, Razón B/C Y VAN por familia, que mostraran el comportamiento en el tiempo.

Para las simulaciones cuando hubo la existencia de una variable aleatoria se realizó 100 corridas del modelo y sus correspondientes histogramas y probabilidades hasta que la variable de interés alcance determinados valores.

Figura 3.4: Diagrama Stella del modelo empleado para simular el comportamiento económico entre las poblaciones de vicuñas y ovinos en la RNPG. (Ecuaciones en Cuadro 3.3)



Cuadro 3.3: Ecuaciones del modelo.

PARTE BIOLÓGICA

Variables de estado

$$N(t) = N(t - dt) + (REC_N - MORT_N) * dt$$

(Valor inicial) $N = 2468$

Flujos de entrada

$$REC_N = N*(0.330724*EXP(-0.975985/DELAY(DISPAST,1)))$$

Flujos de salida

$$MORT_N = N*(MAX(0,(0.194909-0.085801*LOGN(DELAY(DISPAST,3))))))$$

Variables de estado

$$PASTC1(t) = PASTC1(t - dt) + (ING - POSTOVN) * dt$$

(Valor inicial) $PASTC1 = ING$

Flujos de entrada

$$ING = PPNRNPG$$

Flujos de salida

$$POSTOVN = PASTC1-CONSOVN$$

Variables de estado

$$PASTC2(t) = PASTC2(t - dt) + (POSTOVN - POSTVIC) * dt$$

(Valor inicial) $PASTC2 = POSTOVN$

Flujos de entrada

$$POSTOVN = PASTC1-CONSOVN$$

Flujos de salida

$$POSTVIC = CONS_VIC$$

Variables auxiliares

$$CONS_VIC = 0.0151*50*N*365$$

$$DISPAST = PASTC2/(365*N)$$

$$OVINO = (MAX(0,(-1.1169*DELAY(PP,1)+911.46)))$$

$$CONSOVN = (20*FC)*OVINO*NDIA$$

$$FC = 0.03$$

$$NDIA = 267$$

$$PPN = 2.7145*(PP^0.78797)$$

$$PPNRNPG = PPN*4448$$

PP = Tabla (Ver Cuadro 2)

PARTE ECONÓMICA

Variables de estado

$$BENEFICIO(t) = BENEFICIO(t - dt) + (INGRESO - COSTO) * dt$$

(Valor inicial) $BENEFICIO = INGRESO-COSTO$

Flujos de entrada

$$INGRESO = Ingreso_OVN+ING_VIC$$

Flujos de salida

$$COSTO = COSTO_CAPTURA+COSTO_CERCO+COSTO_CONTROL$$

Variables auxiliares relacionadas a:

1. Ingresos vicuñas

$$Prod_fibra = Vicuñas_esquilada*0.180$$

$$Precio_fibra = 412$$

$$Vicuñas_esquilada = N*(0.3)$$

$$ING_VIC = Precio_fibra*Prod_fibra$$

2. Ingresos ovinos

$$\text{Esquila} = 0.50 * \text{OVINO} * (\text{PrecioLana} * 4 + 2)$$

$$\text{TC} = 3.3$$

$$\text{Ingreso_OVN} = (\text{Saca} + \text{Esquila}) / \text{TC}$$

$$\text{PrecioCarne} = 8$$

$$\text{PrecioLana} = 0.50$$

$$\text{Saca} = 0.15 * \text{OVINO} * \text{PrecioCarne}$$

3. Costos vicuñas

En cercos

$$\text{COSTO_CERCO} = \text{Cost_Inst_cerco} + \text{Mant_cerco}$$

$$\text{Cost_Inst_cerco} = \text{IF}(\text{TIME} < 1) \text{ THEN } (2040 * \text{Perimetro_cerco} + 220 * \text{Perimetro_cerco}) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{Mant_cerco} = \text{IF}(\text{TIME} \geq 1) \text{ THEN } (306 * \text{Perimetro_cerco} + 3.6 * \text{Perimetro_cerco}) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{Perimetro_cerco} = 2 * \pi * (\text{SQRT}((\text{Tama\~{n}ocerco} * 10000) / \pi)) / 1000$$

En control

$$\text{COSTO_CONTROL} = \text{Equipos_guardpark} + \text{Jornales_Control} + \text{Mantenim_equipo}$$

$$\text{Equipos_guardpark} = \text{IF}(\text{TIME} < 1) \text{ THEN } (3300 * \text{Nro_guardpark}) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{Jornales_Control} = \text{Nro_guardpark} * 3600$$

$$\text{Mantenim_equipo} = \text{IF}(\text{TIME} \geq 1) \text{ THEN } (330 * \text{Nro_guardpark}) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{Nro_guardpark} = \text{ROUND}(\text{Tama\~{n}ocerco} / 1000)$$

En captura

$$\text{COSTO_CAPTURA} = \text{Costo_chaku} + \text{Cost_malla} + \text{C_instalacion_malla}$$

$$\text{Costo_chaku} = \text{IF}(\text{TIME} \geq 1) \text{ THEN } (\text{Nro_chakus} * 343) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{Cost_malla} = \text{IF}(\text{TIME} < 1) \text{ THEN } (\text{Nro_malla} * 2543) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{C_instalacion_malla} = \text{IF}(\text{TIME} < 1) \text{ THEN } (343 * \text{Nro_malla}) \text{ ELSE } (0)$$

$$\text{Nro_chakus} = \text{ROUND}(\text{Tama\~{n}ocerco} / 500)$$

$$\text{Nro_malla} = \text{Tama\~{n}ocerco} / 1000$$

4. Indicadores

$$\text{BC} = \text{VAN_Y} / \text{MAX}(1, \text{VAN_CT})$$

$$\text{VANXFAM} = \text{VAN} / 256$$

$$\text{VAN} = \text{VAN_Y} - \text{VAN_CT}$$

$$\text{Beneficio_Pyt} = \text{INGRESO} - \text{COSTO}$$

$$\text{VAN_CT} = \text{NPV}(\text{COSTO}, \text{COK}, \text{TIME})$$

$$\text{VAN_Y} = \text{NPV}(\text{INGRESO}, \text{COK}, \text{TIME})$$

5. Data adicional

$$\text{COK} = 0.14$$

$$\text{Tama\~{n}ocerco} = 4448$$

$$\text{Densidad} = \text{N} / \text{Tama\~{n}ocerco}$$

$$\text{PPNRNPG} = \text{PPN} * \text{Tama\~{n}ocerco}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CARACTERIZACION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

4.1.1 De la Precipitación

Para la investigación, la precipitación (PP) es una variable importante dado que ejerce efectos directos sobre la vida de los herbívoros domésticos y silvestres y la productividad primaria neta; sus estadísticos descriptivos por meses para la RNPG para el periodo de 1966 a 1986 se muestran en el Cuadro 4.1.1.

Cabe indicar que la media de la precipitación mensual varía notablemente a lo largo del año con valores altos en los meses de enero, febrero y marzo, y valores bajos durante mayo a noviembre, y valores de transición para abril y diciembre.

Cuadro 4.1.1: Estadísticos descriptivos de la precipitación por meses en la RNPG

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
M	110.1	118.1	118.7	36.5	5.0	2.7	1.5	3.0	8.2	14.3	15.3	50.9
MED	95.5	98.1	116.9	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	3.2	11.1	37.5
D.S.	67.6	76.0	41.4	26.4	9.2	6.4	5.9	7.9	9.6	18.5	19.0	38.9
C.V.	0.6	0.6	0.3	0.7	1.8	2.4	3.9	2.6	1.2	1.3	1.2	0.8
MIN	1.0	12.1	47.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
MAX	251.1	289.4	177.6	93.8	39.0	22.4	27.3	36.0	32.8	52.8	66.5	145.6

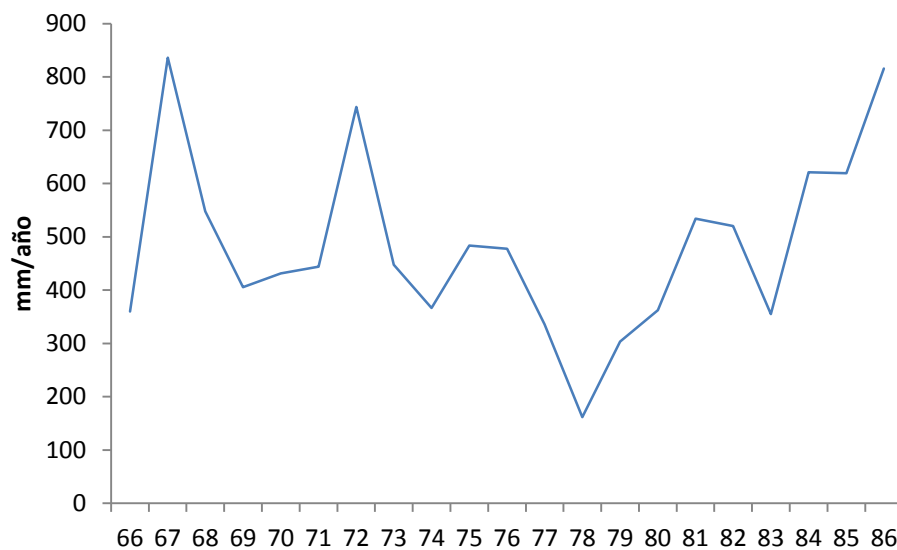
M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variabilidad, MIN= Mínimo y MAX= Máximo.

El Cuadro 4.1.2 y la Figura 4.1.1, muestran la evolución de la precipitación anual en la Reserva desde 1966 a 1986, la cual muestra cambios abruptos en el tiempo con valores máximos que alcanzan 836.2 y 815.9 mm/año registrados en 1967 y 1986, respectivamente y el valor mínimo registrado de 161.7 mm/año el año 1978, la media de la serie es 484.4 mm/año y la variabilidad de la serie es 35%, lo cual permite indicar que la precipitación anual mostró un comportamiento aleatorio en el tiempo, el mismo es conocido como ruido blanco, tal como describe Sánchez (1997).

Cuadro 4.1.2: Estadísticos descriptivos de la precipitación anual en la RNPG

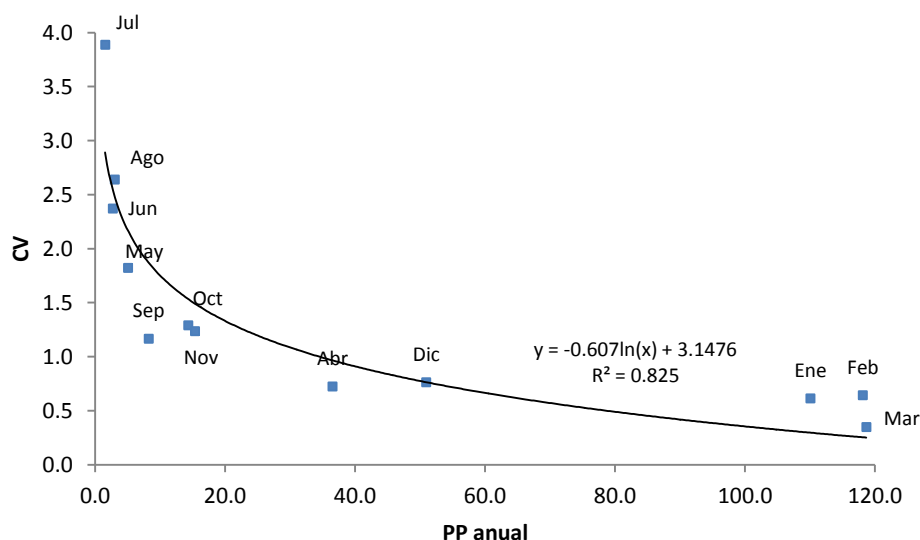
	Media	DS	CV	Max	Min
PP	484.4	169.9	35%	836.2	161.7

Figura 4.1.1: Evolución de la precipitación anual en la RNPG durante 1966 a 1986



Asimismo, la relación entre la precipitación anual y su coeficiente de variación temporal es inversa, es decir, durante la época húmeda –enero a marzo– se da el mayor nivel de precipitación con una poca variabilidad: mientras que durante la época seca – junio a noviembre- se da el menor nivel precipitación con una alta variabilidad, y existen las épocas de transición, representados por abril y diciembre, los cuales son la entrada o inicio de época seca y húmeda, respectivamente(Figura 4.1.2).

Figura 4.1.2: Relación entre la precipitación promedio mensual y el coeficiente de variabilidad anual (CV) temporal para la RNPG. 1966 a 1986



A modo de conclusión, la precipitación anual muestra un comportamiento muy variable en el tiempo, lo cual es comparable al ruido blanco; mientras que a nivel mensual existe una clara diferencia entre meses de alta precipitación (época de lluvias) que se caracteriza por

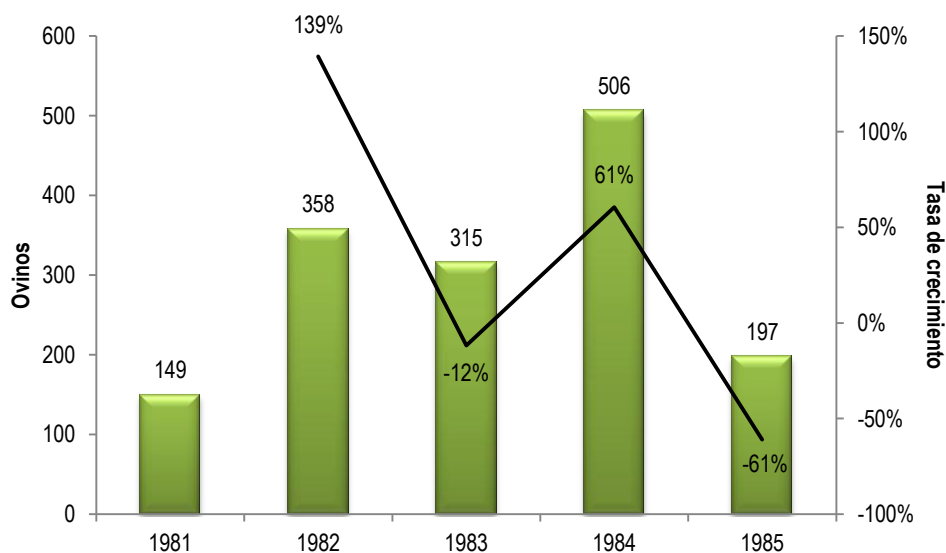
una variabilidad baja y comprende de enero a marzo, y los meses de baja precipitación (época seca) con alta variabilidad y que van de mayo a noviembre; siendo abril y diciembre los meses de transición entre las dos épocas.

4.1.2. De los ovinos

4.1.2.1. Crecimiento interanual

El Cuadro 4.1.3 muestra la evolución de la población anual de ovinos por sectores y global. A su vez, se muestra las correspondientes tasas de crecimiento interanual; asimismo la Figura 4.1.1 muestra la evolución de la población total de ovinos en la Reserva.

Figura 4.1.3: Evolución de la población total de ovinos y tasa de crecimiento en la RNPG. Periodo: 1981-1985



El comportamiento de las tasas de crecimiento interanual de los sectores y la población total presentan grandes fluctuaciones, los que son amplias y/o pequeñas y muestran valores positivos y negativos en el tiempo. Ello debido a la diferente utilización de la pradera en los diversos sectores de la Reserva para la alimentación de la población de ovinos durante el periodo de estudio. Así por ejemplo, en algunos sectores se utiliza esporádicamente (Janjollay y Vacahuasi) y en otros de manera permanente (los demás sectores, excepto Jochanga y Yuracrumi); aunque, el uso de la RNPG para la alimentación de los animales domésticos, principalmente los ovinos, es de carácter temporal desde enero hasta junio.

Todo aquello permite inferir que el comportamiento de las tasas de crecimiento interanual de ovinos es errático entre años y sectores. Es probable que dicho comportamiento guarde relación con la disponibilidad de pastos naturales en la RNPG, lo que, a su vez, depende del nivel de precipitación pluvial.

El comportamiento de las tasas de crecimiento interanual mostró incrementos extremadamente abruptos en los tres primeros periodos interanuales; ocurriendo ello en los sectores de Incahuasi (630%), Sancaypampa (981%), Chaquiquishuar (710%), Ferrohuinco (417%), y Jochanga (481%); y moderadamente abruptos en Yuracrumi (171%). Asimismo, hubo decrementos en el segundo y tercer periodo interanual.

Un aspecto importante, a nivel global, es el comportamiento fluctuante pero con un patrón de crecimiento y decrecimiento sistemático; lo cual implicaría señalar que existe una compensación entre el comportamiento errático de las subpoblaciones (sectores) que brindarían cierta predictibilidad y estabilidad en el comportamiento del total poblacional.

En el pasado, según Recharte *et al.* (2002) y Wheeler (2009), la zona altoandina estuvo extensamente cubierta por bosque; y fue, a la llegada del hombre a América, que el paisaje andino empezó a cambiar aceleradamente debido al fuego y a la cacería; allí, los camélidos iniciaron la demanda por mayores extensiones de pastizales. Más tarde la introducción de especies exóticas, traído por los españoles, como el ovino se adaptaron al ecosistema andino e incrementaron la demanda de mayor biomasa vegetal.

Cuadro 4.1.3: Evolución de la población de ovinos por sectores y la población total en la RNPG y sus correspondientes tasas de crecimiento interanual. Desde 1981-1985

Sectores	Evolución de la población de ovinos					Tasa de crecimiento interanual, %				Densidad ovn/mes/ha
	1981	1982	1983	1984	1985	1982	1983	1984	1985	
Incahuasi	58	48	24	175	6	-17	-51	630	-96	0.18
Sancaypampa	9	97	85	78	116	981	-13	-8	48	0.09
Chaquiquishuar	7	13	109	104	28	85	710	-4	-73	0.07
Ferrohuinco	20	104	23	14	22	417	-78	-38	57	0.10
Llamayzo	20	26	19	21	23	31	-28	12	9	0.07
Vacahuasi	0	0	16	11	2			-31	-85	0.02
Janjollay	2	0	0	0	0	-100				0.00
Jochanga	10	59	29	76	0	481	-50	162	-100	0.04
Yuracrumi	22	9	10	26	0	-60	6	171	-100	0.06
Total	149	358	315	506	197	139	-12	61	-61	0.07

4.1.2.2. Composición general por zonas

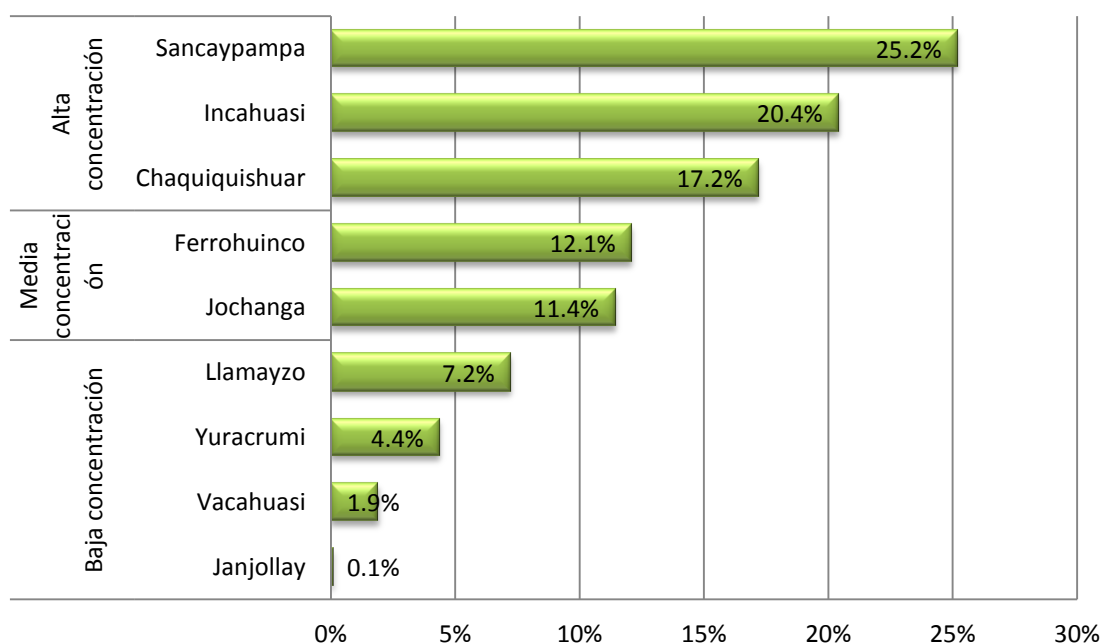
Con relación a la abundancia de animales domésticos, la concentración de ovinos de mayor a menor corresponde a Sancaypampa (25.2%), Incahuasi (20.4%), Chaquiquishuar (17.2%), Jochanga (11.4%), Ferrohuinco (12.1%), Llamayzo (7.2%), Yuracrumi (4.4%), Vacahuasi (1.9%) y Janjollay (0.1%). Esta concentración puede ser agrupada en tres tipos de zonas: alta, media y baja concentración. Resalta la zona de alta concentración que

alberga un promedio de 64 ovinos por sector y concentra al 62.8% de la población ovina; seguida de la zona de media concentración que alberga un promedio de 39 ovinos por sector y concentra al 23.5% de la población ovina; y la zona de baja concentración que alberga un promedio de 13 ovinos por sector solo concentra al 13.6%.

Con base a ello, por la cantidad de ovinos promedio anual que albergan los diversos sectores como Sancaypampa (77 ovinos/año), Chaquiquishuar (53 ovinos/año) e Incahuasi (62 ovinos/año), éstos corresponden a la zona de alta concentración; seguido de los sectores de Jochanga (35 ovinos/año) y Ferrohuinco (37 ovinos/año) que corresponden a la zona de media concentración, y finalmente los sectores de Llamayzo (22 ovinos/año), Yuracrumi (13 ovinos/año), Vacahuasi (6 ovinos/año) y Janjollay (0.3 ovinos/año) corresponden a la zona de baja concentración. Es decir, un solo sector (Sancaypampa) de alta concentración ovina alberga la cuarta parte de la población de ovinos de la RNPG; en tanto que cuatro sectores de baja concentración ovina tienen un poco más que la décima parte de la población ovina de la RNPG.

En general, las abundancias de ovinos en la RNPG reflejan el patrón de uso de la misma de parte de los pequeños productores, los que se caracterizan por su uso temporal (Enero – Junio) y concentración del ganado ovino que se asignan en cada sector. Esto refleja las diferencias en el uso del hábitat de la especie ovina a nivel de la Reserva, a causa de la acción antrópica y/o producto de la presencia de otras especies no domésticas.

Figura 4.1.4: Clasificación de los sectores de la RNPG, según nivel de concentración de ovinos promedio 1981 a 1985

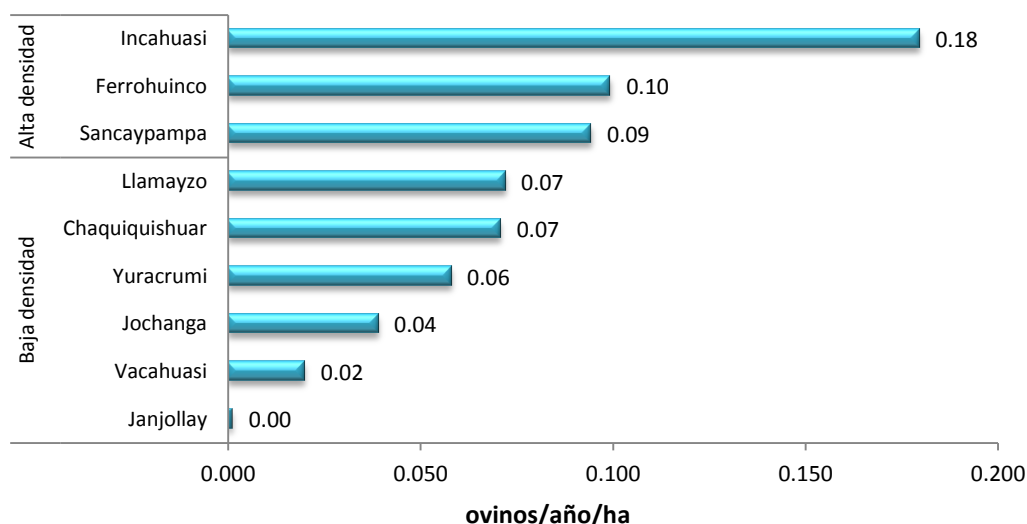


Las diferencias, en la abundancia de ovinos por sectores, estarían explicadas por las características fisiográficas inherentes a cada sector; ello da como resultado ambientes muy heterogéneos que propician la existencia de una gran variedad de organismos, incluido el hombre, debido a la disponibilidad de refugio y alimento. Como señalan, Funnell y Parish (2001), cada piso ecológico tiene distinta disponibilidad de recursos para determinadas especies de flora y fauna, los que a su vez, condicionan la organización económica - social andina, sujeta a los recursos que el ecosistema andino provee.

Respecto a la densidad poblacional de los ovinos, en Incahuasi alcanzó 0.18 ovinos/ha, Ferrohuinco 0.10 ovinos/ha y Sancaypampa 0.09 ovinos/ha, los cuales corresponden a los sectores de alta densidad poblacional en ovinos; en tanto que Llamayzo (0.07 ovinos/ha), Chaquiquishuar (0.07 ovinos/ha), Yuracrumi (0.06 ovinos/ha), Jochanga (0.04 ovinos/ha), Vacahuasi (0.02 ovinos/ha) y Janjollay (0.001 ovinos/ha) corresponden a los sectores de baja densidad poblacional, tal como se muestra en la Figura 4.1.5.

La permanencia de los ovinos en la RNPG es de carácter temporal, solo durante los 6 primeros meses del año; y está asociado a la época de lluvias y a la mayor producción de biomasa vegetal; en conjunto guardan relación con la soportabilidad de la pradera, la que se asocia a la crianza familiar de los ovinos; aunque el nivel de precipitación pluvial define el tiempo de uso de los pastizales de la Reserva para la alimentación de los ovinos.

Figura 4.1.5: Clasificación de los sectores de la RNPG, según densidad poblacional de ovinos



Por tanto, dentro de la Reserva, la concentración de ovinos es heterogénea, siendo dos sectores (Sancaypampa e Incahuasi) los de mayor concentración tanto en en abundancia como en densidad. Además, durante el año, la permanencia de los ovinos es temporal y el

promedio de permanencia fue de 267 días (8.9 meses), la misma que está asociada, principalmente, a la época de lluvias.

4.1.2.3. Sectores que dominan el sistema

El análisis de componentes principales -ACP- ha permitido ubicar los valores de la abundancia de ovinos en la RNPG tal como se presenta en el Figura 4.1.6, y los valores utilizados para el análisis se presentan en Anexo 1.

La Figura 4.1.6 muestra la abundancia mensual de ovinos por sectores distribuidos en tres zonas: La primera por Sancaypampa, la segunda conformada por Incahuasi y finalmente la tercera conformada por Chaquiquishuar, Yuracrumi, Huayllapata, Janjollay, Llamayzo, Jochanga, Ferrohuinco y Vacahuasi. En dicho análisis, el Componente 1 explica el 40.95% de la varianza y el Componente 2 el 28.11% de la varianza. En conjunto, los dos primeros componentes resultantes del ACP, explican un 69 % de la varianza (Cuadro 4.1.2); lo que permitiría justificar la selección de estos dos primeros componentes como elementos de síntesis para la interpretación de los principales procesos que controlan la dinámica temporal del sistema de uso para la alimentación de ovinos en la Reserva.

En sí, los dos primeros componentes explicarían el comportamiento del uso de los pastizales de la RNPG para la alimentación de los ovinos, lo cual estaría representado por los sectores Sancaypampa e Incahuasi que concentran al 25.2% y 20.4%, respectivamente, del ganado ovino y son sectores de alta densidad de ovinos en sus territorios (0.09 y 0.18, respectivamente). En tanto que, los demás sectores no muestran dominancia significativa debido a que pertenecen a zonas de media a baja concentración y/o densidad de población de ovinos.

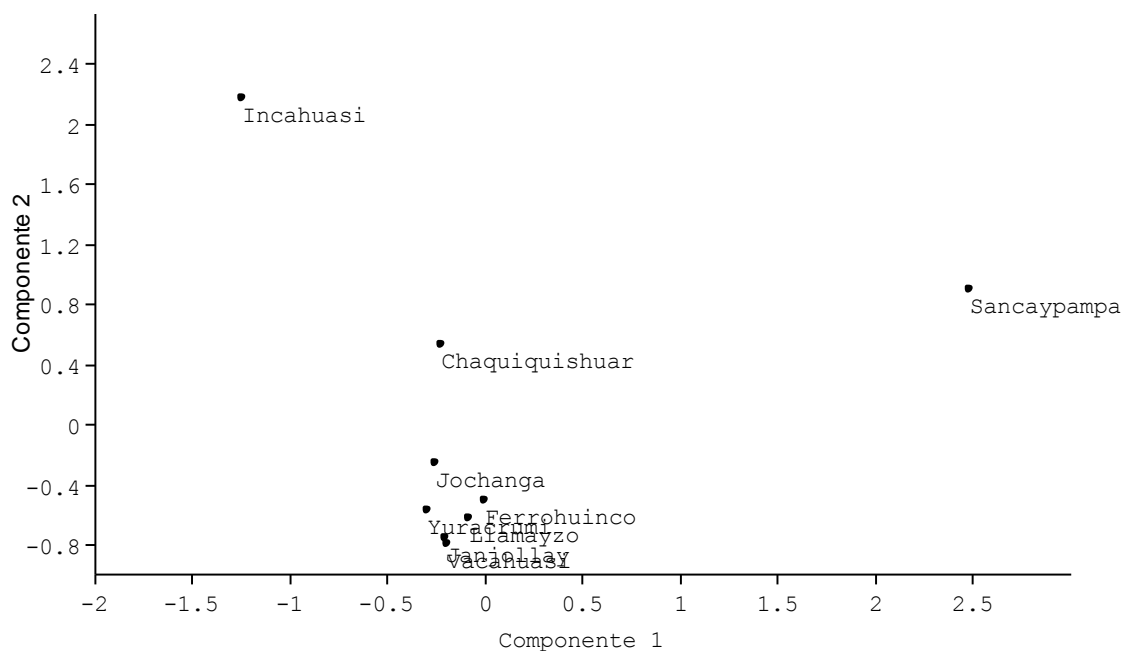
Cuadro 4.1.4: Valores propios de la matriz de correlación para los componentes principales 1 al 9. Población de ovinos enero 1981 a mayo 1986

Componente	Autovalor	% varianza
1	173874	40.952
2	119359	28.112
3	62425.9	14.703
4	28093.4	6.6167
5	22810.9	5.3726
6	9224.2	2.1725
7	6556.35	1.5442
8	2238.68	0.52727
9	2.27E-27	5.35E-31

El 40.95% de la variabilidad total, de los datos de partida, se explica mediante el primer componente (CI) que muestra una covariancia positiva elevada con el sector de Sancaypampa y, con las demás variables de estudio, muestra una covariancia negativa baja. Mientras, el segundo componente (CII) explica el 28.11 % de la varianza total de los datos iniciales. Las covarianzas entre CII y las variables estudiadas son positivas con Incahuasi (2.15), Sancaypampa (0.88) y Chaquiquishuar (0.51), en tanto que, con los demás sectores, las covarianzas son menores y negativas.

La Figura 4.1.6 evidencia que Incahuasi y Sancaypampa, inclusive Chaquiquishuar, muestran mayor heterogeneidad respecto a los demás sectores; es decir, estos últimos muestran mayor homogeneidad entre ellos.

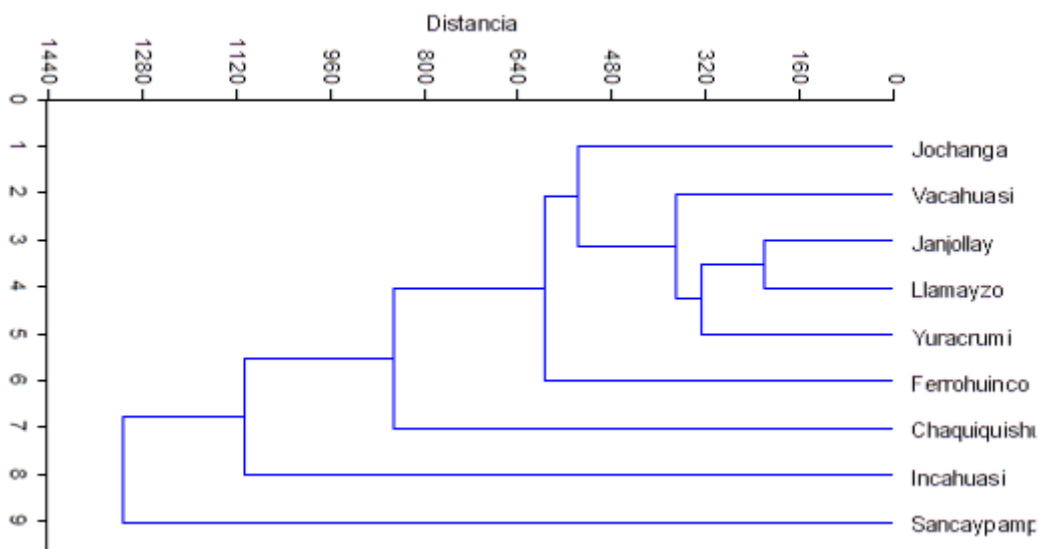
Figura 4.1.6: Componente 1 y 2 del ACP de los sectores de la RNPG para la población de ovinos – enero 1981 – mayo 1986



La Figura 4.1.7, que muestra el dendrograma entre sectores de la RNPG, corrobora la afirmación señalada anteriormente; de que los sectores Sancaypampa, Incahuasi y Chaquiquishuar muestran una asociación distinta de los demás sectores. Mientras que, los sectores de Ferrohuinco, Yuracrumi, Llamayzo, Janjollay, Vacahuasi y Jochanga muestran un comportamiento semejante entre ellos. A su vez, en el dendrograma, elaborado con los datos de abundancia mensual de los ovinos, se distinguen cuatro asociaciones: la primera asociación incluye a seis sectores conformados por Jochanga, Vacahuasi, Janjollay, Llamayzo, Yuracrumi y Ferrohuinco; al interior de la primera asociación se distinguen claramente del sector de Ferrohuinco. De la segunda a la cuarta asociación -se muestran

sectores individuales-; la segunda asociación incluye al sector de Chaquiquishuar, la tercera asociación incluye al sector de Incahuasi, y finalmente, la cuarta asociación incluye al sector de Sancaypampa.

Figura 4.1.7: Dendrograma de los 10 sectores de la RNPG. (Matriz de abundancia de ovinos – Enero 1981 – mayo 1986). Medida de similaridad: Distancia Euclidea (*Zona de Huayllapata no contiene ningún valor)



Por tanto, en base al análisis de ACP, se llegó a una lista preliminar de zonas altas, media y baja dominancia, donde las abundancias muestran agregaciones a nivel temporal y espacial. Estos sectores fueron distribuidos según se muestra en el Cuadro 4.1.5.

Cuadro 4.1.5: Zonas indicadoras de dominancia para el ganado ovino en la RNPG según análisis multivariado. Enero 1981 – Mayo 1986

Zonas	Conformados por:
Dominancia alta	Incahuasi y Sancaypampa
Dominancia media.	Ferrohuinco, Chaquiquishuar, Llamayzo, Yuracrumi, Jochanga y Vacahuasi
Dominancia baja.	Janjollay

Para la identificación de las zonas indicadoras de dominancia del sistema de la RNPG, es posible utilizar la variabilidad temporal de uso del período enero 1981 - Mayo 1986 como un criterio adicional relevante, tal como muestra la Figura 4.1.8, que relaciona la densidad media de una especie con su coeficiente de variación temporal; y en el presente caso está inversamente relacionado. Esto significa que los sectores dominantes – porque tienen mayores niveles de densidad poblacional como: Incahuasi y Sancaypampa– suelen ser las que tienen mayor constancia de uso temporal de la RNPG.

En tanto que los sectores de menor dominancia– porque tienen menores niveles de densidad poblacional como: Janjollay– suelen tener la mayor variabilidad de uso temporal.

Y, existe una zona intermedia de concentración integrada por Ferrohuinco, Chaquiquishuar, Llamayzo, Yuracrumi, Vacahuasi y Jochanga, los cuales muestran un estado intermedio de uso temporal debido a un nivel de densidad poblacional media. Este comportamiento heterogéneo es la principal característica de la pequeña agricultura de la sierra peruana que sustenta su economía en la crianza de ovinos (Caballero, 1992 y Flores, 1988).

Aquello, corrobora la afirmación de que los pequeños productores beneficiarios de la RNPG, materia del presente estudio, hacen uso temporal de la pradera de la RNPG en función a sus intereses económicos. Tal como señalan Recharte *et al.* (2002), desde hace milenios, las punas han sido explotadas y utilizadas, en primera instancia, por cazadores/recolectores, agricultores y pastores de llamas, y por grupos agropecuarios. En 12 000 años, el paso de una biomasa de grandes mamíferos constituida por cérvidos, camélidos y équidos salvajes, a otra constituida por animales domésticos (llamas, alpacas, ovinos, vacunos) han producido modificaciones en la cubierta vegetal. Por tanto, estas razones permiten creer que estos sectores deben ser analizados, con mayor detalle, en acciones futuras por ser nichos de concentración de la población de ovinos.

Cuadro 4.1.6: Estadísticos descriptivos del ganado ovino según sectores de estudio en la RNPG. Enero 1981 – mayo 1986.

Parámetros	Yurac rummy	Janjollay	Llamayzo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochanga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
M	10.1	0.2	15.9	39.9	71.4	25.6	42.7	28.2	8.3
D.S.	36.6	1.9	22.5	96.5	141.1	58.0	133.4	65.7	38.5
C.V.	3.6	8.1	1.4	2.4	2.0	2.3	3.1	2.3	4.6
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAX	200	15	80	550	800	300	800	280	280

M= media, D.S.= desviación estándar, C.V.= coeficiente de variación, MIN= mínimo y MAX= máximo.

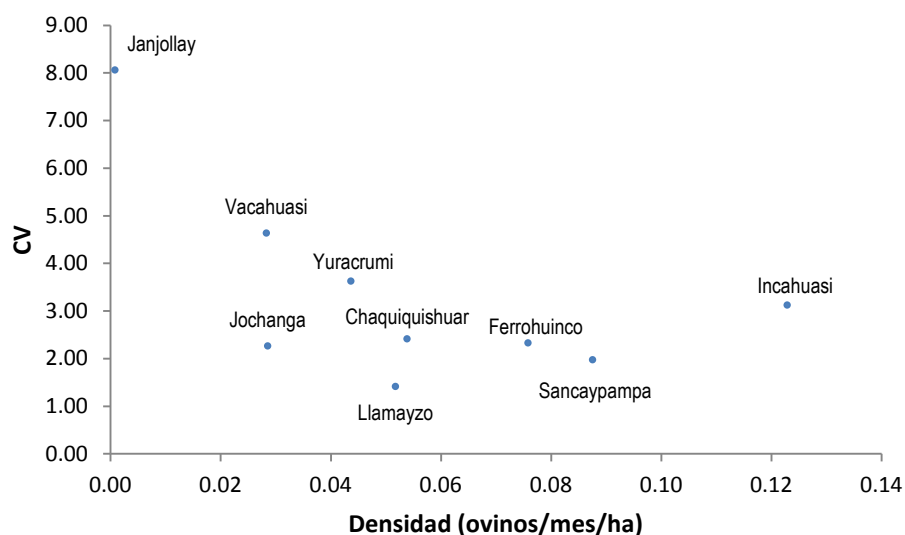
La relación entre la densidad mensual de ovinos y su coeficiente de variación temporal es inversa, es decir, existen sectores de alta concentración y poca variabilidad como Incahuasi y Sancaypampa y, por otro lado, existen sectores de baja concentración y alta variabilidad como Janjollay y Vacahuasi (Figura 4.1.8).

Lo anterior corrobora lo hallado mediante el ACP, donde sectores de alta densidad y baja variabilidad representan los componentes principales del sistema, y por ende los sectores de dominancia del mismo.

El análisis multivariante indica que los sectores dominantes del sistema, para la población de ovinos, se caracterizan por una alta densidad y poca variabilidad, y estarían

representados por Incahuasi y Sancaypampa; además existe una relación inversa entre densidad y variabilidad de los ovinos.

Figura 4.1.8: Relación entre la densidad poblacional media (ovinos/mes/ha) y el coeficiente de variabilidad (CV) temporal para los sectores de la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986



4.1.2.4. Análisis de la variación temporal por sectores

Debido a las diferencias en el patrón de ocupación espacial de los diferentes sectores por los ovinos, interesa conocer los patrones temporales de uso de variación de esta ocupación, lo cual se realiza en esta sección.

Se realizaron los correlogramas correspondientes a la evolución mensual de ovinos en la RNPG. La autocorrelación muestra dos comportamientos diferenciados, en función a su nivel de densidad: alta y baja densidad.

El primero, en las zonas de dominancia tales como Incahuasi y Sancaypampa, la evolución de la variable sugiere la presencia de un comportamiento cíclico y regular de los ovinos en la RNPG por un lapso de seis meses (de enero a junio) (Figura 4.1.9). En realidad la presencia del ovino en la Reserva está relacionada con la época de mayor producción de biomasa vegetal (época de lluvias y la primera parte de la época seca); más aún corresponde a sectores con la mayor abundancia.

A pesar que se incluyó a las dos zonas de mayor dominancia, ambas tienen patrones de comportamiento diferentes, donde el correlograma de Sancaypampa muestra un comportamiento definido en el tiempo, lo cual no ocurrió en el correlograma de Incahuasi.

El segundo comportamiento se dió en las zonas de baja densidad, tales como Ferrohuinco, Llamayzo, Chaquiquishuar, Yuracrumi, Jochanga y Vacahuasi; la evolución de la variable exhibe la característica de alternancia entre las columnas positivas y negativas de manera aleatoria, lo cual sugiere un comportamiento de ruido blanco en las poblaciones de baja densidad de ovinos en la RNPG, lo que puede apreciarse en la Figura 4.1.10.

De todo ello, se infiere que los sectores con mayor población de ovinos tienden a seguir un patrón de comportamiento definido del uso de la pradera de la Reserva; o sea, habría cierta predictibilidad para explicar dicho comportamiento. Aunque, en los sectores con poblaciones de menor concentración el patrón de comportamiento es aleatorio.

Cabe señalar que los sectores de Janjollay y Huayllapata, no muestran suficientes valores que permitan construir un correlograma para conocer el comportamiento de la serie.

Figura 4.1.9: Correlograma para la abundancia poblacional mensual de ovinos en los sectores de alta densidad: Incahuasi y Sancaypampa en la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986

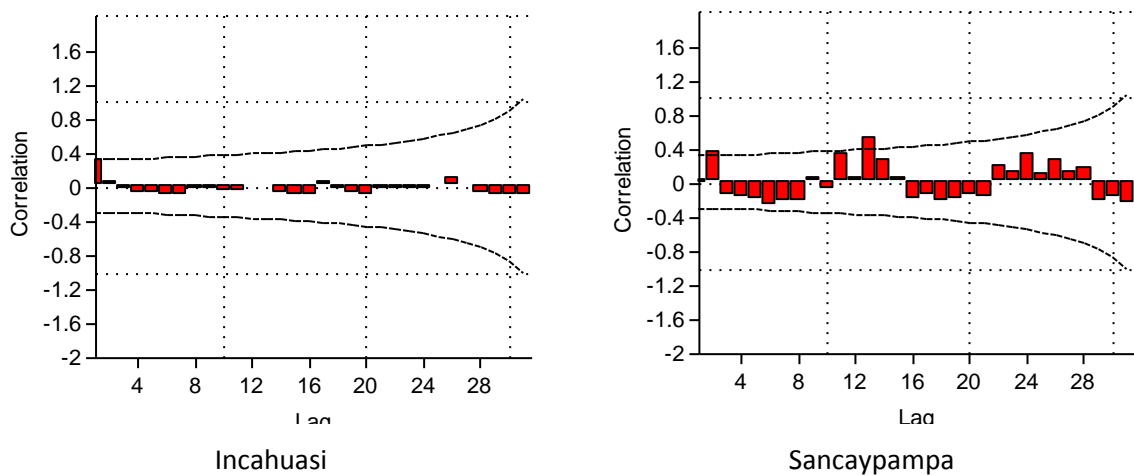
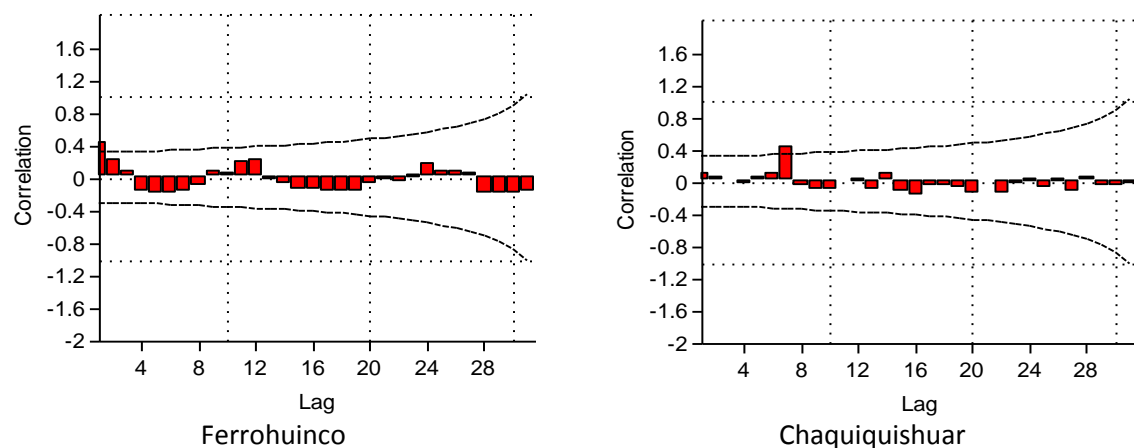
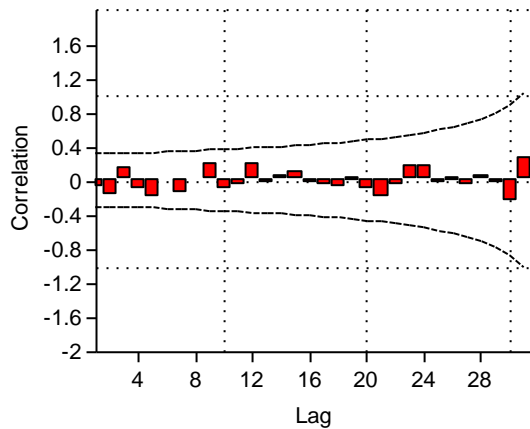
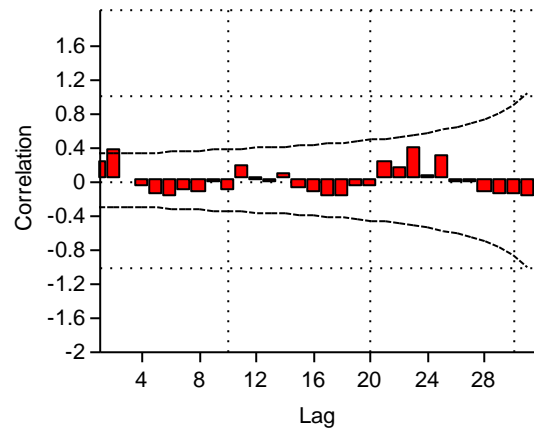


Figura 4.1.10: Correlograma para la abundancia poblacional mensual de ovinos en los sectores de baja densidad en la RNPG (Ferrohuinco, Llamayzo, Chaquiquishuar, Yuracrumi, Jochanga, Vacahuasi y Janjollay). Enero 1981 - Mayo 1986.

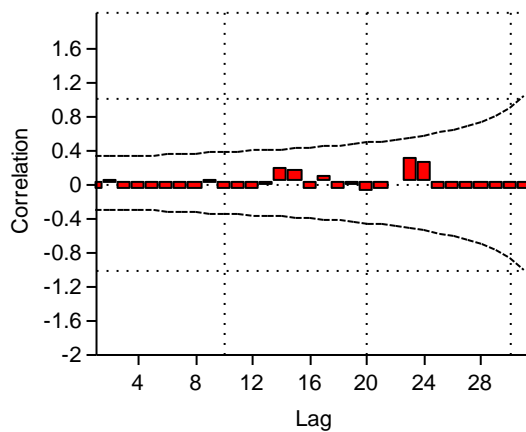




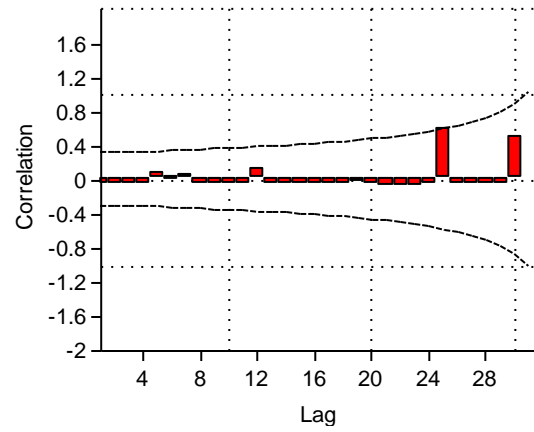
Llamayzo



Jochanga



Yuracrumi



Vacahuasi

4.1.2.5. De las correlaciones entre los patrones de variación temporal

Se realizaron las correlaciones, entre los sectores que componen la RNPG, para conocer la asociatividad entre los sectores dado que hubo diferencias entre sectores de alta y baja densidad. El Cuadro 4.1.5 muestra la matriz de correlaciones lineales construida entre las abundancias poblacionales de los diez sectores y la población total.

Los resultados de las correlaciones, muestran que solo el sector de Incahuasi tiene una correlación positiva significativa con los sectores de Chaquiquishuar ($r= 0.313$, $P= 0.011$), Jochanga ($r= 0.293$, $P= 0.018$) y Yuracrumi ($r= 0.265$, $P= 0.033$), o sea, se identificó tres pares de sectores dependientes, e Incahuasi es una zona de alta concentración que estaría influyendo positivamente, en la dinámica de los tres sectores, debido a las correlaciones positivas significativas.

En los sectores de menor densidad poblacional de ovinos predomina la correlación negativa, pero sin significado estadístico para su pertinente análisis. Esto se explicaría,

porque los sectores de baja densidad tienden a tener un comportamiento inverso respecto a los sectores de alta densidad; pero ello le permite una mayor estabilidad; a su vez, evidencian la asincronía de comportamiento de las abundancias de ovinos en los sectores de la Reserva.

Cuadro 4.1.7: Correlaciones de Pearson entre sectores y la población total (matriz diagonal superior) de ovinos en la RNPG y sus correspondientes probabilidades (matriz diagonal superior).

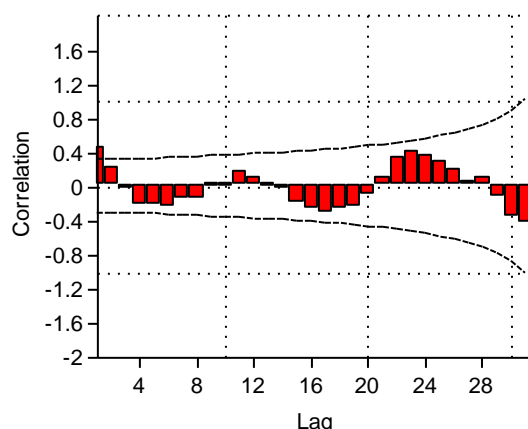
Sectores	Yuracrumy	Janjollay	Llamayzo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochanga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi	Población total
Yuracrumi		0.784	0.621	0.535	0.517	0.474	0.033	0.105	0.633	0.1067
Janjollay	-0.035		0.481	0.680	0.614	0.660	0.750	0.669	0.830	0.4216
Llamayzo	-0.062	-0.089		0.587	0.348	0.393	0.770	0.975	0.870	0.3823
Chaqui quishuar	-0.078	-0.052	0.069		0.514	0.197	0.011	0.732	0.080	0.0000
Sancaypampa	-0.082	-0.064	0.118	0.082		0.960	0.590	0.347	0.753	0.0000
Jochanga	-0.090	-0.056	-0.108	0.162	0.006		0.018	0.110	0.369	0.0002
Incahuasi	0.265	-0.040	-0.037	0.313	-0.068	0.293		0.444	0.579	0.0000
Ferrohuinco	0.203	-0.054	-0.004	-0.043	0.118	0.200	0.097		0.844	0.0015
Vacahuasi	-0.060	-0.027	-0.021	0.219	-0.040	0.113	-0.070	-0.025		0.1864
Población total	0.202	-0.101	0.110	0.579	0.517	0.444	0.649	0.386	0.166	

A modo de conclusión, los dos sectores (Sancaypampa e Incahuasi) de alta densidad de ovinos tienen comportamientos diferentes y existe dependencia significativa entre un sector de alta densidad (Incahuasi) respecto a tres sectores de baja densidad. Por tanto, exceptuando los tres pares de asociaciones, existe asincronía del comportamiento de las abundancias de ovinos entre los sectores que componen la RNPG.

A nivel del total poblacional de ovinos, el correlograma muestra un comportamiento definido (cíclico), cuya regularidad sugiere la presencia de un periodo semestral (Figura 4.1.11). Este comportamiento fue similar a lo observado en las zonas de alta densidad y dominancia. Este comportamiento definido podría ser consecuencia de la estacionalidad de la precipitación pluvial.

A nivel de las interacciones entre sectores y la población total, se observa que los cinco sectores de mayor densidad poblacional tienen una correlación positiva significativa. Como se observa en el Cuadro 4.1.5, hubo correlación significativa en Incahuasi ($r= 0.649$, $P= 0.000$), Chaqui quishuar ($r= 0.579$, $P= 0.000$), Sancaypampa ($r= 0.517$, $P= 0.000$), Jochanga ($r= 0.444$, $P= 0.000$) y Ferrohuinco ($r= 0.386$, $P= 0.002$). En tanto que los sectores de menor densidad, como Yuracrumi, Llamayzo y Vacahuasi, mostraron correlaciones positivas no significativas; y el sector de Janjollay mostró una correlación negativa no significativa.

Figura 4.1.11: Correlograma para abundancia poblacional mensual del total poblacional de ovinos en la RNPG - Enero 1981 a Mayo 1986



A modo de conclusión, el total poblacional de ovinos, muestra un comportamiento cíclico semestral, semejante al comportamiento de una zona de alta dominancia (Sancaypampa), y podría estar asociado a la estacionalidad de la precipitación pluvial. Además, aquel tiene una correlación positiva significativa con la mitad de los sectores.

4.1.2.6. Asincronía espacial en ovinos

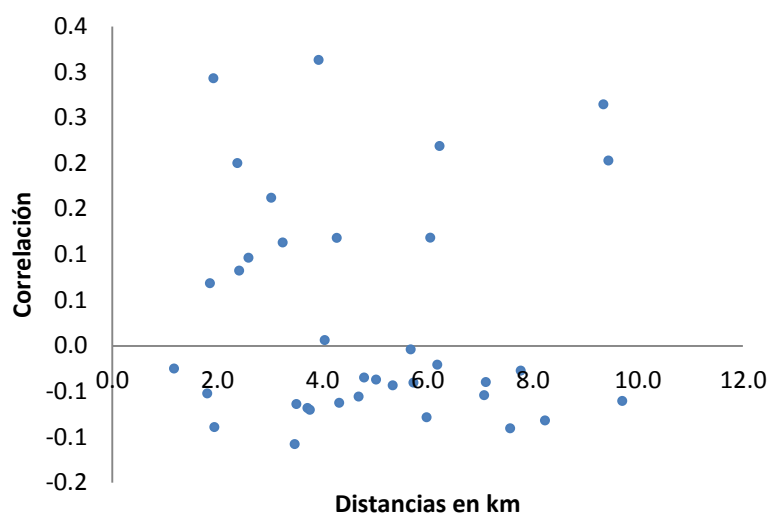
El Cuadro 4.1.11 muestra la matriz de distancia entre todos los sectores de la Reserva.

Cuadro 4.1. 8: Matriz de distancia sectores de la RNPG - Escala en km

Sectores	Yurac rummy	Huaylla pata	Janjo llay	Llamay zo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jocha nga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
Yuracrumi	0	3.1	4.8	4.3	6.0	8.2	7.6	9.3	9.4	9.7
Huayllapata	3.1	0	2.0	1.3	2.9	5.2	4.8	6.3	6.9	7.3
Janjollay	4.8	2.0	0	1.9	1.8	3.5	4.7	5.7	7.1	7.8
Llamayzo	4.3	1.3	1.9	0	1.9	4.3	3.5	5.0	5.7	6.2
Chaqui quishuar	6.0	2.9	1.8	1.9	0	2.4	3.0	3.9	5.3	6.2
Sancaypampa	8.2	5.2	3.5	4.3	2.4	0	4.0	3.7	6.0	7.1
Jochanga	7.6	4.8	4.7	3.5	3.0	4.0	0	1.9	2.4	3.2
Incahuasi	9.3	6.3	5.7	5.0	3.9	3.7	1.9	0	2.6	3.8
Ferrohuinco	9.4	6.9	7.1	5.7	5.3	6.0	2.4	2.6	0	1.2
Vacahuasi	9.7	7.3	7.8	6.2	6.2	7.1	3.2	3.8	1.2	0

En función a su distancia, la Figura 4.1.12 muestra la correlación entre sectores y una asincronía entre los sectores de la Reserva, que no podría ser atribuible a la distancia entre sectores, ya que el valor de la correlación de la densidad de ovinos entre sectores, no mostró una asociación definida con la distancia; ello implica que la correlación entre dos sectores es independiente de la distancia; o sea, obedece a otros factores no considerados en el estudio.

Figura 4.1.12: Correlación de la serie de la densidad mensual de la población de ovinos entre sectores en función de su distancia. Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986



Cuadro 4.1.9: Matriz de distancias y correlaciones. (Matriz diagonal superior: Distancias entre sectores, matriz diagonal inferior: Correlación de la serie de la densidad mensual de la población de ovinos) Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986

Sectores	Yuracrumy	Janjollay	Llamayzo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochanga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
Yuracrumi		4.79	4.32	5.98	8.23	7.57	9.34	9.44	9.70
Janjollay	-0.03		1.94	1.80	3.50	4.68	5.73	7.07	7.77
Llamayzo	-0.06	-0.09		1.86	4.27	3.47	5.02	5.68	6.18
Chaqui quishuar	-0.08	-0.05	0.07		2.41	3.02	3.92	5.33	6.22
Sancaypampa	-0.08	-0.06	0.12	0.08		4.04	3.71	6.05	7.11
Jochanga	-0.09	-0.06	-0.11	0.16	0.01		1.92	2.38	3.24
Incahuasi	0.26	-0.04	-0.04	0.31	-0.07	0.29		2.59	3.76
Ferrohuinco	0.20	-0.05	0.00	-0.04	0.12	0.20	0.10		1.17
Vacahuasi	-0.06	-0.03	-0.02	0.22	-0.04	0.11	-0.07	-0.02	

4.1.2.7. De la relación entre la precipitación y los ovinos

El Cuadro 4.1.10 muestra los valores anuales de la precipitación y los ovinos en la Reserva desde 1981 a 1985. A partir de ellos se pudo generar la información necesaria para analizar diferentes funciones para asociar los ovinos a la precipitación.

Cuadro 4.1.10: Evolución de la población de ovinos y la precipitación en la RNPG de 1981 a 1986

Año	Ovinos	PP
1981	149.44	534.1
1982	357.75	520.1
1983	315.39	355.3
1984	506.4	620.8
1985	198.68	619.5

El Cuadro 4.1.11, muestra los resultados de ensayar diferentes funciones para ajustar la dependencia de la población de ovinos (Y) respecto a la precipitación (X) para el periodo “t” y con una demora de tiempo “t-1”. Tomando como indicador al coeficiente de determinación (R^2) los mejores ajustes se dan cuando se considera una demora de una unidad de tiempo, o sea cuando se relaciona la población de ovinos con la precipitación del año anterior.

De todas las funciones, dos fueron los que mejor ajustan los datos: la función polinómica ($R^2 = 96.2\%$) y la función lineal ($R^2 = 94.8\%$); pero por la cantidad de datos es preferible una función simple, siendo así la función lineal, con una demora de un año, la que mejor describe la dependencia de la población de ovinos respecto a la precipitación. Así, la ecuación que define esta dependencia tiene la siguiente forma (1) y se representa en la Figura 4.1.13.

$$Y_t = -1.1169X_{t-1} + 911.46 \quad (1)$$

Cuadro 4.1.11: Coeficientes de regresión de la población de ovinos (Y) respecto a la precipitación (X) y sus correspondientes coeficientes de determinación (R^2).

Tipo	Regresión	R^2	Regresión	R^2
Exponencial	$Y_t = 287.85e^{-6E-05X_t}$	0.0%	$Y_t = 1728.8e^{-0.003X_{t-1}}$	88.6%
Lineal	$Y_t = 0.1236X_t + 240.02$	0.9%	$Y_t = -1.1169X_{t-1} + 911.46$	94.8%
Logarítmica	$Y_t = 43.117\ln(X_t) + 35.904$	0.5%	$Y_t = -514.5\ln(X_{t-1}) + 3539.6$	92.5%
Polinómica	$Y_t = 0.0052x_t^2 - 4.9408X_t + 1420.3$	11.3%	$Y_t = -0.0017X_{t-1}^2 + 0.4782X_{t-1} + 545.54$	96.2%
Potencial	$Y_t = 468.11X_t^{-0.083}$	0.2%	$Y_t = 3E+06X_{t-1}^{-1.493}$	84.0%

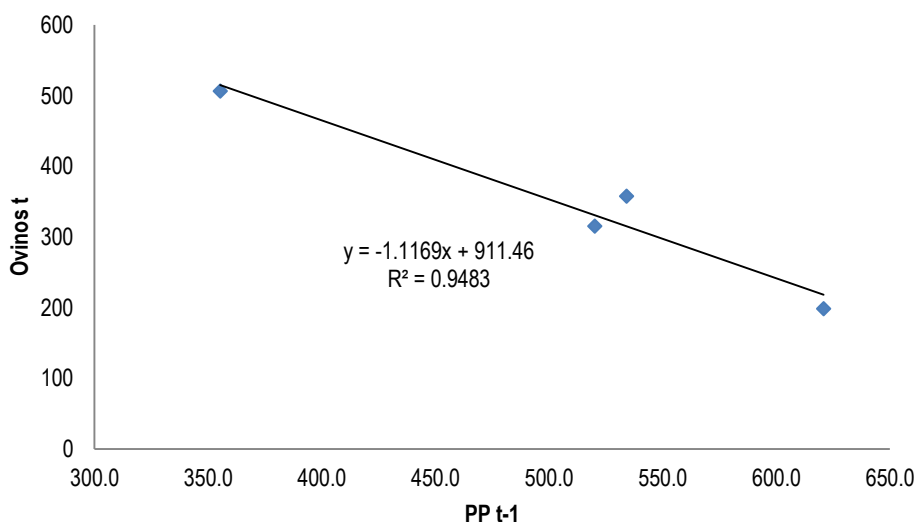
Fuente: Cuadro 4.1.8

Donde: Y_t : Ovino periodo t, X_t : Precipitación periodo t y X_{t-1} : Precipitación periodo t-1.

La Figura 4.1.13 muestra una relación inversa entre la población de ovinos y la precipitación, ello sugiere un efecto retardado e inverso de la precipitación del periodo anterior respecto al período presente; es decir, si el año anterior fuere de lluvias altas éstas influirían negativamente en la cantidad de ovinos del presente año, debido a que del año anterior quedarían forrajes de reserva que alentarían poco a los ovinos a subir a la RNPG

para compensar su alimentación, mientras que si el año anterior ocurriese una sequía, el ganado ovino, en la búsqueda del alimento, se vería obligado a subir a la RNPG e incrementar así su población en la misma.

Figura 4.1. 13: Regresión de la población de ovinos (Y) respecto a la precipitación (X).



Respecto a la asincronía espacial en la población de ovinos se muestra que existe asincronía entre los sectores de la Reserva, dado que la correlación de la densidad de ovinos entre sectores no muestra una asociación definida con la distancia, o sea, la correlación entre dos sectores es independiente de la distancia.

Además, la función de mejor ajuste entre la población de ovinos y la precipitación, es una función lineal con un retardo de un año, y se evidencia una relación inversa entre dichas variables.

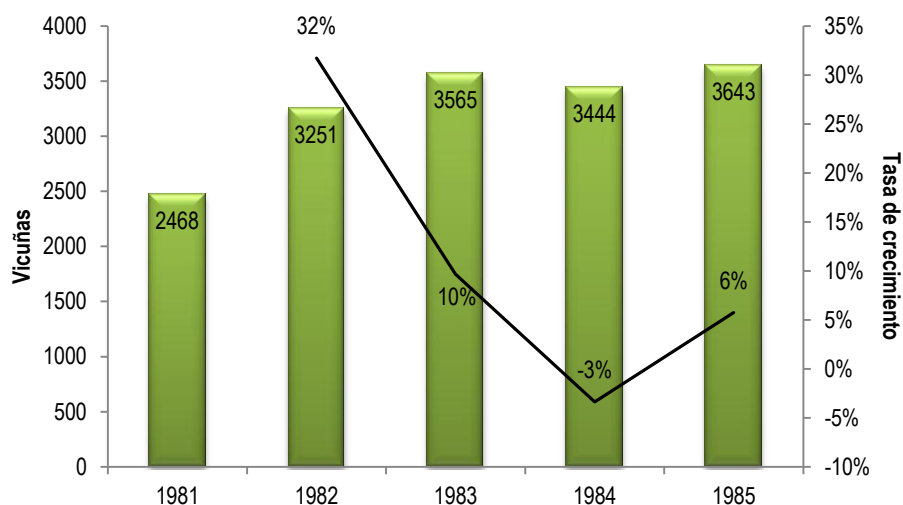
4.1.3 De las vicuñas

4.1.3.1. Crecimiento interanual

La Figura 4.1.13 muestra la evolución de la población total de vicuñas a lo largo del periodo de estudio. A su vez, se muestra el número de vicuñas por sectores y sus correspondientes tasas de crecimiento interanual en el Cuadro 4.1.10.

El comportamiento de las tasas de crecimiento interanual de los sectores y de la población total, a diferencia de lo descrito en los ovinos, presenta fluctuaciones menos amplias, aunque, en el tiempo, muestran valores positivos y negativos.

Figura 4.1.14: Evolución de la población total de vicuñas y tasa de crecimiento en la RNPG. Periodo: 1981-1985



Con relación al comportamiento de las tasas de crecimiento interanual, hubo incrementos fuertes principalmente en el primer año; ocurriendo ello en los sectores de Incahuasi (79%), Huayllapata (58%), Ferrohuinco (57%), y Janjollay (53%); y moderados en Yuracrumi (49%), Vacahuasi (42%) y Jochanga (24%). Asimismo, hubo decrementos débiles en el segundo y tercer periodo interanual.

Todo ello nos permite inferir que el comportamiento de las tasas de crecimiento interanual de vicuñas es menos fluctuante, entre años y sectores, respecto a la población de ovinos; ello debido a que la población de vicuñas se encuentra de manera permanente y durante todo el año en la zona, en tanto que los ovinos en la Reserva tiene un carácter transitorio.

Un aspecto importante es que la población total de vicuñas, en la Reserva, muestra un comportamiento menos fluctuante en comparación a los sectores y un patrón de crecimiento y decrecimiento sistemático; ello implicaría que existe una compensación entre el comportamiento errático de las subpoblaciones (sectores) los que le confieren cierta predecibilidad y estabilidad al comportamiento del total poblacional.

Cuadro 4.1.12: Evolución de la población de vicuñas por sectores y la población total en la RNPG, y sus correspondientes tasas de crecimiento interanual. Desde 1981-1985

Sectores	Evolución de la población de vicuñas					Tasa de crecimiento interanual, %				Densidad vic/mes/ha
	1981	1982	1983	1984	1985	1982	1983	1984	1985	
Yuracrumi	80	120	123	135	150	49	2	10	11	0.53
Huayllapata	78	123	120	113	107	58	-3	-6	-5	0.70
Janjollay	87	133	146	163	208	53	10	12	28	0.51
Llamayzo	310	349	402	356	356	13	15	-11	0	1.15
Chaquiquishuar	355	413	448	460	464	16	9	3	1	0.58
Sancaypampa	528	599	694	652	691	13	16	-6	6	0.78
Jochanga	472	584	598	590	658	24	2	-1	12	0.65
Incahuasi	307	550	585	553	553	79	6	-5	0	1.47
Ferrohuinco	164	257	290	298	324	57	13	3	9	0.72
Vacahuasi	88	125	161	124	132	42	29	-23	6	0.43
Población total	2468	3251	3565	3444	3643	32	10	-3	6	0.76

4.1.3.2. Composición general por zonas

Con relación a la abundancia promedio anual de vicuñas por sector de mayor a menor concentración corresponden a Sancaypampa (19.3%), Jochanga (17.7%), Incahuasi (15.6%), Chaquiquishuar (13.1%), Llamayzo (10.8%), Ferrohuinco (8.1%), Janjollay (4.5%), Vacahuasi (3.8%), Yuracrumi (3.7%), y Huayllapata (3.3%).

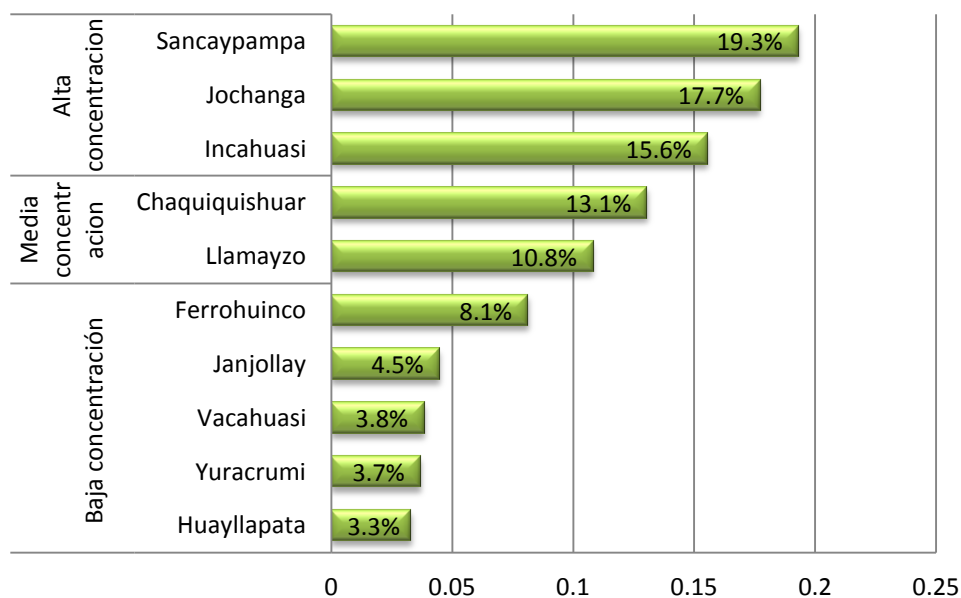
La abundancia de la población de vicuñas puede ser agrupada en tres tipos: alta, media y baja concentración. La zona de alta concentración alberga un promedio mensual de 545 vicuñas; seguida de la zona de media concentración que alberga un promedio de 370 vicuñas/sector; y las zonas de baja concentración que albergan 196 vicuñas. Los promedios mensuales de vicuñas por sectores fueron: en la zona de alta concentración, Sancaypampa (633 vicuñas), Jochanga (580 vicuñas) e Incahuasi (510 vicuñas); en las zonas de media concentración, Chaquiquishuar (428 vicuñas) y Llamayzo (354 vicuñas); y la zona de baja concentración, Ferrohuinco (267 vicuñas), Janjollay (147 vicuñas), Vacahuasi (126 vicuñas), Yuracrumi (121 vicuñas) y Huayllapata (108 vicuñas).

Para la población de vicuñas, a diferencia de lo observado en ovinos, el conjunto de sectores agrupados en la zona de alta concentración fue 52.6% de la población de vicuñas de la RNPG, seguido del 23.9% de sectores de la zona de media concentración y el 23.5% comprende a la zona de baja concentración.

En el presente caso, tres sectores (Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi) de alta concentración albergan un poco más de la mitad de la población de vicuñas de la RNPG; en tanto que en dos sectores de media concentración y cinco sectores de baja concentración se encuentra menos de la mitad de la población de vicuñas de la zona de estudio.

Respecto a la abundancia de vicuñas, en la RNPG, cabe señalar algunos hechos importantes: primero, las vicuñas utilizan las praderas de la Reserva todo el año, es decir de manera permanente y no, en forma temporal, como es el caso de los ovinos; segundo la población de vicuñas, en el peor de los casos, es diez veces más abundante que la población de ovinos; tercero, a diferencia de los ovinos, las vicuñas por su condición de animal silvestre, pastorean libremente las praderas de la Reserva sin intromisión antrópica; y cuarto, la distribución de la población de vicuñas no guarda relación estrecha con la distribución de ovinos de la Reserva. Tal como indica Amanzo (2005), al no evidenciar correlaciones negativas entre las poblaciones de vicuñas y ovinos, se coincide en señalar que la población de vicuñas se distribuye de manera regular en el área de la Reserva, mientras que los ovinos se distribuyen en función a la lógica del pastor que los cuida.

Figura 4.1.15: Clasificación de los sectores de la RNPG, según nivel de concentración de vicuñas promedio 1981 a 1985



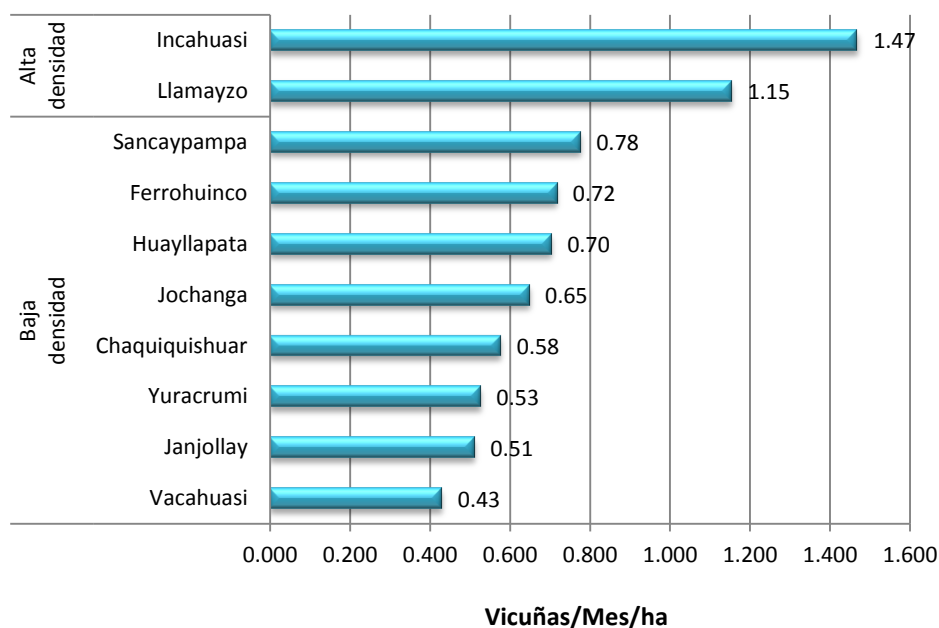
4.1.3.3. Composición de la densidad poblacional

La Figura 4.1.16 muestra la densidad poblacional de vicuñas promedio del horizonte de estudio y clasificada por su densidad, se divide en dos tipos: alta y baja densidad. En vicuñas, los sectores de Incahuasi (1.47 vicuñas/mes/ha) y Llamayzo (1.15

vicuñas/mes/ha) corresponden a los sectores con alta densidad poblacional; mientras que los demás sectores muestran baja densidad poblacional en vicuñas.

Sobre el particular, Bonacic y Gimpel (2006) señalan que la vicuña es el camélido mejor adaptado al ecosistema de la puna y, junto a la alpaca, prefieren las zonas más altas; mientras que las especies, llama y guanaco, pueden habitar hasta el nivel del mar; en todos los casos, los camélidos silvestres ocupan de preferencia hábitats marginales, aprovechan mejor las praderas nativas, no ejercen un impacto por pisoteo sobre los suelos y, como especie silvestre, no requieren de un cuidado permanente del rebaño. En cuanto a sus hábitos de pastoreo, Galaz y González (2005), señalan que la vicuña es un animal diurno, gregario y territorial; habita permanentemente en grupos familiares territoriales compuestos por un macho, tres a seis hembras y sus crías del año (4,5 integrantes en promedio). Asimismo, el macho establece un territorio permanente a lo largo de su vida reproductiva.

Figura 4.1.16: Clasificación de los sectores de la RNPG, según densidad poblacional de vicuñas



Por otro lado, las poblaciones de animales de la zona de estudio están condicionadas por los pastizales (naturales o seminaturales) que son una fuente de forraje, que bien manejada, cumplen una función productiva importante en los sistemas ganaderos de bajos insumos y adicional a las pasturas sembradas y a las opciones silvopastoriles, tal como afirma Ospina (2005). Asimismo, las pasturas brindan una oferta forrajera dado que pueden amortiguar la

producción ante eventos extremos o errores de manejo y reducir la invasión de especies exóticas, caracterizándose así su alta tolerancia y plasticidad ante condiciones de estrés.

4.1.3.4. Sectores que dominan el sistema

El análisis de componentes principales (ACP) para determinar los sectores más importantes en el sistema, mostró que los dos primeros componentes explican, conjuntamente, un 93.65 % de la varianza (Cuadro 4.1.11 y Anexo 2). Cabe destacar que, solo el primer componente explica el 89.2% de la varianza, lo cual justifica la selección de éste componente como elemento de síntesis para la interpretación de los principales procesos que controlan la dinámica poblacional de vicuñas del sistema de la RNPG.

Cuadro 4.1.13: Valores propios de la matriz de correlación para los componentes principales 1 al 9. Datos vicuñas enero 1981 a mayo 1986

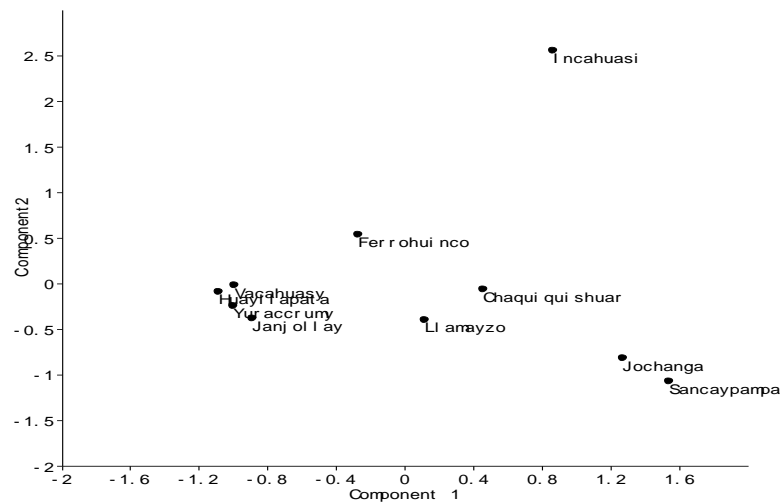
Componente	Autovalor	% varianza
1	2798520	89.206
2	139580	4.449
3	65437	2.086
4	42852	1.366
5	37411	1.193
6	27614	0.880
7	13301	0.424
8	8322	0.265
9	4116	0.131

En el primer componente (CI) se observa una correlación positiva alta en los sectores de Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi, mientras que la correlación fue negativa con Huayllapata y Yuracrumi. Ello refleja, la mayor predominancia de los sectores con alta densidad, mientras que hubo una relación inversa en los sectores con baja densidad.

Con relación al segundo componente (CII), éste explica solo el 4.45% de la varianza total, predomina una alta correlación positiva con el sector de Incahuasi, el cual corresponde a una zona con alta densidad de vicuñas.

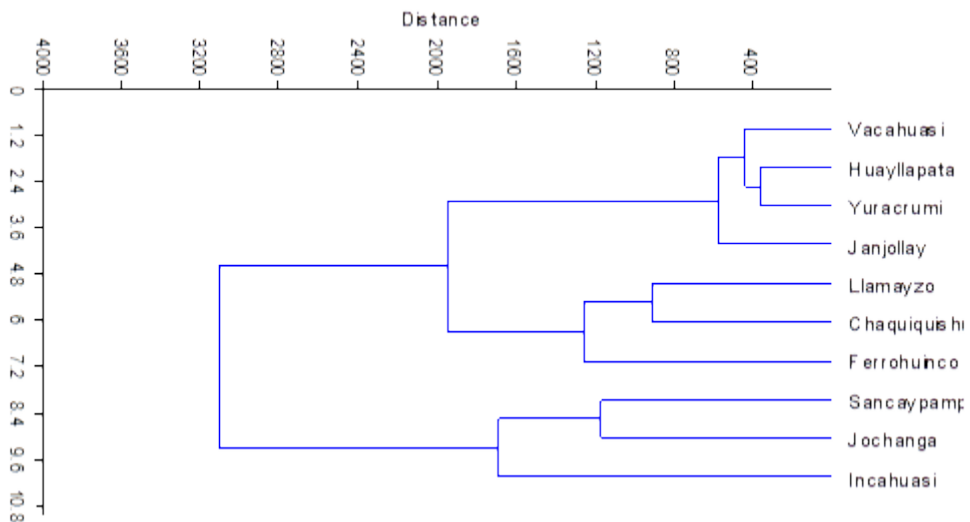
En general, los sectores predominantes que sobresalen, por pertenecer a zonas de alta densidad, afectan sobre la dinámica espacio-temporal del sistema de la RNPG. Por tanto, las principales variaciones del sistema están determinadas por el comportamiento de los sectores que corresponden a Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi, las cuales tienen correlaciones positivas altas con la primera componente (Figura 4.1.17).

Figura 4.1.17: Componente 1 y 2 de ACP de los sectores de la RNPG para la población de vicuñas– enero 1981 – mayo 1986



La Figura 4.1.18 muestra el dendrograma entre sectores de la RNPG; resalta la formación de dos asociaciones: la primera conformada por los sectores Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi; y la segunda conformada por los demás sectores. Nótese que dentro de ésta, a su vez, ocurre la agrupación de dos sub grupos de Ferrohuinco, Chaquiquihuar y Llamayzo, y el otro conformado por Janjollay, Yuracrumi, Huayllapata y Vacahuasi.

Figura 4.1.18: Dendrograma de los 10 sectores de la RNPG. (Matriz de abundancia de vicuñas – Enero 1981 – mayo 1986). Medida de similitud: Distancia Euclídeana



De acuerdo a los resultados del ACP y el dendrograma se puede separar la población de vicuñas en una lista preliminar de zonas alta y baja concentración, donde las abundancias muestran agregaciones a nivel temporal y espacial del modo que se indica en el Cuadro 5.1.14.

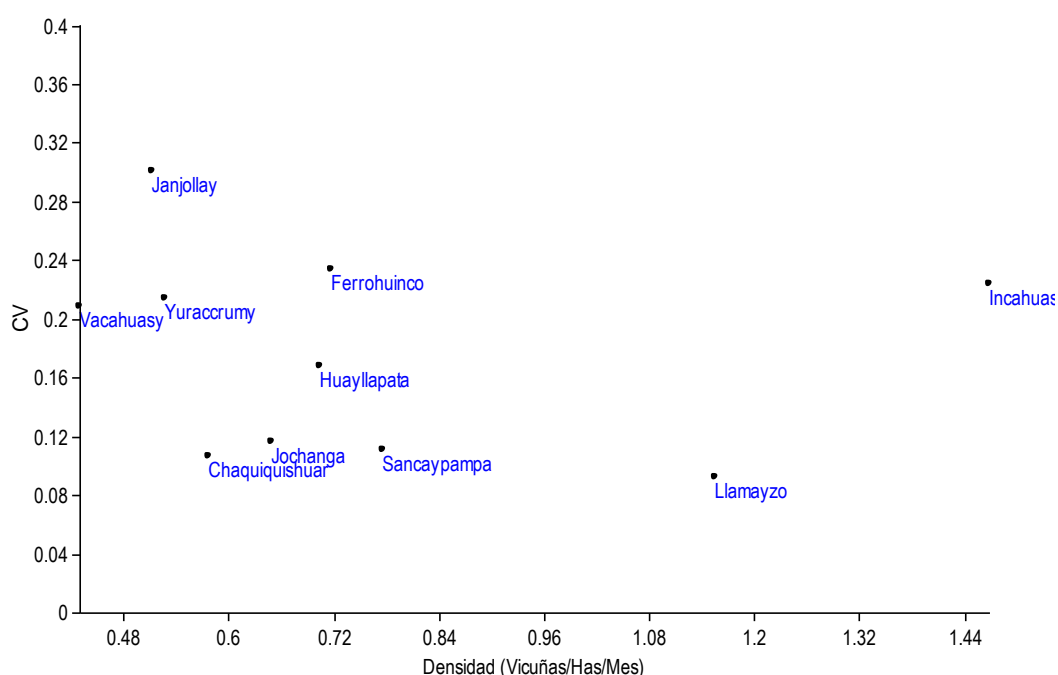
Cuadro 4.1.14: Zonas de dominancia para la población de vicuñas en la zona de estudio en la RNPG según análisis multivariado. Enero 1981 – Mayo 1986

Zonas	Conformados por:
Dominancia alta	Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi
Dominancia baja	Ferrohuinco, Chaquiquishuar, Llamayzo, Yuracrumi, Huayllapata, Janjollay y Vacahuasi

Es posible usar un criterio adicional en la identificación de zonas indicadoras de dominancia del sistema de la RNPG, la variabilidad temporal que ha mostrado las vicuñas para el período enero 1981 a Mayo 1986. Este criterio resulta relevante pues como se muestra la Figura 4.1.19, la densidad media de la población y su coeficiente de variación temporal está inversamente relacionado; o sea, los sectores dominantes – que tienen mayores niveles de densidad poblacional como: Incahuasi y Llamayzo– suelen ser también los sectores que mayor homogeneidad temporal presentan. Mientras que los sectores con menor abundancia de vicuñas no solo tienen menor densidad sino también un mayor nivel de variabilidad temporal.

Cabe señalar que Tuppia (1991), afirma que la carga animal promedio estimada fue de 0.80, 0.66 y 0.83 vicuña/ha de cinco sectores de la zona rígida de la RNPG para 1984, 1985 y 1986, respectivamente; lo cual se encuentra en el rango de densidades (0.43 a 1.47 vicuña/ha) determinado para los sectores en estudio de la RNPG (Cuadro 4.1.15)

Figura 4.1.19: Relación entre la densidad poblacional media (vicuñas/Has/mes) y el coeficiente variabilidad (CV) temporal para los sectores de la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986



Cuadro 4.1.15: Estadísticos descriptivos de la densidad poblacional de vicuñas (Vicuñas/mes/ha) de los diez sectores de la RNPG. Enero 1981 - Mayo 1986

Parámetros	Yurac rummy	Huay llapata	Janjollay	Llamayzo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochanga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
M	0.55	0.72	0.52	1.16	0.58	0.79	0.65	1.47	0.74	0.44
D.S.	0.23	0.24	0.22	0.25	0.10	0.18	0.17	0.46	0.27	0.16
C.V.	0.42	0.33	0.42	0.21	0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	0.37
MIN	0.00	0.00	0.17	0.52	0.36	0.38	0.37	0.00	0.00	0.00
MAX	1.15	1.47	1.49	1.80	0.80	1.22	1.44	2.57	1.36	0.82

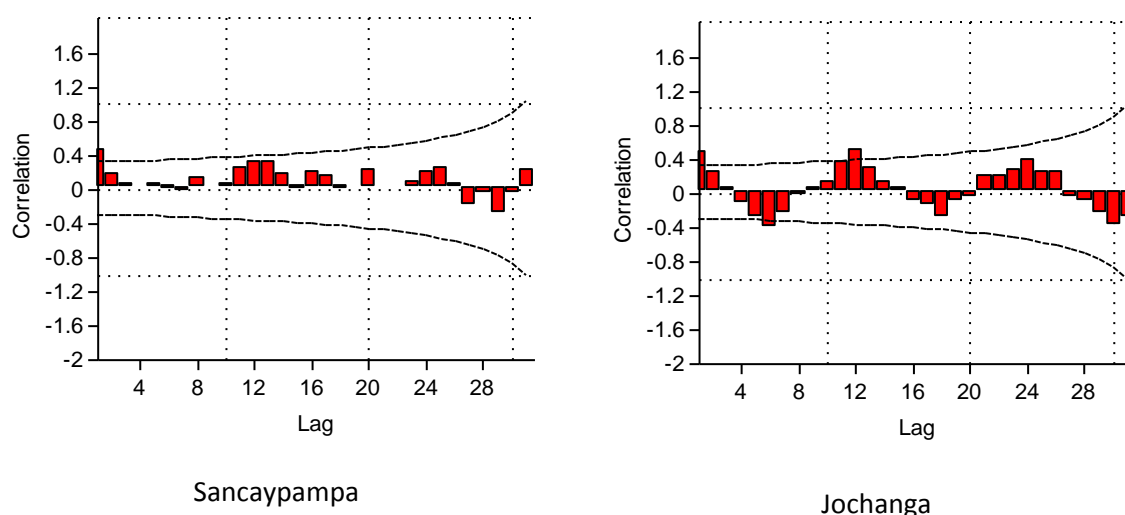
M= media, D.S.= desviación estándar, C.V.= coeficiente de variación, MIN= mínimo y MAX= máximo

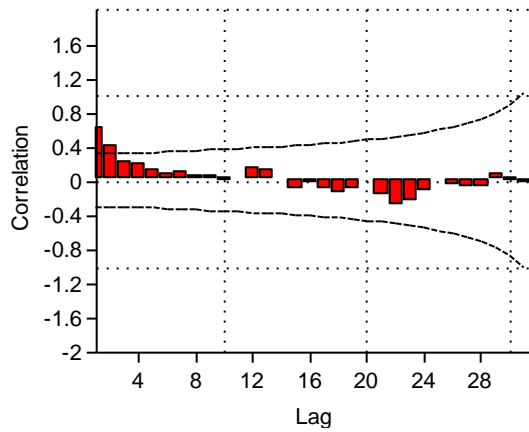
4.1.3.5 Análisis de la variación temporal por sectores

El correlograma correspondiente a la población mensual de vicuñas, de cada sector de estudio, muestra dos comportamientos diferenciados en función a nivel de densidad: alta y baja densidad; el primero, en las zonas de alta concentración, tales como Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi, y el segundo para la zona de baja concentración (Ferrohuinco, Chaquiquishuar, Llamayzo, Yuracrumi, Huayllapata, Janjollay y Vacahuasi).

La característica de alternancia entre valores positivos y negativos en la correlación sugiere el comportamiento de ruido blanco para la mayoría de los sectores en la RNPG (Figura 4.1.20 y 4.1.21). La excepción la muestran algunos sectores como Jochanga y Chaquiquishuar, los cuales parecen tener un efecto cíclico.

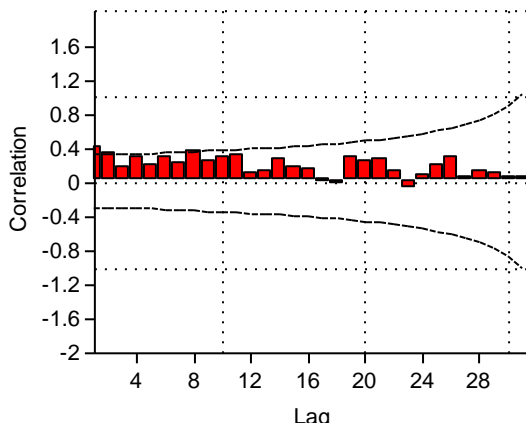
Figura 4.1.20: Correlograma para abundancia poblacional mensual de vicuñas en los sectores de dominancia alta: Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi en la RNPG - Enero 1981 a Mayo 1986



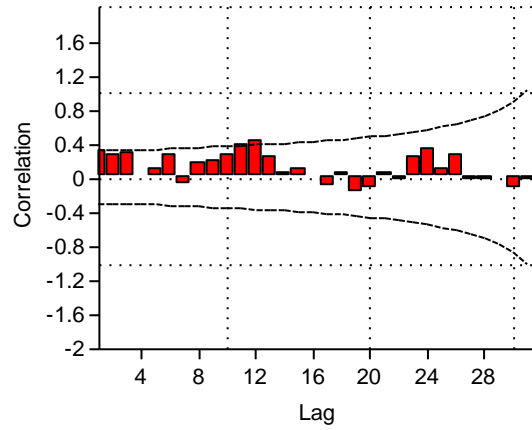


Incahuasi

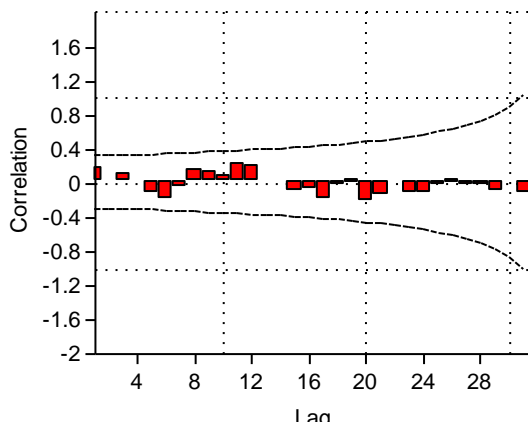
Figura 4.1.21: Diagrama de auto correlación de los sectores de dominancia baja de vicuñas en la RNPG (Ferrohuinco, Chaquiquishuar, Llamayzo, Yuracrumi, Huayllapata, Janjollay y Vacahuasi) - Enero 1981 a Mayo 1986



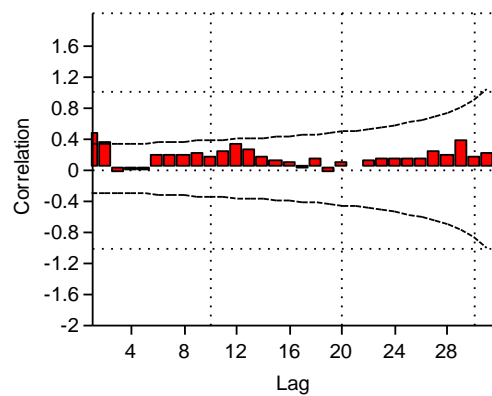
Ferrohuinco



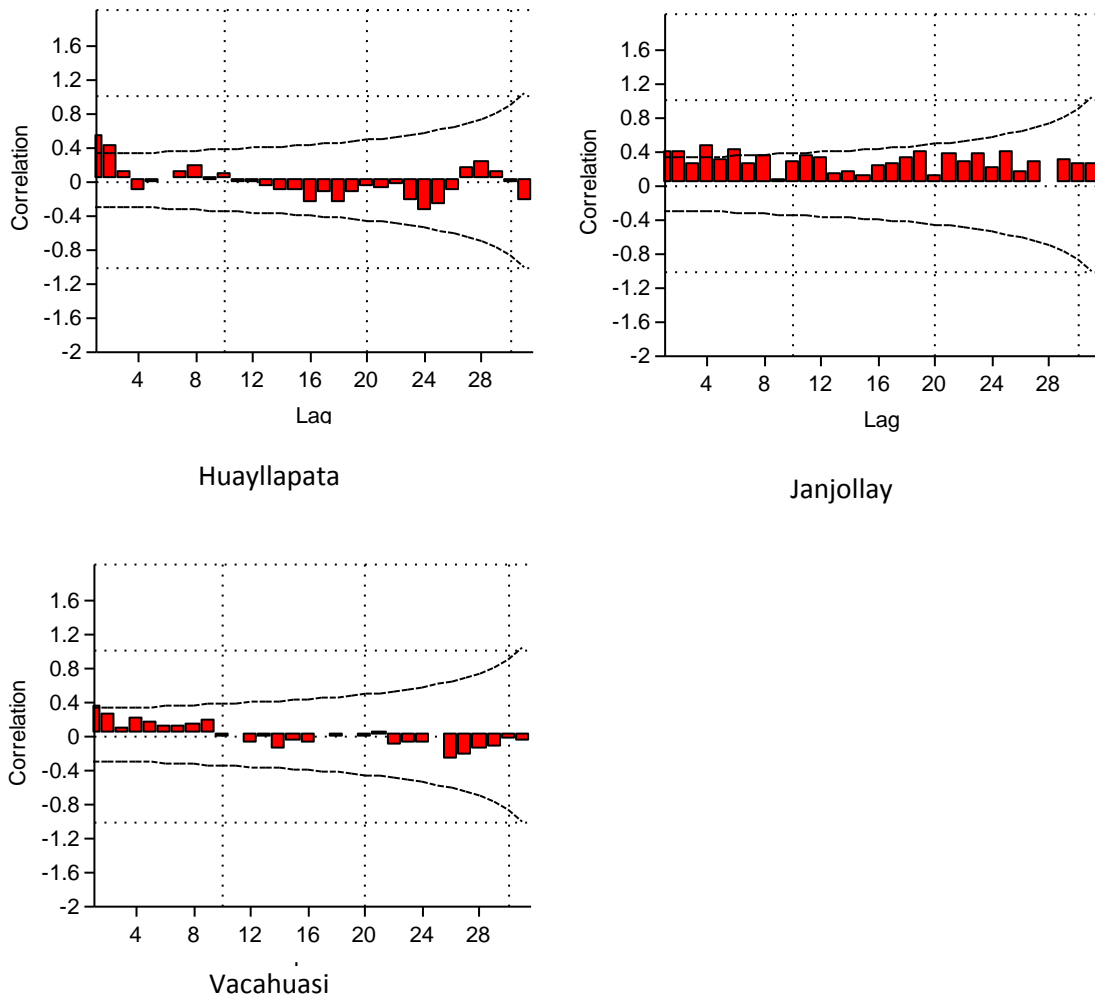
Chaquiquishuar



Llamayzo



Yuracrumi



Las correlaciones lineales entre las abundancias poblacionales de los diez sectores (Cuadro 4.1.14) muestran que solo diez pares de sectores no muestran una correlación significativa, en tanto que 35 pares de interrelaciones muestran una correlación significativa. Otro aspecto a resaltar, es que todas las interacciones con los sectores de Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi, son positivos y altamente significativos.

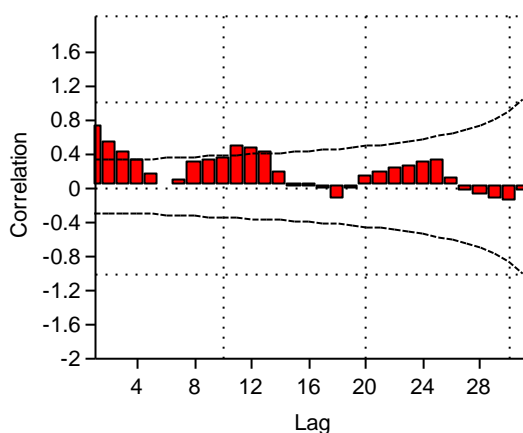
Cabe resaltar que, las correlaciones entre todos los sectores son positivas y solo en un caso se dió una correlación negativa, pero no fue significativa. Esto sugiere que el crecimiento de la población de vicuñas en un sector afecta positivamente a la población de vicuñas del sector colindante y existiría una sincronía a nivel de los diferentes sectores de la población de vicuñas; este lazo es más fuerte en las zonas de alta densidad, lo cual permitiría una mayor estabilidad entre los miembros de la especie. Este comportamiento sugiere que a esta escala no existe el ingrediente fundamental de una metapoblación de Leving, es decir, la asincronía entre las diferentes subpoblaciones.

Cuadro 4.1.16: Correlaciones entre sectores y la población total (matriz diagonal superior) en la RNPG y sus correspondientes probabilidad (matriz diagonal superior)

Sectores	Yurac rummy	Huay llapata	Janjo llay	Llamay zo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochan ga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi	Población total
Yuracrumi		0.0000	0.0017	0.1052	0.0005	0.0294	0.0005	0.0002	0.0000	0.0308	0.0000
Huayllapata	0.5983		0.0179	0.7630	0.0373	0.6738	0.0569	0.0000	0.0001	0.0010	0.0000
Janjollay	0.3823	0.2929		0.5277	0.0006	0.0255	0.0017	0.0171	0.0009	0.0791	0.0000
Llamayzo	0.2028	0.0381	-0.0798		0.0034	0.0002	0.0000	0.0134	0.0308	0.0910	0.0000
Chaquiquishuar	0.4226	0.2589	0.4150	0.3579		0.0079	0.0001	0.0017	0.0000	0.3256	0.0000
Sancaypampa	0.2704	0.0532	0.2770	0.4454	0.3267		0.0000	0.0561	0.0031	0.0245	0.0000
Jochanga	0.4224	0.2374	0.3822	0.5219	0.4590	0.5884		0.0069	0.0003	0.0554	0.0000
Incahuasi	0.4497	0.5999	0.2949	0.3053	0.3827	0.2382	0.3322		0.0000	0.0000	0.0000
Ferrohuinco	0.4842	0.4535	0.4028	0.2682	0.5406	0.3610	0.4315	0.6356		0.0000	0.0000
Vacahuasi	0.2681	0.3995	0.2194	0.2114	0.1239	0.2789	0.2388	0.5985	0.6283		0.0000
Población total	0.6247	0.5112	0.5144	0.5531	0.6520	0.6730	0.7727	0.7387	0.7799	0.5710	

El correlograma de la población de vicuñas, a nivel del total poblacional, muestra un comportamiento cíclico cuya regularidad sugiere la presencia de un ciclo cuyo período sería de seis meses (Figura 4.1.16).

Figura 4.1.22: Correlograma para abundancia poblacional mensual del total poblacional de vicuñas en la RNPG - Enero 1981 a Mayo 1986



Asimismo, del Cuadro 4.1.14, se observa que la totalidad de sectores tienen una correlación positiva y altamente significativa con la meta población. Siendo las correlaciones más altas en Incahuasi ($r= 0.738$, $P= 0.000$), Ferrohuinco ($r= 0.779$, $P= 0.000$) y Sancaypampa ($r= 0.673$, $P= 0.000$), los mismos que corresponden a las zonas de alta densidad, lo cual, a nivel de la población total, implica la predominancia de las zonas de alta densidad.

4.1.3.6 Asincronía espacial en vicuñas

La Figura 4.1.23, muestra la correlación entre sectores en función a su distancia; a su vez, se observa una asincronía entre los sectores considerados en la Reserva, que no parece ser atribuible a la distancia entre sectores, ya que el valor de la correlación de la densidad entre sectores de la Reserva no evidencia una asociación definida. Aquello revela que la correlación entre dos sectores es independiente de la distancia, más bien, se atribuiría a otros factores no considerados en el estudio.

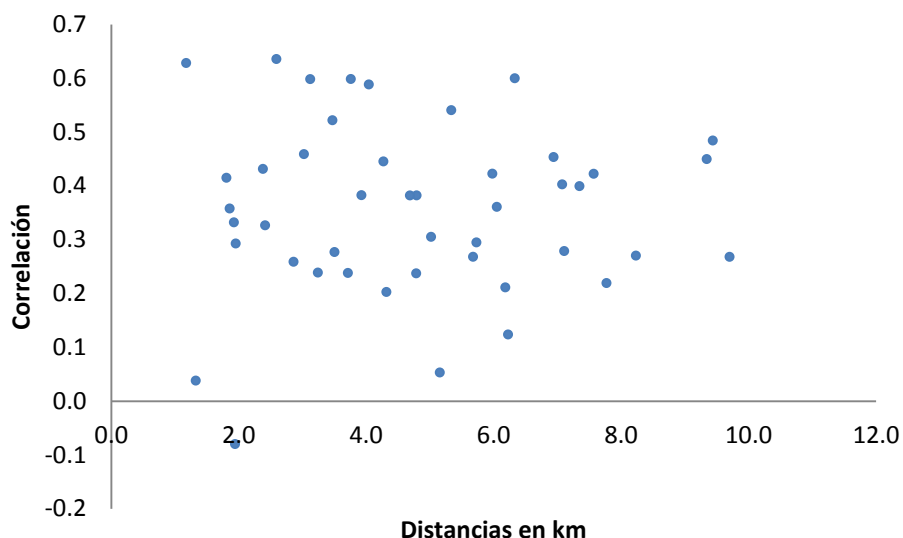
Si bien los datos de correlaciones entre sectores (Cuadro 4.1.16) sugieren la inexistencia de asincronía entre sectores -por consiguiente la inexistencia de una metapoblación- la Figura 4.1.23 y el Cuadro 4.1.17, al mostrar que la asincronía o falta de correlación entre los sectores no depende de su distancia, parece sugerir la posibilidad de que haya un comportamiento metapoblacional como el que para una escala espacial mayor describiera Sánchez (1997) en Galeras.

Es probable, que la escala espacial del presente trabajo –algo menor que la escala descrita en Sánchez (1997) – no permita ver aun un comportamiento metapoblacional claro. En todo caso, parece ser posible que a esta escala se prescindan de considerar un comportamiento metapoblacional sin que no afecte la investigación.

Cuadro 4.1.17: Matriz de distancias y correlaciones. (Matriz diagonal superior: Distancias entre sectores, matriz diagonal inferior: Correlación de la serie de la densidad mensual de vicuñas) Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986

	Yurac rumy	Huay llapata	Janjollay	Llamayzo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochanga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
Yuracrumi		3.12	4.79	4.32	5.98	8.23	7.57	9.34	9.44	9.70
Huayllapata	0.60		1.95	1.32	2.86	5.15	4.78	6.33	6.94	7.35
Janjollay	0.38	0.29		1.94	1.80	3.50	4.68	5.73	7.07	7.77
Llamayzo	0.20	0.04	-0.08		1.86	4.27	3.47	5.02	5.68	6.18
Chaquiquishuar	0.42	0.26	0.41	0.36		2.41	3.02	3.92	5.33	6.22
Sancaypampa	0.27	0.05	0.28	0.45	0.33		4.04	3.71	6.05	7.11
Jochanga	0.42	0.24	0.38	0.52	0.46	0.59		1.92	2.38	3.24
Incahuasi	0.45	0.60	0.29	0.31	0.38	0.24	0.33		2.59	3.76
Ferrohuinco	0.48	0.45	0.40	0.27	0.54	0.36	0.43	0.64		1.17
Vacahuasi	0.27	0.40	0.22	0.21	0.12	0.28	0.24	0.60	0.63	

Figura 4.1.23: Correlación de la serie de la densidad mensual de la población de vicuñas entre sectores en función de su distancia. Periodo: Enero 1981 - Mayo 1986



En la actualidad, Pampa Galeras es una zona donde la pastura nativa es aprovechada por especies domésticas (nativas, alpacas y llamas; y exóticas, bovinos y ovinos) y silvestres (vicuñas) simultáneamente, bajo un sistema crianza semiextensiva (pastorean durante el día y lo guardan en corrales durante la noche), siendo condicionada por la precipitación estacional y ocurriendo la mayor precipitación entre enero a marzo, mientras que desde junio a noviembre es casi nulo.

Además, la población total de vicuñas presenta fluctuaciones menos amplias que los ovinos, ya sea entre años y entre sectores, debido a que la población de vicuñas se encuentra de manera permanente y durante todo el año en la zona; pero la presencia de los ovinos en la Reserva tiene un carácter transitorio en la zona de estudio.

Los sectores como: Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi son los que concentran la mayor cantidad de vicuñas (>50%), debido probablemente a que la zona históricamente ha sido habitada por las poblaciones de vicuñas. Además, la población de vicuñas, en el peor de los casos, es diez veces más abundante que la población de ovinos y la distribución de la población de vicuñas no guarda relación estrecha con la distribución de ovinos de la Reserva, lo cual se corrobora en Amanzo (2005).

El análisis de componentes principales sugiere que los sectores predominantes son las zonas de alta densidad y afectan sobre la dinámica espacio-temporal del sistema de la RNPG, los que son representadas por los sectores Sancaypampa, Jochanga e Incahuasi. La densidad media de la población de vicuñas y su coeficiente de variación temporal está

inversamente relacionado, tal que los sectores dominantes se caracterizan por altos niveles de densidad poblacional y baja variabilidad temporal como Incahuasi y Llamayzo; mientras que los sectores con menor abundancia de vicuñas no solo tienen menor densidad sino también un mayor nivel de variabilidad temporal.

4.2. DE LA ESTABILIDAD TEMPORAL DE VICUÑAS Y OVINOS

4.2.1. De la dinámica poblacional estimada en ausencia de estocasticidad ambiental

En Pampa Galeras, la regulación de la población de vicuñas, mediante un proceso de ajuste con sus recursos alimentarios, fue investigada en Sánchez (1997); allí a través de un modelo dinámico, se analizó el efecto de la disponibilidad de alimento sobre el reclutamiento y la mortalidad de adultos y el efecto de la variabilidad temporal de la precipitación sobre la población, a través, de su efecto sobre la producción de alimento.

Entonces, tomando como base el modelo planteado en Sánchez (1997) se incorpora las relaciones de mejor ajuste relacionadas al comportamiento poblacional de los ovinos en la RNPG, las mismas que incluyen a la precipitación pluvial, las necesidades nutricionales y el tiempo de uso de la pradera de la Reserva. Cabe señalar, que las relaciones incorporadas son modificaciones menores que no alteran significativamente al modelo inicial.

Con base en la caracterización de los elementos del sistema, descritos en 4.1 y el modelo propuesto en 3.3, se ha estimado el comportamiento de la población de vicuñas y ovinos, como se observa en la Figura 4.2.1; allí se ha partido de una población inicial de 2468 vicuñas en 1981 y para las condiciones de precipitación registradas en el periodo de estudio (1981 – 1985).

La Figura 4.2.1 muestra las estimaciones de la población de vicuñas del modelo propuesto en la investigación y la del modelo base en Sánchez (1997) y los valores reales de la población de vicuñas; se observó una ligera subestimación de los valores del modelo, lo cual es atribuible al número de observaciones, pero los valores del modelo propuesto de la investigación son muy semejantes al modelo base, lo cual muestra el buen ajuste del modelo y manteniendo, así, la dinámica del modelo base. Por otro lado, la estimación de la población de ovinos se ajusta adecuadamente a los datos registrados de la población de ovinos.

Del Cuadro 4.2.1 se deduce que la estimación de la población de vicuñas respecto a la población real de vicuñas en el tiempo se ha reducido del 100% al 81%, esto implicaría que el modelo ha subestimado dicha variable, aunque aquella delinea una curva suavizada

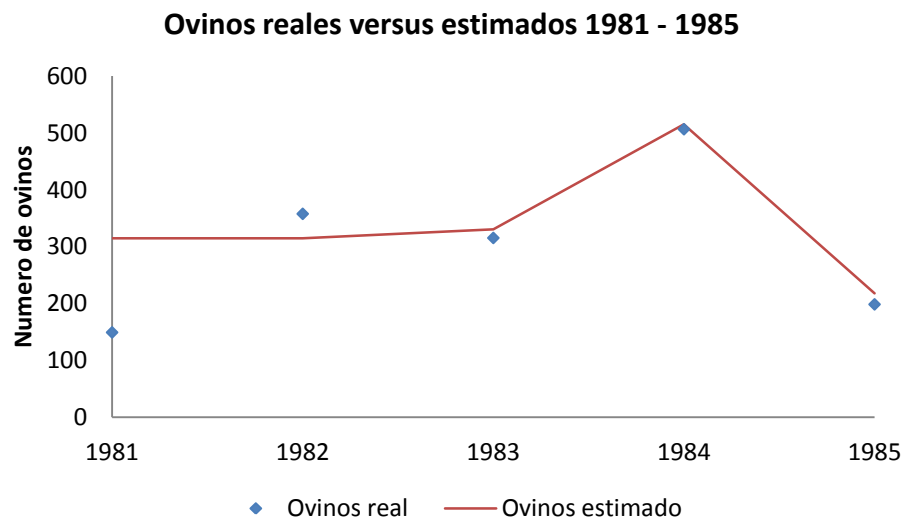
y ascendente; en tanto, que la población de ovinos, para el mismo período se ha sobre estimado, excepto 1982; y éstas delinean una curva con elevaciones pronunciadas (irregulares) a diferencia de lo descrito en vicuñas; los mismos que se observan en la Figura 4.2.1.

Cuadro 4.2.1: Evolución de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG durante el periodo 1981 – 1985, y sus correspondientes valores estimados del modelo propuesto y modelo base. Precipitación anual (PP en mm/año), producción primaria neta estimada (PPN) (en kg MS/ha/año).

Año	Vicuña real	Ovinos real	Vicuña estimado	Ovinos estimado	Vicuñas Modelo Base	PP	PPN
1981	2468	149	2468	315	2468	534.1	382.8
1982	3251	358	2598	315	2613	520.1	374.9
1983	3565	315	2730	331	2758	355.3	277.6
1984	3444	506	2854	515	2857	620.8	431.0
1985	3643	199	2948	218	2932	619.5	430.3
Promedio	3274	306	2720	339	2725	530.0	379.3

Vicuña Modelo Base: Valores estimados de la población de vicuñas utilizando el modelo propuesto por Sanchez (1997)

Figura 4.2.1: Comparación de los valores reales y estimados para la población de ovinos de la Reserva Nacional de Pampa Galeras.



Visto lo expuesto, el modelo base de la regulación de la población de vicuñas en Pampa Galeras utilizado es el planteado por Sánchez (1997), al cual se ha incorporado las relaciones de mejor ajuste relacionadas al comportamiento poblacional de los ovinos en la RNPG; a su vez se integran variables como la precipitación pluvial, las necesidades nutricionales y el tiempo de permanencia de los ovinos en la pradera. Las relaciones

incorporadas son modificaciones menores que no alteran significativamente al modelo base.

4.2.2 Comportamiento del sistema bajo diferentes escenarios

Para las simulaciones del modelo se han considerado cuatro escenarios:

Primero, cambios en la población inicial de vicuñas, considerando que el modelo excluye (SO) o incluye a la población de los ovinos (CO). Luego, se ha considerado los cambios en el nivel de consumo de los ovinos y el número de días de permanencia en la Reserva bajo un nivel de precipitación constante.

Segundo, cambios en el nivel de precipitación con valores de 100 a 1000 (10 corridas), considerando la exclusión (SO) o inclusión de los ovinos (CO).

Tercero, precipitación constante (484 mm/año) con pulsos abundantes (hasta valores máximos de 884 mm/año) y con pulsos de escasez (hasta valores mínimos de 124 mm/año) (sequias).

Y cuarto, precipitación aleatoria entre valores mínimos y máximos (161 a 836 mm/año); considerando que el modelo excluye (SO) o incluye a los ovinos (CO).

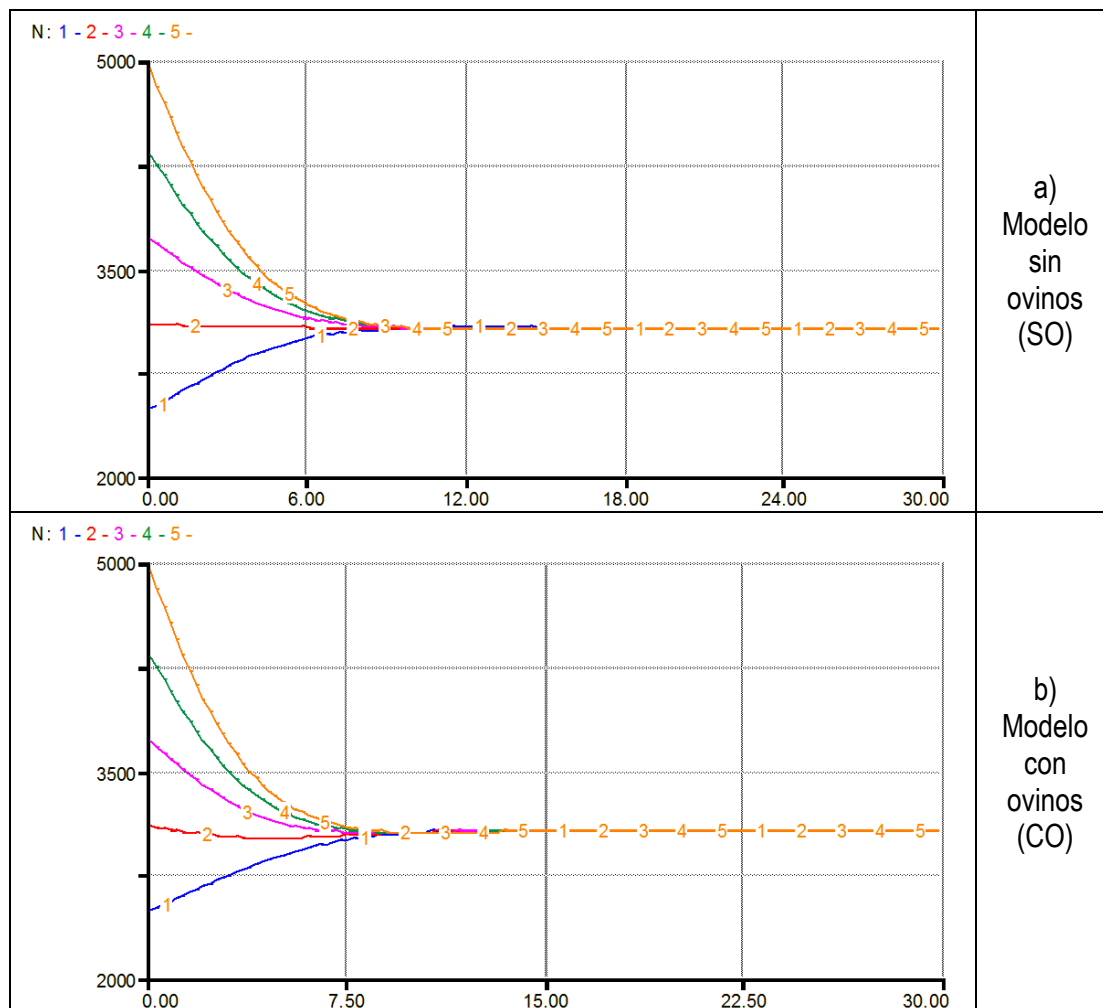
4.2.2.1 Escenario 1: Cambios en el número inicial de vicuñas, consumo de ovinos y días de permanencia de los ovinos

a. Del número inicial de la población de vicuñas

Bajo el uso actual del sistema de la RNPG, la vicuña es un animal silvestre herbívoro, cuya protección y manejo se encuentran bajo una política y legislación pertinente y, por ende para el país tiene importancia social, económica y ecológica.

El modelo plantea la variación de la población inicial de vicuñas en cinco corridas para un horizonte de 30 años, cuyos resultados se observan en el Cuadro 4.2.2 y Figura 4.2.2.

Figura 4.2.2: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas en la RNPG, frente diversos niveles iniciales de vicuñas (5 corridas: N: 2468 - 4936), a una precipitación constante (484 mm anuales)



Cuadro 4.2.2: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos y con ovinos: Cambios en la población inicial de vicuñas 2468 a 4936

	Modelo sin ovinos					Modelo con ovinos				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
Si: No=	2468	3085	3702	4319	4936	2468	3085	3702	4319	4936
N ₃₀ =	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063
M	2991	3065	3132	3195	3255	2978	3050	3117	3179	3238
MED	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063
DS	155	6	159	308	454	164	21	152	300	445
MIN	2468	3063	3059	3056	3053	2468	3003	3043	3044	3043
MAX	3067	3085	3702	4319	4936	3065	3085	3702	4319	4936
CV	5.2%	0.2%	5.1%	9.6%	13.9%	5.5%	0.7%	4.9%	9.4%	13.7%

Cn= Simulación n, No=Número inicial de población de vicuñas, N₃₀=Población de vicuñas al año 30, M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

Bajo este contexto, el promedio de la población de vicuñas tiende a crecer ligeramente a una tasa de 8.7% ya sea que incluya o no a los ovinos; la mediana no varía ya sea que

incluya o excluya a los ovinos; y la variabilidad es semejante con exclusión (5.2% a 13.9%) o inclusión de ovinos (5.5% a 13.7%).

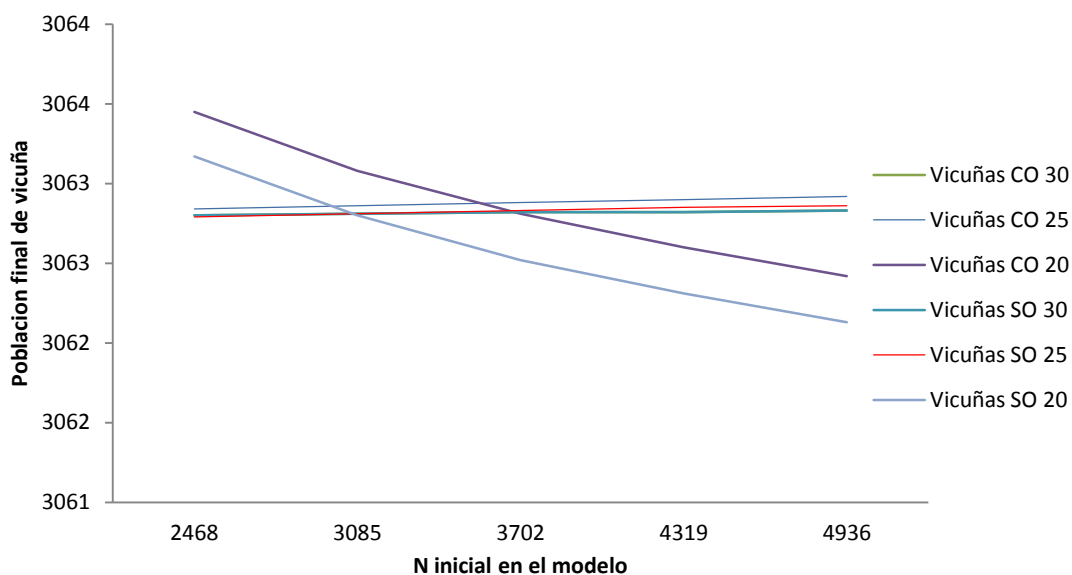
En la Figura 4.2.2 cualquiera sea el tamaño de la población inicial del modelo y para el horizonte de 30 años, se muestra que si se ingresa con la población de vicuñas por encima del 40% al 100% del nivel inicial, las curvas tienden a descender abruptamente hasta el año 10 del horizonte, luego permanecen constantes hasta el final del horizonte en un valor de 3063 vicuñas. Mientras que cuando ingresa con valores iniciales por debajo del 40% la población de vicuñas tiende a un crecimiento más lento hasta el año 10 y luego se estabiliza junto a lo descrito anteriormente. En ambos casos (con exclusión o inclusión de ovinos) la población de vicuñas tiende a alcanzar un nivel estacionario después de los 10 años del horizonte inicial.

Al parecer, manteniendo las condiciones actuales de la interacción de vicuñas y ovinos, la población de vicuñas tiende a alcanzar y estabilizarse cerca al promedio general de 3063 vicuñas de la Reserva; mientras que el promedio con inclusión de los ovinos es 3112, y con exclusión es de 3128, éste último sólo representa el 0.5% de diferencia. En el tiempo, aquello implica que la presencia de ovinos no altera significativamente la población de vicuñas; es decir, cuando las familias campesinas utilizan los pastos de la Reserva para alimentar a sus ovinos, la población silvestre (vicuñas) tiende a autoregularse, cualquiera sea el nivel inicial del modelo.

Probablemente, el bajo promedio estacionario de la población de vicuñas obedece a que los Andes son frágiles ecosistemas de montaña que ancestralmente utilizaron las poblaciones locales para el pastoreo a través de sistemas culturales autóctonos (Recharte, *et al.*, 2002). Por otro lado, como señalan Tapia y Flores (1984) y Florez y Malpartida (1987) la puna es una formación vegetal que tiene una limitada productividad primaria y una gran variabilidad de biomasa a cada sector de la RNPG, los que en conjunto limitan el cambio de la población de animales silvestres y/o domésticos.

La Figura 4.2.3 muestra los valores finales de la población de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG; por tanto ya sea que el modelo incluya o no a los ovinos al año 25 y 30, los valores finales son semejantes; o sea no existen variaciones evidentes en la población de vicuñas.

Figura 4.2.3: Número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG bajo diversos niveles iniciales de vicuñas (N: 2468 - 4936) bajo precipitación constante – (CO: Modelo con ovinos, SO: Modelo sin ovinos)



Frente a cambios en el tamaño de la población inicial de vicuñas del modelo en un horizonte de 30 años, variando desde 2468 a 4936 vicuñas al momento inicial, se muestra un valor al año final (año 30) de 3063 vicuñas, ya sea que el modelo incluya o excluya a los ovinos, además la población de vicuñas tiende a alcanzar un nivel estacionario después de los 10 años del horizonte inicial. Por tanto, la presencia de ovinos no altera significativamente la población de vicuñas; es decir, cuando las familias campesinas utilizan los pastos de la Reserva para alimentar a sus ovinos, la población silvestre (vicuñas) tiende a regularse, cualquiera sea el nivel inicial del modelo.

b. Del nivel de consumo y de los días de permanencia de los ovinos en la RNPG

A continuación se describe la incorporación de dos variables relacionadas a los ovinos: el nivel de consumo (FC) y días de permanencia en la Reserva (NDIA).

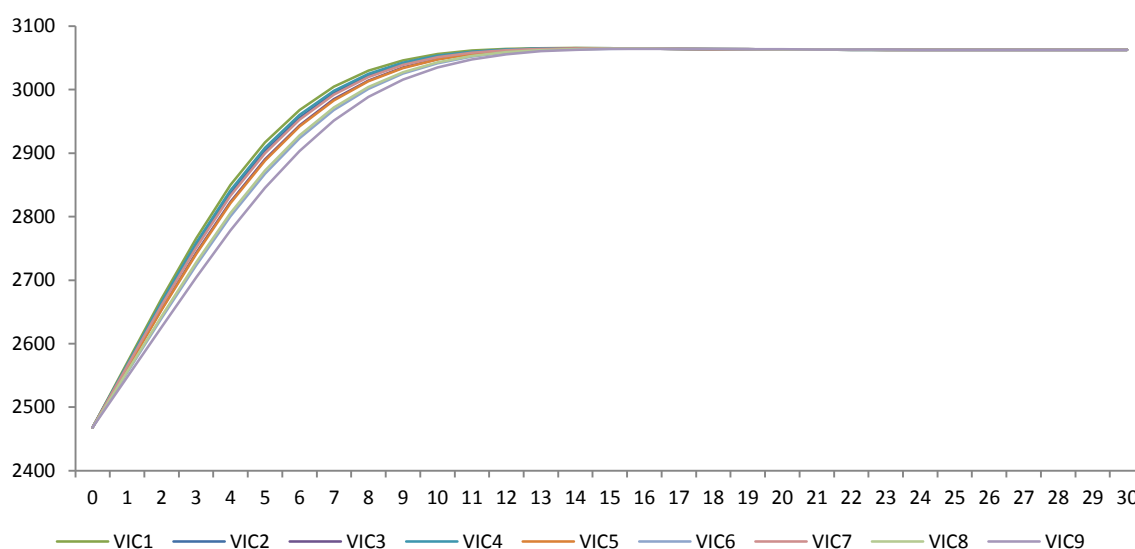
Se ha considerado de importancia la incorporación del nivel de consumo de los ovinos, debido al interés económico que le confieren las familias campesinas que acceden a la Reserva. Es decir, el factor de consumo, expresado en función al peso vivo del ovino puede variar desde niveles de 1.23% del peso vivo (San Martín y Bryant, 1987) en ovinos que pastorean en praderas andinas hasta 3.2% (Church y Pond, 1998) para ovinos destinados hacia una aptitud productiva (carne o lana).

El supuesto se introduce, en virtud a que podría haber una variación en la presión de la población de ovinos en la Reserva. La segunda variable, días de permanencia de los ovinos

en la reserva (NDIA), es probable que incremente de su carácter de uso temporal uso permanente durante el período anual. La simulación varía desde 180 días (situación indicada por las familias campesinas que ocupan la zona) a 365 días (situación equivalente a las vicuñas). Actualmente el promedio de permanencia de los ovinos en la RNPG es 267 días.

En realidad, la inclusión de los dos tipos de variables implica la intensificación del uso de la pradera de la Reserva a causa del incremento de las necesidades de generar ingresos económicos para una población rural en continuo crecimiento.

Figura 4.2.4: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas en la RNPG, frente a diversos niveles del factor de consumo y número de días de permanencia de los ovinos (9 corridas), a una precipitación constante (PP=484).



Cuadro 4.2.3: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Cambios en el factor de consumo de los ovinos (FC) y número de días de permanencia de los ovinos (NDIA), a una precipitación constante (PP=484).

	NDIA: 180			NDIA: 273			NDIA: 365		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Si: FC=	1.23	2.22	3.20	1.23	2.22	3.20	1.23	2.22	3.20
N ₃₀	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063
M	2988	2985	2982	2986	2981	2976	2984	2977	2971
MED	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063	3063
DS	157	159	161	159	162	165	160	164	169
MIN	2468	2468	2468	2468	2468	2468	2468	2468	2468
MAX	3066	3065	3065	3065	3065	3065	3065	3065	3065
CV	5.3%	5.3%	5.4%	5.3%	5.4%	5.5%	5.4%	5.5%	5.7%

Cn= Simulación n, FC= Factor de consumo de los ovinos, NDIA: Número de días de permanencia de los ovinos en la Reserva, N30=Poblacion vicuñas al año 30, M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

Los resultados de la simulación se muestran en el Cuadro 4.2.3 y en la Figura 4.2.4 para un horizonte de 30 años; bajo esta nueva situación de la presión y aprovechamiento de la aptitud productiva de los ovinos, el promedio de la población de vicuñas es de 2981 vicuñas, con una variabilidad que no excede al 6%. Como se observa, ambas variables, factor de consumo de los ovinos (FC) y número de días de permanencia de los ovinos (NDIA), influyen en el comportamiento de la población de vicuñas.

La Figura 4.2.4 muestra que durante los 10 primeros años, la población de vicuñas incrementa hasta alcanzar valores de 3063 animales, el cual será el nivel de estabilidad a lo largo del horizonte previsto. Teóricamente, la población de vicuñas debería guardar una relación inversa con el factor de consumo y el número de días de permanencia de los ovinos en la Reserva, en el tiempo el sistema sin tener en cuenta las condiciones iniciales.

El uso actual de la pradera de la RNPG, caracterizada por la presencia temporal de los ovinos, evidenciaría cuatro hechos importantes: En primer lugar, la adaptación al cabo de 500 años de una especie doméstica exótica al paisaje andino (ovino Criollo), y por ende, hoy se ha convertido en un importante contribuyente a la renta de la familia campesina. En segundo lugar, que se ha incorporado al manejo y control vertical de pisos ecológicos en los Andes peruanos como sugería Murra (1972); en ese sentido, los ovinos son parte de la búsqueda de una seguridad alimentaria y autosuficiencia económica de la familia campesina. En tercer lugar, es coincidente con los patrones de movilidad trashumantes descritos por Flores Ochoa (1977) a nivel de las comunidades alpaqueras de Paratía en la región Puno; quienes combinan el uso, tenencia y prácticas de manejo de la praderas andinas. Y, en cuarto lugar, la práctica vigente constituye una estrategia de producción de las zonas de montaña de parte de los pobladores campesinos alrededor de la baja productividad y a la alta incertidumbre de los ecosistemas de montaña.

Por otro lado, la descripción realizada en la RNPG, o sea la interacción de animales silvestres (vicuña) y domésticos (ovino Criollo) es muestra evidente de la relación ecológica vigente entre poblaciones de herbívoros silvestres y domésticos en régimen extensivo que compiten por hábitat y recursos. Como señala Rueda (2006) la selección de hábitat y la organización espacial se hace de acuerdo con la estructura espacial del territorio, de tal manera que determinadas zonas van a sufrir una mayor presión de pastoreo que otros.

Relaciones de esta naturaleza han sido descritas entre vicuñas y alpacas, aunque entre ellas, se indica que no se afectarán mutuamente; pero al parecer las vicuñas prefieren sus

territorios cuando los rebaños de alpacas pasan cerca de ellos (Koford, 1957). Por otro lado, se describe que estas situaciones varían con la estación de lluvias o seca, aunque en ambas épocas la pradera húmeda es preferida por las vicuñas y alpacas (Villalba, 2000)

En el modelo de simulación, la inclusión de niveles de consumo del ovino, no repercute negativamente en el comportamiento de la población de vicuñas; probablemente por su carácter temporal de dicho recurso. En el tiempo la posibilidad de presionar la capacidad de carga no es la alternativa próxima de las familias campesinas, pues probablemente existen otras alternativas como la migración rural acentuada en el área rural ayacuchana (Li, 2009); con relación a este escenario cabe precisar dos hechos importantes: el uso temporal de la Reserva y la escasa capacidad de carga de la misma. El primero refleja la estacionalidad de la producción de pastos y su baja productividad primaria; más aún ella es consecuencia de dos épocas definidas: lluvias y seca. En la pradera andina el crecimiento variable de los pastos ocurre en la época de lluvias; y la capacidad de carga de la Reserva parece limitar el incremento de la población de vicuñas a través de la productividad de la misma, la misma que está en función a los regímenes de precipitación pluvial.

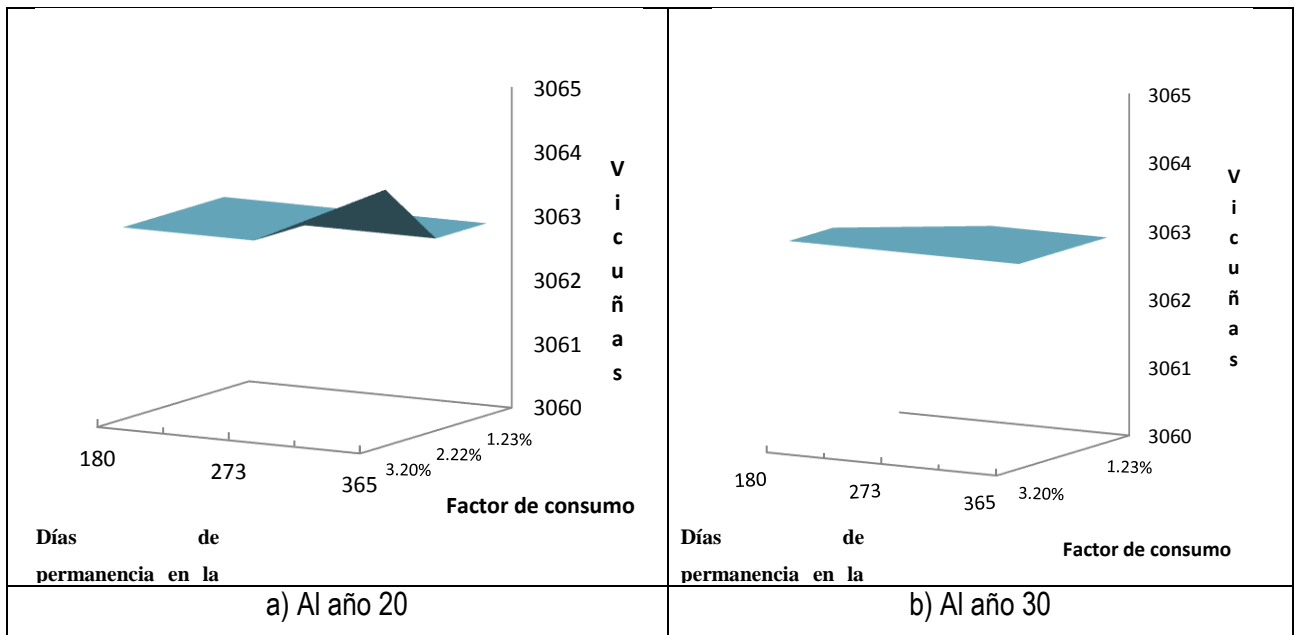
La Figura 4.2.5, muestra que al año 20 existe ligera variación en la población de vicuñas respecto a cambios en el factor de consumo (FC) y número de días de permanencia de ovinos (NDIA). Mientras que estas variaciones se eliminan al año 30, siendo el número final de vicuñas de 3063, bajo diversos iniciales de factor de consumo y días de permanencia en la Reserva; lo cual implica que el sistema omite las condiciones iniciales con las que inicia el sistema.

En términos de competencia, Izquierdo (1997) señala que dentro de los procesos más complejos, que tienen lugar en los agroecosistemas, es el relacionado con las interacciones que se establecen entre las plantas, entre plantas y animales y entre animales. En este último, la competencia estrictamente estaría definida por la captura del recurso limitante (pastos nativos) del medio por un individuo a expensas del otro (ovino a expensas de la vicuña) (Cousens, 1992, citado por Izquierdo, 1997). Debido a esto, los herbívoros silvestres (vicuña) y domésticos (ovino Criollo) podrían considerarse las especies clave del ecosistema de la RNPG.

A diferencia de lo que refiere Rueda (2006), el tamaño y población de los herbívoros provoca impactos sobre las relaciones de competencia, dispersión y reclutamiento entre animales, no resulta relevante; pues, en el caso de la RNPG, probablemente el determinante sea el uso temporal de los animales domésticos, que impone la familia

campesina, lo cual se acentúa en los años de sequía. Entonces, es en la época de seca donde no solo se incrementa la carga animal de la Reserva sino que se incrementa la competencia interespecífica y la coexistencia en la misma comunidad por el mismo recurso limitante, los pastos de la pradera.

Figura 4.2.5: Número de vicuñas al año 20 y 30 en la RNPG respecto al cambios el factor de consumo de ovinos (FC), número de días de permanencia de ovinos (NDIA) bajo precipitación constante.



Cuando se modifican las variables asociadas a los ovinos: el nivel de consumo (FC) y días de permanencia en la Reserva (NDIA) equivalente a una mayor presión del ganado ovino e intensificación del uso de la pradera de la Reserva, a causa del incremento de las necesidades de generar ingresos económicos para la población rural. A pesar de las modificaciones en las variables mencionadas, se muestran valores algo diferentes durante los 10 primeros años, luego la población de vicuñas alcanza el valor de 3063 vicuñas, el cual será el nivel de estabilidad a lo largo del horizonte previsto (hasta año 30), y evidenciando así que el sistema olvida las condiciones iniciales con las que inicia el sistema.

4.2.2.2 Escenario 2: Precipitación constante: variaciones de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000)

De las conclusiones del Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IIPC) (Prieto, *et al.*, 2006) se tiene una alta probabilidad de que haya un incremento de sucesos meteorológicos extremos, tales como olas de calor, mayor precipitación pluvial que darán lugar a inundaciones, temperaturas mínimas más altas y menos días fríos.

En dicha perspectiva, el cambio climático amenaza la disponibilidad de alimentos y fibras, la calidad, la confiabilidad y la predictibilidad de la producción agropecuaria, así como de los recursos naturales de los que depende el sector y el país para su desarrollo. Más aún, la producción agropecuaria se desarrollará en un ambiente de incertidumbre inherente sobre los impactos futuros del cambio climático, los cuales son difíciles de proyectar dadas las múltiples variables que interactúan.

Este escenario se considera probable debido a que tal como señala Stern, (citado por Oyhantcabal y Methol, 2009) “el peligro del cambio climático no está solo en el calor. La mayoría del daño es a partir del agua, o a la falta de ella: tormentas, sequías, inundaciones y aumento del nivel del mar”. Es decir, se prevé un aumento de variabilidad en la producción de pasturas y cultivos forrajeros, asociado a una mayor variabilidad de la precipitación pluvial, incluida una posible mayor frecuencia de sequías, lo que afectará la oferta de forrajes para los animales herbívoros (silvestres y domésticos) y la disponibilidad de agua de bebida.

La RNPG presenta probablemente una alta vulnerabilidad a déficits hídricos por la baja capacidad de almacenaje de agua y al mayor impacto que ejercen las altas temperaturas respecto a suelos de mayor profundidad y cobertura vegetal. Frente a ello, en este escenario la precipitación es constante, pero se analizan las variaciones que van desde niveles mínimos (100) hasta máximos (1000), en 10 corridas considerando la exclusión (SO) o inclusión de la población de los ovinos (CO).

Dado que las condiciones iniciales como el número inicial de vicuñas, el nivel de consumo de los ovinos y número de días de permanencia de ovinos en la Reserva no influyen a la población de ovinos, se mantienen las condiciones del modelo (N=2468, FC=3%; NDIA=267).

a. Precipitación constante: variaciones mínimos y máximos: (100 – 1000) sin ovinos

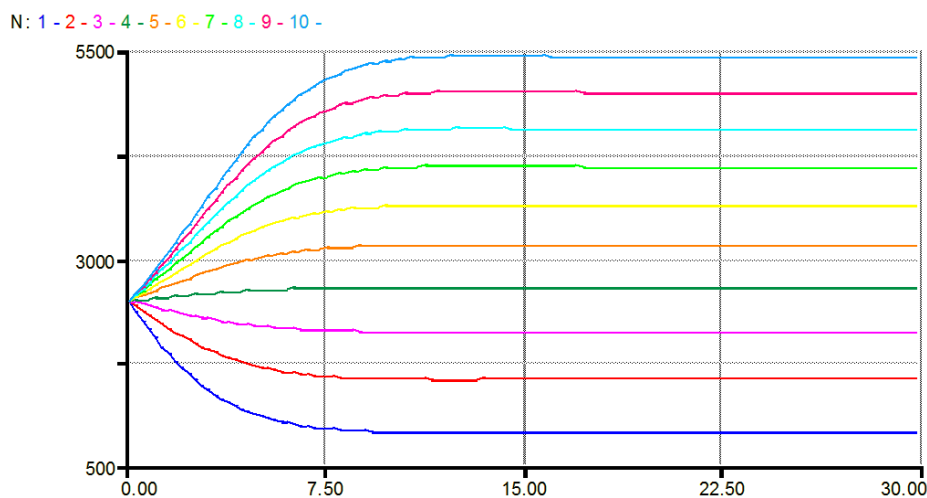
El comportamiento de la población de vicuñas en ausencia de ovinos muestra comportamientos variables para cada nivel de precipitación (Cuadro 4.2.4 y Figura 4.2.6).

En general, el comportamiento de la población de vicuñas en función a los cambios de la precipitación pluvial se puede dividir en tres grandes grupos: baja (menos de 300 mm), media (entre 300 y 800 mm) y alta precipitación (más de 800 mm).

El caso extremo de baja precipitación pluvial (períodos de sequía) muestra tasas de decrecimiento menos pronunciados de la población de vicuñas, en los próximos 8 años de inicio del horizonte; luego tienden a estacionarse hasta el final del horizonte. El promedio de la población de vicuñas tiende a decrecer notoriamente hasta en 20%, siendo en un escenario con lluvia escasa (PP: 100), valor promedio alcanza 1033 vicuñas, pero a partir del año diez se estabiliza en 884 vicuñas hasta el final del periodo.

En tanto que en el extremo superior (períodos intensos de lluvias) muestra, a diferencia de lo descrito anteriormente, las tasas de crecimiento de la población de vicuñas son más pronunciadas (45.3% anual), en los próximos 8 años de inicio del horizonte propuesto y, posteriormente, alcanzan un nivel estacionario por los 5426 vicuñas. En un contexto extremo (PP: 1000) la población de vicuñas alcanza un promedio de 5014 animales. Mientras que las precipitaciones medias (300 – 800 mm) muestran tasas de crecimiento decrecientes y crecientes de la población de vicuñas en función al nivel de la precipitación; de modo similar a lo señalado en los casos extremos se tornan estacionarios. En todos los casos considerados, al cabo de los 8 años, la población de vicuñas tiende a estacionarse en función al nivel de precipitación señalada.

Figura 4.2.6: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas en la RNPG, bajo diversos niveles de precipitación constante (PP: 100 a 1000) – Modelo sin ovinos



Cuadro 4.2.4: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos - Cambios en la precipitación 100 a 1000

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Si: PP=	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
N ₃₀	884	1526	2101	2636	3142	3628	4096	4551	4993	5426
M	1033	1623	2141	2616	3061	3483	3886	4274	4650	5014
MED	884	1526	2101	2636	3142	3628	4096	4551	4993	5426
DS	368	228	92	43	177	309	441	571	701	829
MIN	878	1521	2099	2468	2468	2468	2468	2468	2468	2468
MAX	2468	2468	2468	2637	3147	3635	4107	4565	5010	5445
CV	35.6%	14.0%	4.3%	1.6%	5.8%	8.9%	11.3%	13.4%	15.1%	16.5%

C_n= Simulación n, N₃₀=Vicuñas al año 30, PP=Precipitación, M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

Las Figuras 4.2.7 y 4.2.8, muestran que en el momento inicial (t_0), todas las simulaciones inician en 2468 vicuñas, y bajos diversos niveles de precipitación, en el tiempo los valores finales de las vicuñas muestran diferencias; pero a partir del año 10 las poblaciones de vicuñas tienden a un estado estacionario, dado un nivel de precipitación, lo cual se aprecia en que forman un plano.

Figura 4.2.7: Número de vicuñas del año 0 al 30 en la RNPG respecto a cambios en la precipitación (PP. 100 a 1000) – Modelo sin ovinos

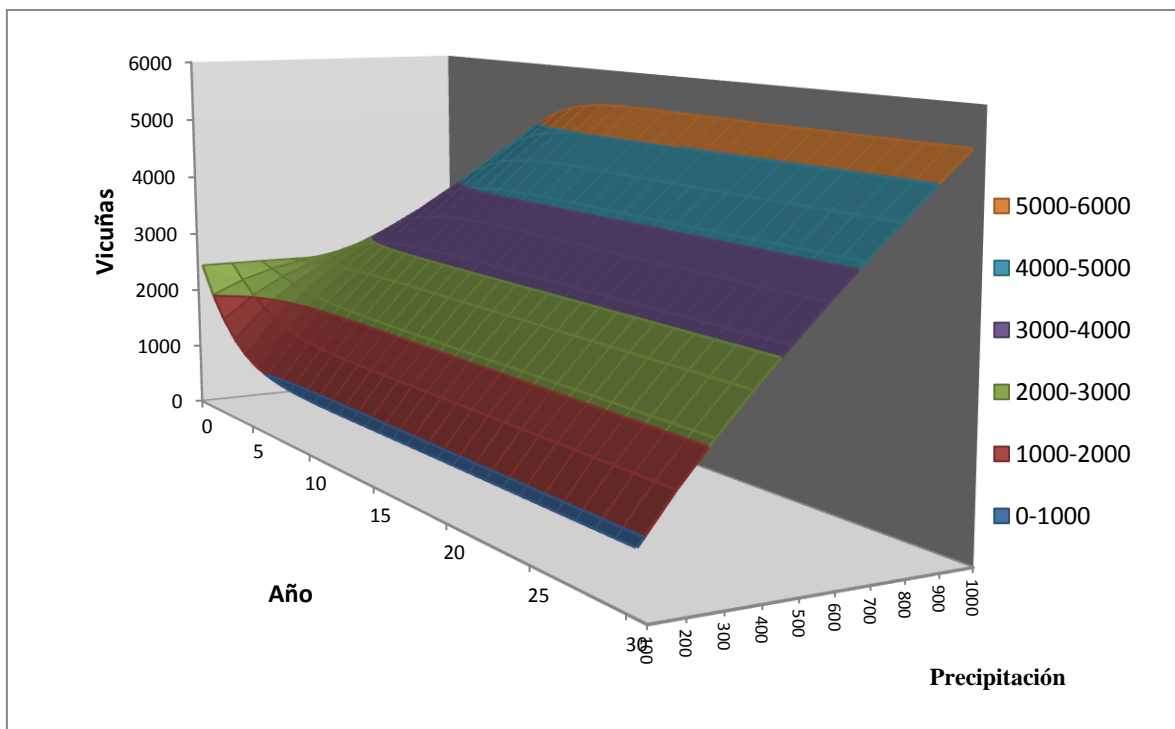
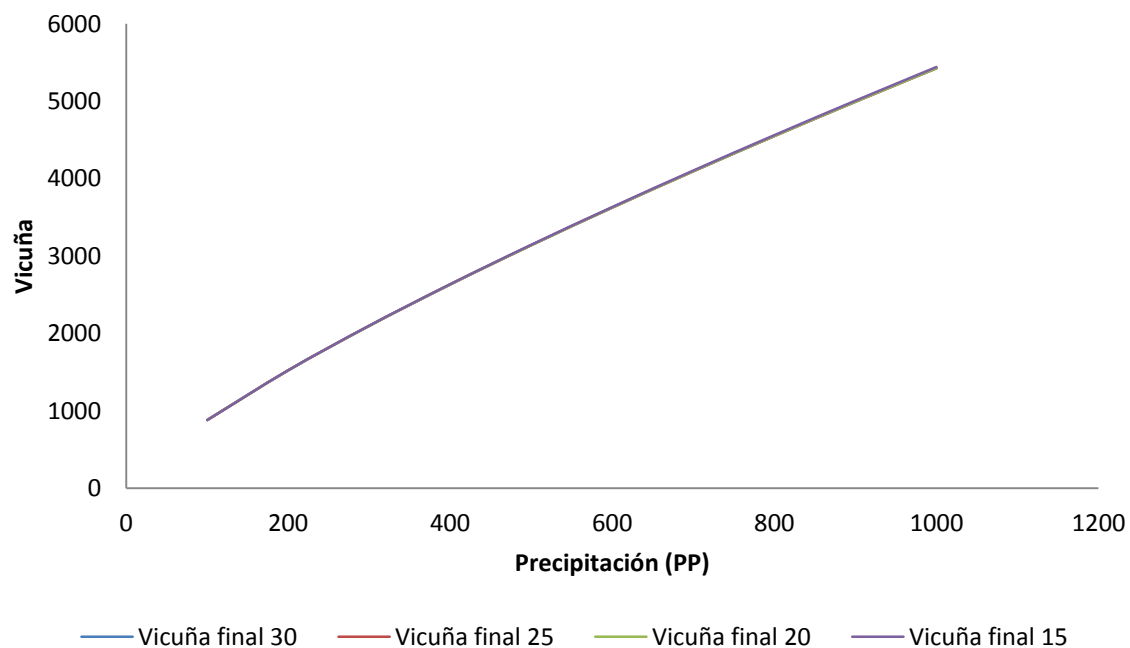


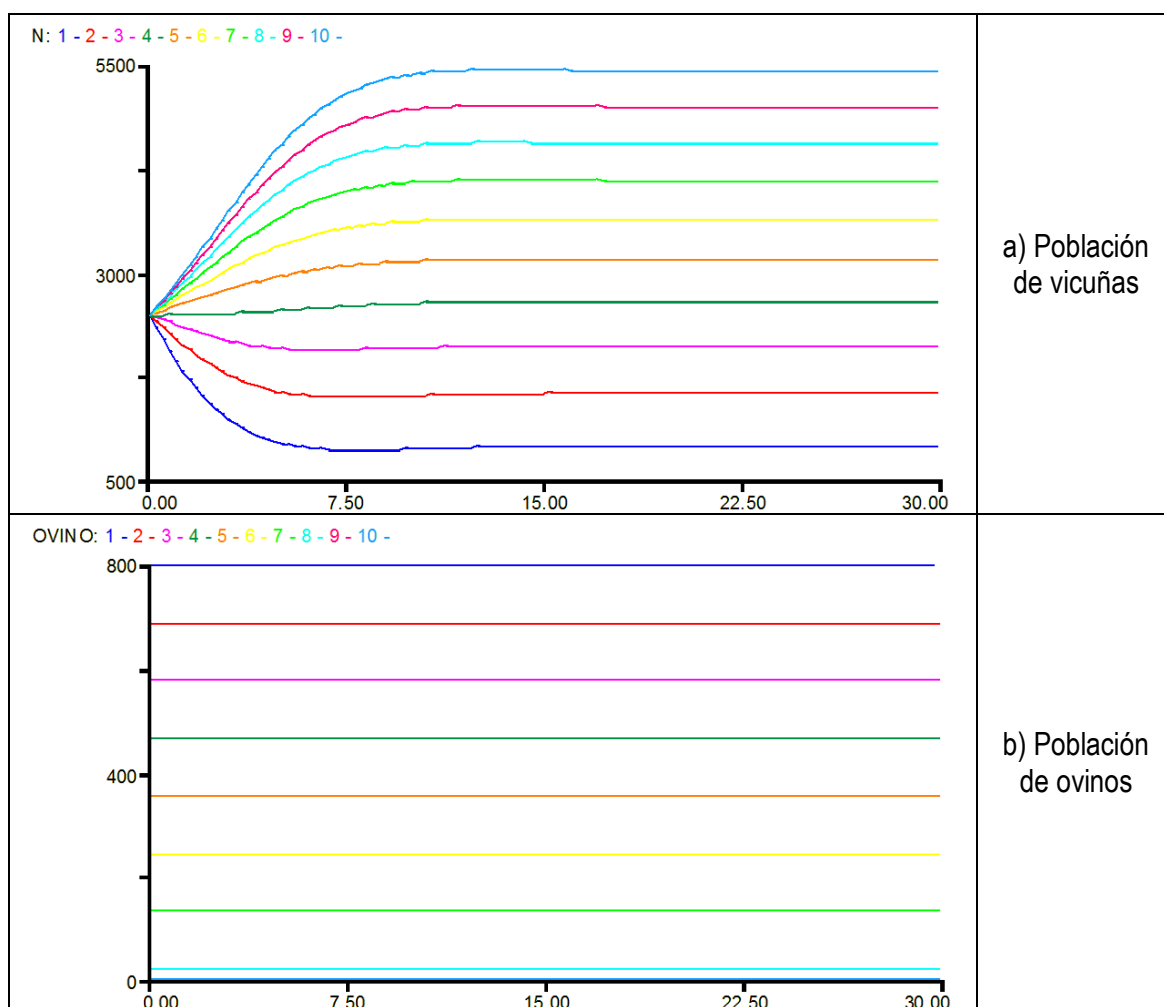
Figura 4.2.8: Número de vicuñas al año 15, 20, 25 y 30 en la RNPG respecto a cambios en la precipitación (PP. 100 a 1000) – Modelo sin ovinos



b. Precipitación constante: variaciones de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000) con ovinos

El comportamiento de la población de vicuñas, con inclusión de ovinos, muestra semejantes crecimientos a lo descrito en el escenario anterior (Cuadro 4.2.5 y Figura 4.2.9).

Figura 4.2.9: Evolución del comportamiento durante 30 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, bajo diversos niveles de precipitación constante (PP: 100 a 1000) – Modelo con ovinos



El comportamiento de la población de vicuñas con inclusión de ovinos muestra también la formación de tres grandes grupos: baja, media y alta precipitación. Los casos extremos, tienden a decrecer o crecer a una tasa de 20%, por tanto en un escenario de sequía (PP: 100) el promedio de vicuñas sería de 992 animales, mientras que en un contexto lluvioso (PP: 1000) las vicuñas alcanzan un promedio de 5014 animales; con una mediana que varía desde 884 a 5426, en tanto que la variabilidad a medida que se incrementa la precipitación disminuye de 35.2% al 16.5%.

Aunque, las tasas de crecimiento en el extremo de sequía son negativas y en el extremo lluvioso se tornan positivos; en tanto que a nivel de media precipitación muestran tasas crecientes intermedias entre los extremos.

Cuadro 4.2.5: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo con ovinos - Cambios en la precipitación 100 a 1000

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Si: PP=	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
N ₃₀	884	1526	2101	2636	3142	3628	4096	4551	4993	5426
M	992	1591	2117	2598	3048	3474	3882	4274	4650	5014
MED	884	1526	2101	2635	3142	3628	4096	4551	4993	5426
DS	350	215	86	59	185	314	443	572	701	829
MIN	831	1478	2049	2468	2468	2468	2468	2468	2468	2468
MAX	2468	2468	2468	2636	3145	3633	4106	4564	5010	5445
CV	35.2%	13.5%	4.0%	2.3%	6.1%	9.0%	11.4%	13.4%	15.1%	16.5%

Cn= Simulación n, No=Número inicial de población de vicuñas, M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

En dicho escenario, la población de ovinos muestra un comportamiento inverso a la precipitación pluvial, debido a que en un escenario de sequía (PP: 100) el promedio de ovinos alcanza su valor máximo alrededor de 800 animales; mientras que en un contexto lluvioso (PP: 1000) los ovinos se ausentan de la pradera de la RNPG. Es decir, en épocas con abundancia de lluvias, los ovinos permanecen en las zonas bajas (fuera de la Reserva), en tanto que en escenarios de sequía (lluvias escasas) los ovinos son movilizados hacia la Reserva; éste último evidencia la coexistencia en la pradera de animales silvestres (vicuñas) y domésticos (ovinos) (Cuadro 4.2.6).

Los resultados probablemente evidencian que las familias campesinas que acceden a la Reserva utilizan marginalmente los pastos de la Reserva; o sea el uso de la pradera de la RNPG es una estrategia alternativa de emergencia sin mayores propósitos de uso económico de la misma. Pues, en la época lluviosa, para las familias campesinas probablemente, debido a la mayor disponibilidad de rastrojos agrícolas y otros pastos temporales en los valles interandinos, no obliga recurrir a los pastos de la pradera de la puna.

Esto permite inferir que en caso de mayor disponibilidad de pastos, a causa de la mayor precipitación, en los valles interandinos estos serían suficientes para la provisión alimenticias de los ovinos.

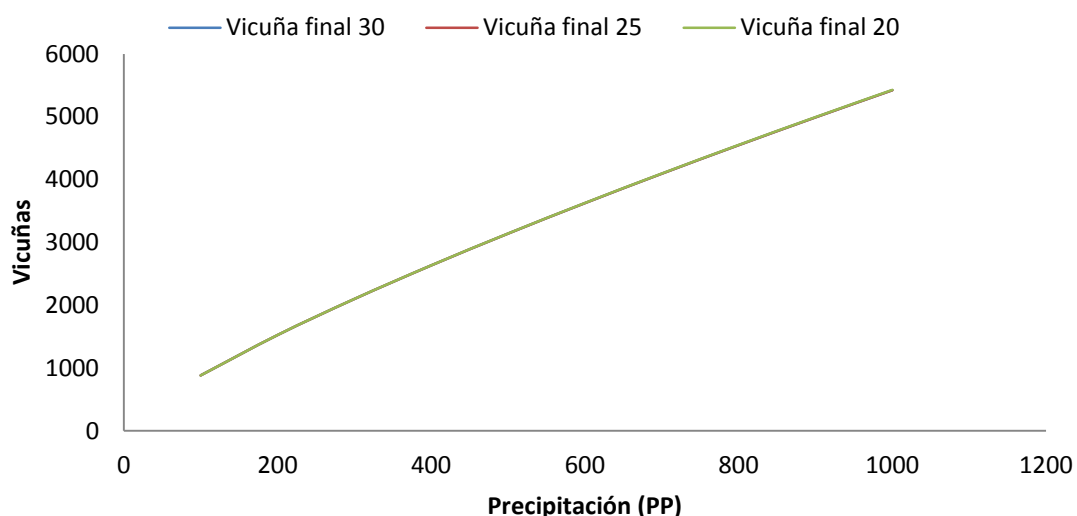
Cuadro 4.2.6: Estadísticos descriptivos de la población simulada de ovinos en la RNPG – Modelo con ovinos - Cambios en la precipitación 100 a 1000

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Si: PP=	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
M	800	688	576	465	353	241	130	18	0	0

Cn= Simulación n, M= Media

La Figura 4.2.10, muestra que tanto la población de vicuñas tiende al mismo valor, a partir del año 20, con diferencia que van hasta 5 vicuñas, que representan el 0.2 % del valor inicial.

Figura 4.2.10: Número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG, bajo diversos niveles de precipitación constante (PP: 100 a 1000) – Modelo con ovinos



La Figura 4.2.11, muestra el grado de asociación entre la población de vicuñas y ovinos con inclusión (CO) o exclusión de ovinos (SO) para los años 20, 25 y 30; en las tres situaciones, el nivel de asociación es perfecta, lo cual implica que a diversos niveles iniciales de precipitación (100 a 1000 mm), la población de vicuñas también crecerá de menos a mayor población. Este comportamiento estaría explicado a que la presencia de los ovinos en la Reserva no altera la dinámica de la población de vicuñas.

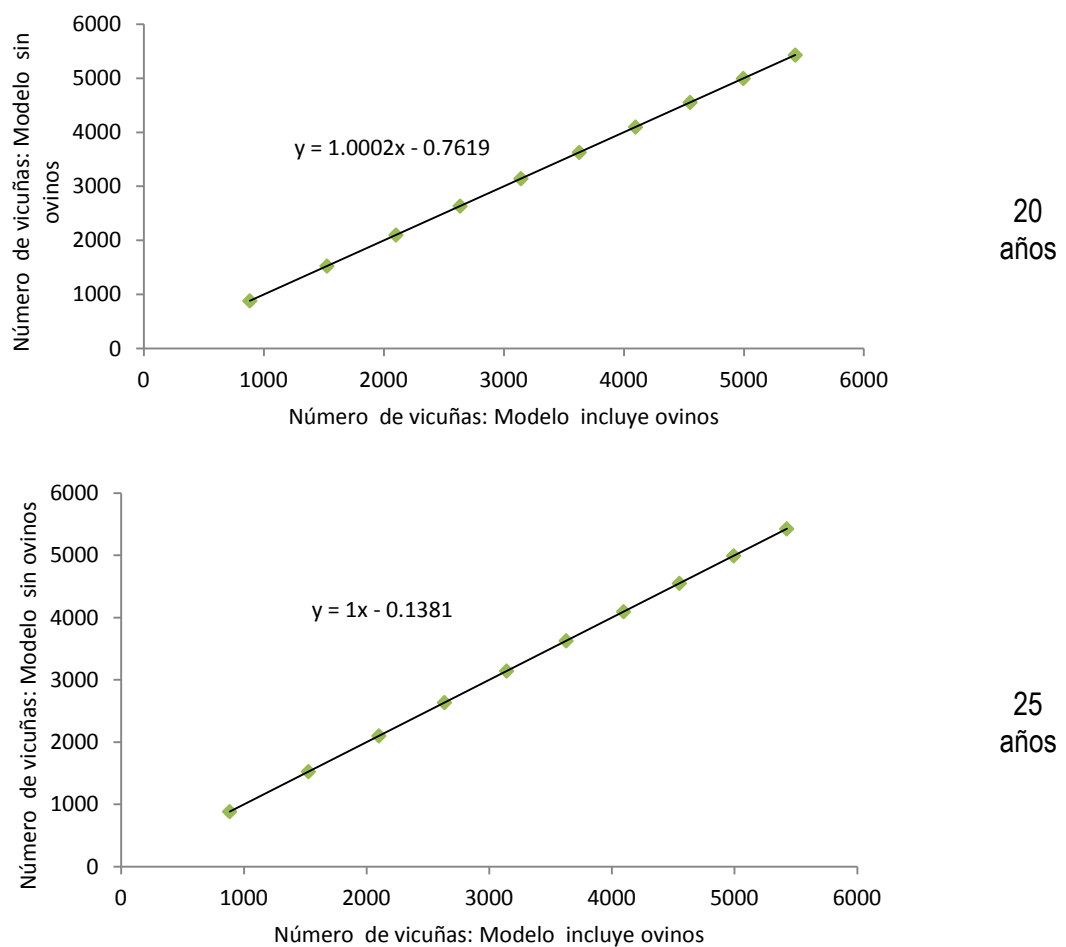
En el espacio andino, antes del Siglo XVI, según Rick (1980) (citado por Flores, 1988) la puna andina ofrecía un suministro tan rico y seguro de vicuñas a los habitantes primigenios que se convirtieron rápidamente en cazadores sedentarios. Ello, con la invasión europea ha sido trastornado; pues ahora en dicho espacio ha aparecido, junto a los camélidos sudamericanos silvestres y domésticos, el ovino criollo principalmente.

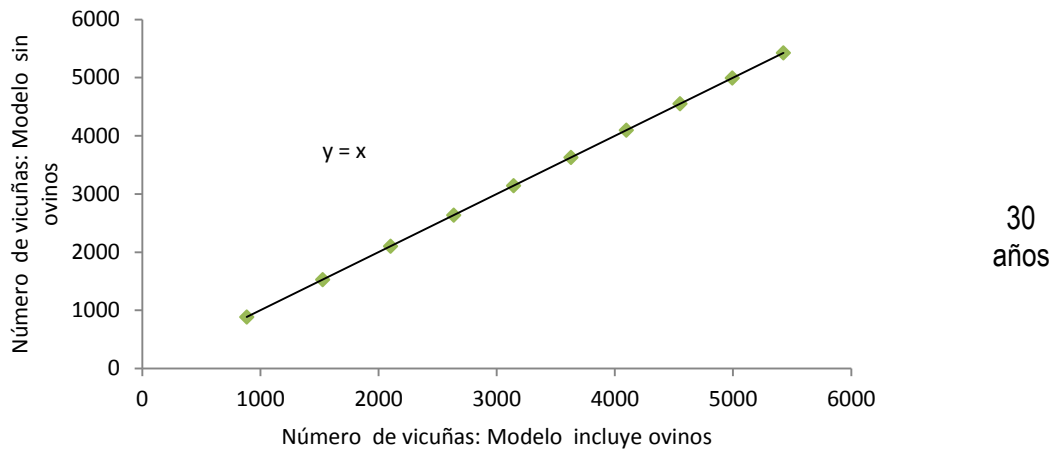
Entonces, al parecer la altitud puede ser la clave para entender el uso del espacio territorial de estas dos especies de herbívoros. Sin embargo, tal como señala Cajal (1998), la vicuña

continua presentado sus densidades más importantes en altitudes por encima de los 3,600 msnm, y cuya presencia decrece debajo de ella, coadyuva a ello la cantidad y calidad de la vegetación, parámetros importantes para esperar, la mayor o menor densidad de herbívoros y preferencias alimenticias de los animales, también se debe agregar la topografía y su geomorfología; y en consecuencia, los espacios abiertos, como la RNPG se constituyen en los últimos espacios para esta valiosa especie herbívora silvestre.

Las ecuaciones de la Figura 4.2.11, muestra que a medida que se avanza en el tiempo Y (modelo vicuñas sin ovino) tiende a X (modelo vicuñas con ovino), lo cual es un claro indicio de que no existe diferencia en el modelo la inclusión o exclusión de los ovinos, es decir, la presencia de los ovinos al momento inicial tendrá diferencias, pero en el tiempo los valores de la población de vicuñas será independiente del ganado ovino.

Figura 4.2.11: Número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo sin ovinos) respecto al número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo con ovinos), frente a diversos niveles iniciales de precipitación (PP: 100 - 1000)





Este escenario analiza las variaciones de la precipitación, que podrían ser atribuibles a los efectos del cambio climático en la precipitación, traduciéndose en el primer caso en déficits hídricos o en el segundo en lluvias abundantes.

Primero, en ausencia de ovinos muestra comportamientos variables para cada nivel de precipitación. El comportamiento de la población de vicuñas es altamente dependiente de la precipitación pluvial, dado que existen variaciones en la población de vicuñas cuando la precipitación es mínima o máxima; pero en general, a partir del año 10 las poblaciones de vicuñas tienden a un estado estacionario según cada nivel de precipitación.

Segundo, la población final de vicuñas (al año 30) es semejante ya sea que incluya o no a la población de ovinos. Cabe señalar que durante las épocas con abundancia de lluvias, los ovinos son bajos dado que permanecen en las zonas bajas (fuera de la Reserva), en tanto que en escenarios de sequía (lluvias escasas) los ovinos son movilizados hacia la Reserva; éste último evidencia la coexistencia en la pradera de animales silvestres (vicuñas) y domésticos (ovinos). Lo que sugiere las familias campesinas acceden a la Reserva para utilizar marginalmente los pastos, mientras que durante la época lluviosa, las familias campesinas, debido a la mayor disponibilidad de rastrojos agrícolas, no les obliga recurrir a los pastos de la pradera de la puna.

4.2.2.3 Escenario 3: Precipitación constante, con pulsos máximos y mínimos cada diez años

En el mundo, las causas que hacen variar a los elementos del clima de un lugar a otro y de una estación a otra, se denominan “factores climáticos” (latitud, altitud, corrientes marinas, etc.); dichos factores actúan con diferente intensidad y en combinaciones distintas sobre

los elementos y los hacen variar de una manera diferente originando los distintos tipos de clima.

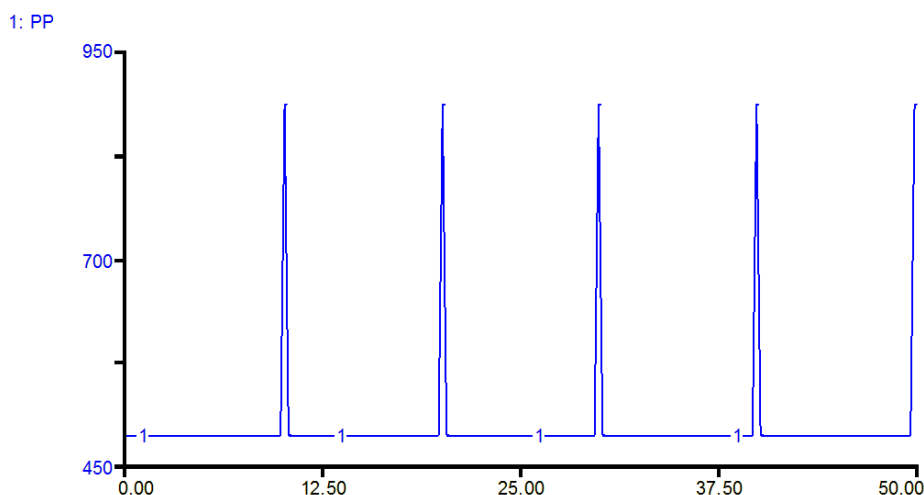
Uno de los más conocidos es el evento del “Niño” o “Niña” que son causados por las variaciones climáticas provocadas por los cambios en los patrones de circulación atmosférica y oceánica, originados en el este del Océano Pacífico Ecuatorial; éstas variaciones se reflejan en los patrones de lluvias y en las temperaturas medias de ciertas regiones. En el Perú, aquel “evento” tiene grandes repercusiones no solo en el tiempo sino, en gran medida, en el desarrollo de las actividades socioeconómicas. Esto último es lo que se pretende analizar en el comportamiento de la población de vicuñas con o sin inclusión de ovinos para un horizonte de 50 años.

Aun cuando no está claro y está pendiente de investigación el saber si el Niño en Pampa Galeras genera lluvias abundantes y la Niña genera sequías, o al revés, lo que de todos modos queda claro es que la ocurrencia de sequías y excesos de agua no es un evento infrecuente en Pampa Galeras, y sus efectos se analizan en esta sección.

a. Precipitación constante: con pulsos máximos de agua cada 10 años

Se ha generado un escenario con pronunciadas lluvias incorporando pulsos máximos, que equivalen a una precipitación máxima de 884 mm/año cada diez años; para visualizar la magnitud de los cambios se ha considerado un horizonte de 50 años; mientras que para los demás años la precipitación se hallaría en un promedio de 484mm/año, que equivale al promedio de 1966 a 1986. Siendo así, el comportamiento de la precipitación sería equivalente a lo mostrado en la Figura 4.1.12.

Figura 4.2.12: Evolución del comportamiento de la precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años.

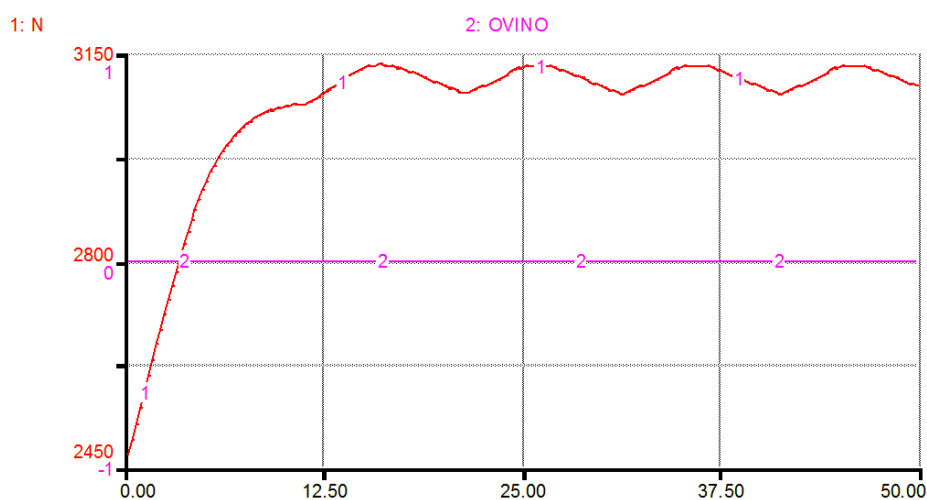


a.1 Precipitación constante: con pulsos máximos cada 10 años sin ovinos – exceso de agua

En general, bajo este contexto, la Figura 4.2.13 muestra que ante la periodicidad de los excesos agua la población de vicuñas crecería dentro la primera década, pero sin superar más allá de las 3,000 vicuñas; y luego, en las siguientes décadas, el comportamiento de la población de vicuñas tiende a estabilizarse incorporando oscilaciones recurrentes no pronunciados hasta el fin del horizonte de tiempo, en tanto que la variabilidad alcanza el 4.565%. El promedio de vicuñas fue 3 054, con un valor máximo de 3 131; la dinámica que muestra es de ciclo límite cuyos máximos y mínimos se muestran en el Cuadro 4.2.7.

Ante esta eventualidad climática, pareciera que la población de vicuñas no solo tiende a la reducción si no a mostrar oscilaciones, cuya intensidad disminuye en el horizonte propuesto.

Figura 4.2.13: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años – Modelo sin ovinos



Cuadro 4.2.7: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.

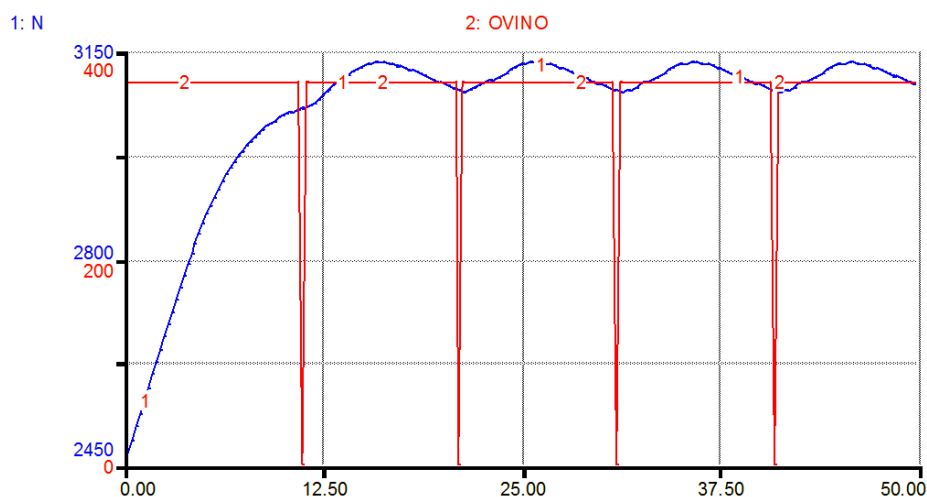
	M	MED	DS	MIN	MAX	CV
Vicuña	3054	3100	139.4	2468	3131	4.56%

M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

a.2 Precipitación constante: con pulsos máximos cada 10 años con ovinos – exceso de agua

En presencia de ovinos, la Figura 4.2.14 muestra el comportamiento de las poblaciones de vicuñas y ovinos, la primera muestra que a partir del año 13 la población tiende a tener ligeras oscilaciones recurrentes, mientras que la población de ovinos permanece constante en el tiempo y durante los años de elevada precipitación, estas no aparecen en la Reserva; dado que las mejores condiciones, a causa de la abundante lluvia, que se dan tierras abajo generan suficiente cantidad de forraje para los ovinos, por lo que no recurren a la Reserva.

Figura 4.2.14: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años – Modelo con ovinos



En presencia de ovinos, el promedio de la población de vicuñas es de 3046 con un valor máximo de 3132; la variabilidad en el horizonte alcanza el 4.89% (Cuadro 4.2.8). En tanto que, durante los años que no presentan abundantes pulsos de lluvia, la población de ovinos llega a 371 animales, mientras que en los años con abundante lluvia la población de ovinos no aparece en la pradera. Bajo este contexto el promedio de la población de ovinos es de 342.

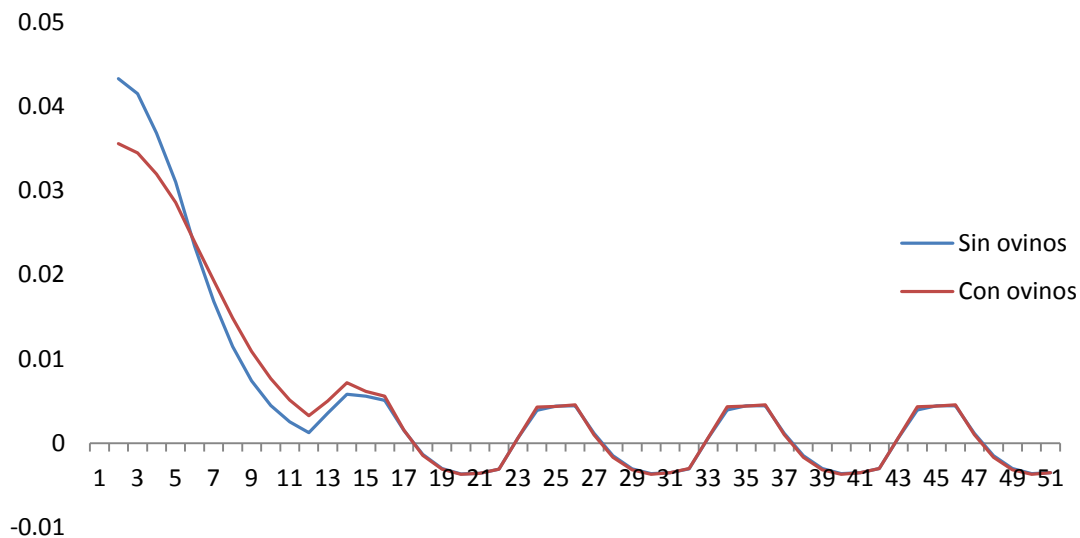
Cuadro 4.2.8: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas y ovinos en la RNPG – Modelo con ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.

Especie	M	MED	DS	MIN	MAX	CV, %
Vicuña	3046	3100	149	2468	3132	4.89
Ovino	342	371	101	0	371	29.46

M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

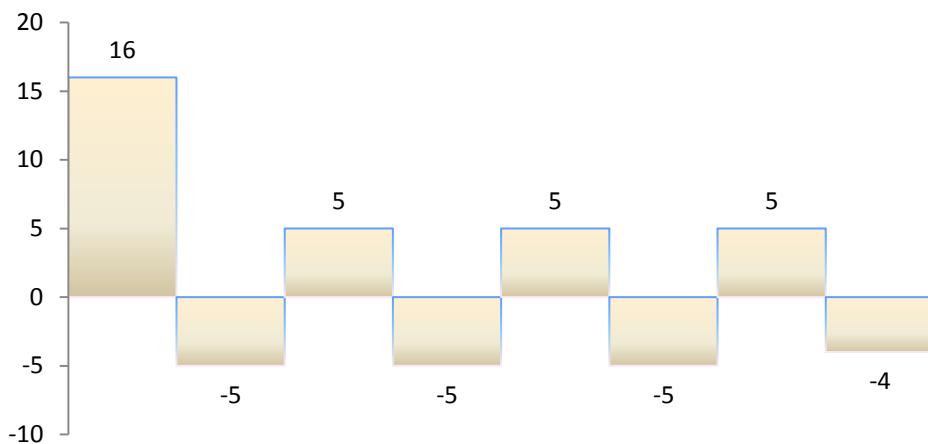
El supuesto de la precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años, graficada en la Figura 4.2.15, muestra la evolución de la tasa de crecimiento de la población de vicuñas en la RNPG, en presencia y ausencia de ovinos. Si bien las tasas de crecimiento con inclusión de ovinos tienen máximos de 3.56% y mínimos de -0.37%, mientras que con exclusión de ovinos alcanzan máximos de 4.33% y mínimos de -0.36%; ello corrobora la descripción de que en el horizonte la intensidad de las ondas oscilatorias recurrentes disminuyen en el tiempo, y a su vez, se superponen entre las curvas de la evolución de las tasas de crecimiento de la población de vicuñas con o sin inclusión de la población de ovinos.

Figura 4.2.15: Evolución de la tasa de crecimiento de la población de vicuñas en la RNPG del modelo con y sin ovinos, frente a una precipitación con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años



Con relación a la amplitud de los ciclos de la población de vicuñas en la RNPG, durante los 50 años presentan nueve ciclos los que tienen una amplitud que varía de cuatro a dieciséis años. Cabe destacar que, a partir de que la población de vicuñas tiende a un estado estacionario, los ciclos se dan cada 5 años tal como se observa en la Figura 4.2.16.

Figura 4.2.16: Evolución de la amplitud de los ciclos de la población de vicuñas en la RNPG, frente a una precipitación constante con pulsos de abundante lluvia (PP: 884) cada 10 años



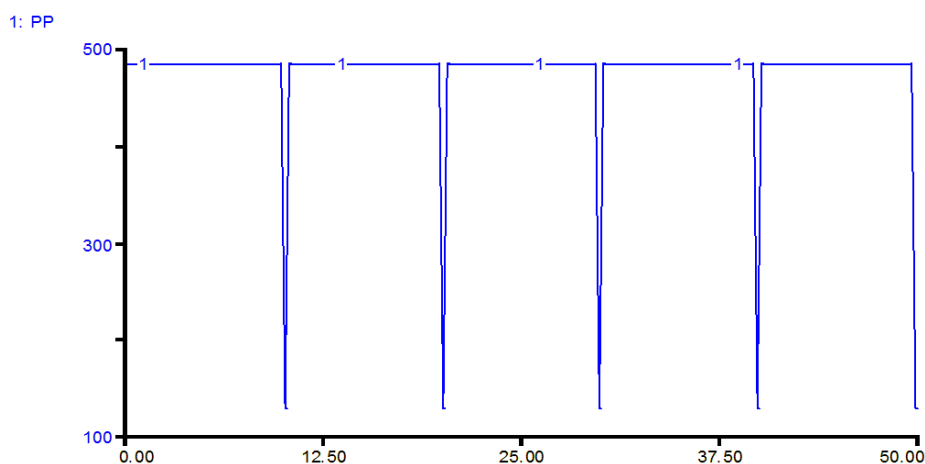
b. Precipitación constante con pulsos mínimos cada 10 años - sequía

En el Perú, la preocupación principal de las autoridades, frente al Niño son las lluvias intensas y los fenómenos derivados de ellas, y, por lo general, aquello es continuado por los períodos de sequía. Más aún las actividades productivas que son afectadas por el evento son la agricultura, la ganadería extensiva y las actividades silvopastoriles.

Torres y Gómez (2008) indican que el 70 % de la agricultura de la sierra del Perú se condujo bajo condiciones de secano; es decir que dependen de las lluvias, siendo la sequía uno de los fenómenos meteorológicos de mayor impacto en el sector agropecuario.

Por tanto este escenario incorpora pulsos mínimos, que equivalen a una precipitación de 84mm/año cada diez años, mientras que para los demás años la precipitación es 484mm/año, que equivale al promedio de 1966 a 1986. Siendo así, el comportamiento de la precipitación sería equivalente a lo mostrado en la Figura 4.2.17.

Figura 4.2.17: Evolución del comportamiento de la precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años



b.1 Precipitación constante: con pulsos mínimos cada 10 años sin ovinos - sequía

El comportamiento de la población de vicuñas, sin inclusión de ovinos, tiende a crecer durante la primera década, luego, el comportamiento de la población de vicuñas crea oscilaciones, cuya intensidad disminuye a medida que avanza el horizonte propuesto, alrededor de 3000 vicuñas; los que asemejan a la dinámica de la población de vicuñas descrita en el escenario de picos de abundante lluvia.

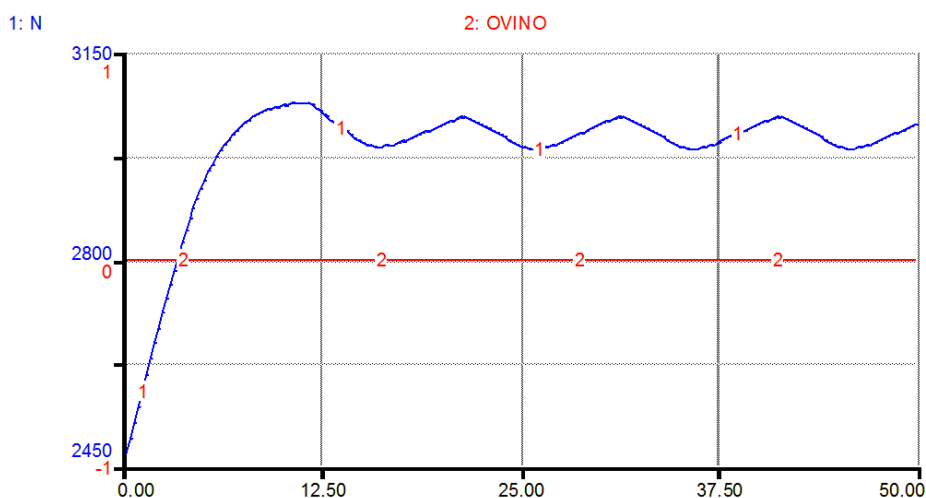
El promedio de la población de vicuñas es de 2981 animales, con un valor máximo de 3065, y el valor mínimo se registra en 2468 vicuñas que corresponde al año inicial, a partir del cual se observa un crecimiento; para luego estabilizarse incorporando oscilaciones recurrentes hasta el fin del horizonte de tiempo, en tanto que la variabilidad alcanza el 3.8%. (Cuadro 4.2.9 y Figura 4.2.18)

Cuadro 4.2.9: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas en la RNPG – Modelo sin ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.

	M	MED	DS	MIN	MAX	CV
Vicuña	2981	3006.07	114	2468	3065	3.8%

M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

Figura 4.2.18: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años – Modelo sin ovinos

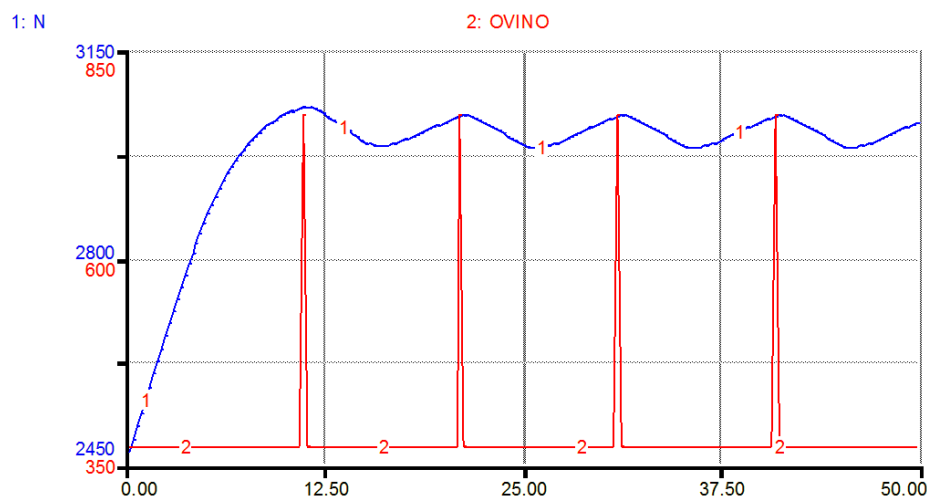


b.2 Precipitación constante: con pulsos mínimos cada 10 años con ovinos - sequia

En presencia de ovinos, la Figura 4.2.19 muestra similar comportamiento de la población vicuñas del caso anterior. Aunque, a partir del año 13 la población tiende a tener ligeras oscilaciones, con intensidades que disminuyen en el horizonte; mientras que la población de ovinos permanece constante en el tiempo, excepto durante los años de sequía, donde incrementan a un nivel máximo en la Reserva.

A diferencia de lo observado en años con mayor intensidad de lluvias, en las épocas de sequías, las familias campesinas recurren a la búsqueda de pastos naturales para la alimentación de sus ovinos y proveen sus necesidades nutricionales, es decir presionan al sistema vía el uso de la Reserva. Este comportamiento descrito coincide con la segunda solución de las familias campesinas de Niepos (sierra norte del Perú) (Mesclier y Chaléard, 2009) quienes sostienen que al no tener suficiente pasto para la alimentación de sus animales recurren a dos soluciones: alquilar pastos a sus vecinos o enviar a sus animales a las pasturas colectivas (tal como la Reserva) debido a que este último es menos costosa.

Figura 4.2.19: Evolución del comportamiento durante 50 años de la población de vicuñas y ovinos en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años – Modelo con ovinos



En presencia de ovinos, la población de vicuñas alcanza un valor máximo de 3053. A partir de año 10 se estabiliza y muestra oscilaciones recurrentes hasta el final del horizonte de tiempo con una variabilidad que alcanza el 4% (Cuadro 4.2.10). Para la población de ovinos, en los años que no presentan sequías, la población es de 371 ovinos, mientras que los años con sequías la población de ovinos se duplica (773 animales).

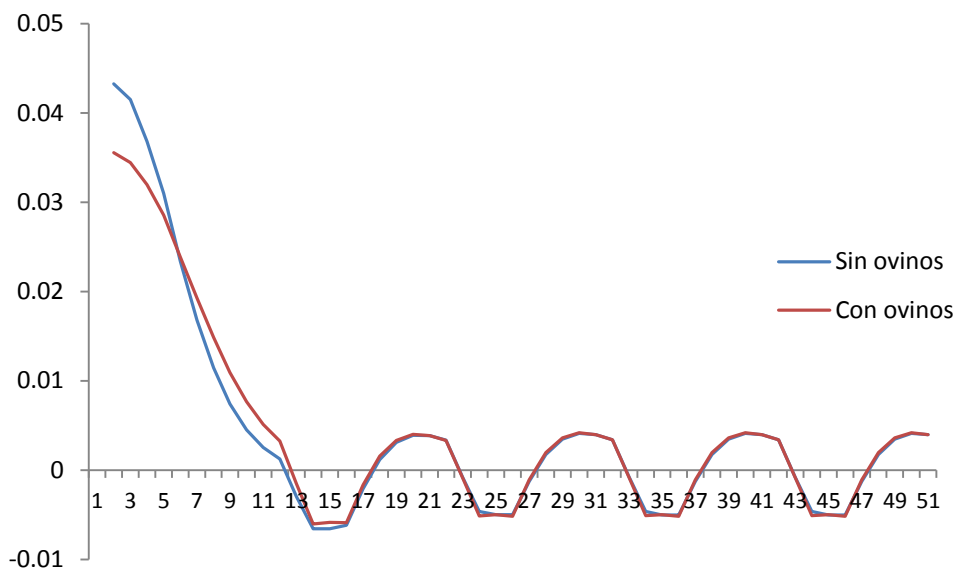
Cuadro 4.2. 10: Estadísticos descriptivos de la población simulada de vicuñas y ovinos en la RNPG – Modelo con ovinos - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.

	M	MED	DS	MIN	MAX	CV
Vicuña	2972	3005	120	2468	3053	4.0%
Ovinos	402	371	109	371	773	27%

M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, MIN= Mínimo, MAX= Máximo y CV= Coeficiente de variabilidad.

En condiciones de precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84 mm/año) cada 10 años, la evolución de la tasa de crecimiento de la población de vicuñas en la RNPG, con o sin inclusión de la población de ovinos, implica tasas de crecimiento anual con inclusión de ovinos que tienen valores máximos de 3.6% y mínimos de -0.6%, mientras que, con la exclusión tienen máximos de 4.3% y mínimos de -0.7%; es decir, la población de ovinos disminuye ligeramente la variabilidad en la población de vicuñas.

Figura 4.2.20: Evolución de la tasa de crecimiento de la población de vicuñas en la RNPG, frente a una precipitación con pulsos de escasa lluvia (PP: 84 mm/año) cada 10 años

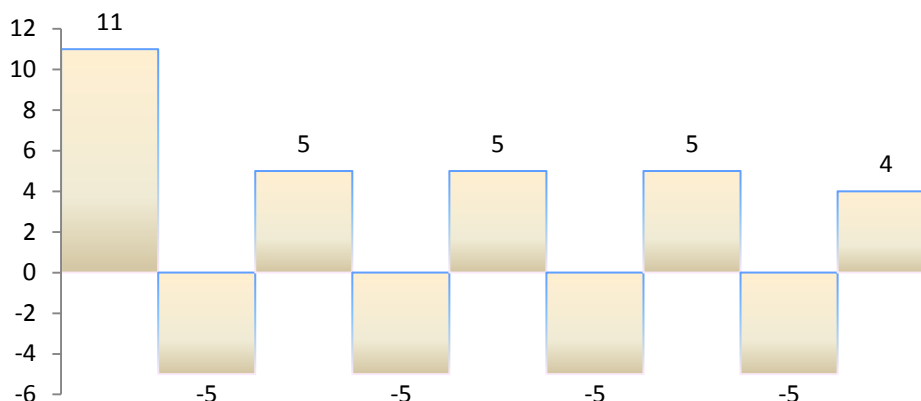


En un horizonte de 50 años se presentan ciclos regulares en la población de vicuñas, además éstos tienen una amplitud que oscilan de cuatro a once años. Cabe destacar que a partir de la población de vicuñas, que tiende a un ciclo limite, los ciclos se dan cada 5 años (Figura 4.2.11).

Un aspecto a resaltar es que bajo escenarios de sequía disminuye la amplitud de las oscilaciones, asimismo, los pulsos de abundante o escasa lluvia incorporan ondulaciones en la dinámica de la población de vicuñas, con ciclos de una amplitud de 5 años. Sin embargo, no se debe dejar de lado que los eventos climáticos extremos, históricamente, son más severos y con relativa mayor frecuencia en la región andina; pues sucesivos eventos como el Niño, con impactos considerables, han ocasionado altos grados de vulnerabilidad, en particular, sobre la producción agropecuaria. Al parecer el fenómeno es inevitable y obliga a modificar los estilos de vida y buscar nuevas formas de equilibrio con la naturaleza (Vacacela, 2011).

Al parecer, los efectos del cambio climático en la RNPG, no solo se correlacionan con la intensificación del ciclo del agua, que se manifiesta en las tendencias al cambio climático patrón de las precipitaciones y al deshielo de los glaciares de montañas sino principalmente que aquello implicaría alteraciones que afectarían la convivencia humana, a los sistemas y procesos ecológicos básicos para la diversidad de la vida, para la vida en todas sus expresiones (Llosa *et al.*, 2009)

Figura 4.2.21: Evolución de la amplitud de los ciclos de la población de vicuñas en la RNPG, frente a una precipitación constante con pulsos de escasa lluvia (PP: 84) cada 10 años



La primera parte de la sección analiza, el escenario de precipitación constante, con pulsos máximos y la segunda con pulsos mínimos cada diez años.

Entonces, ante la periodicidad de los excesos de agua, la población de vicuñas crece dentro la primera década, luego incorporando oscilaciones recurrentes, muestra un comportamiento de ciclo limite; ya sea que el modelo incluya o no a los ovinos. Además, bajo este escenario de que el ganado ovino permanece constante en el tiempo y durante los años de elevada precipitación, ésta especie no se presenta en la Reserva debido a las mejores condiciones, que se dan tierras abajo, a causa de la abundante lluvia generan suficiente cantidad de forraje para los ovinos.

En el contexto que exista sequía periódica, cada 10 años, el comportamiento de la población de vicuñas, con y sin la inclusión de ovinos, tiende a crecer durante la primera década, luego, el comportamiento de la población crea oscilaciones. Por otro lado, la población de ovinos se incrementa en un 100% al año siguiente después de ocurrida la sequía debido a que las familias campesinas recurren a la búsqueda de pastos naturales para la alimentación de sus ovinos proveídos por la Reserva.

4.2.2.4 Escenario 4: Precipitación aleatoria, entre valores mínimos (161) y máximos (836)

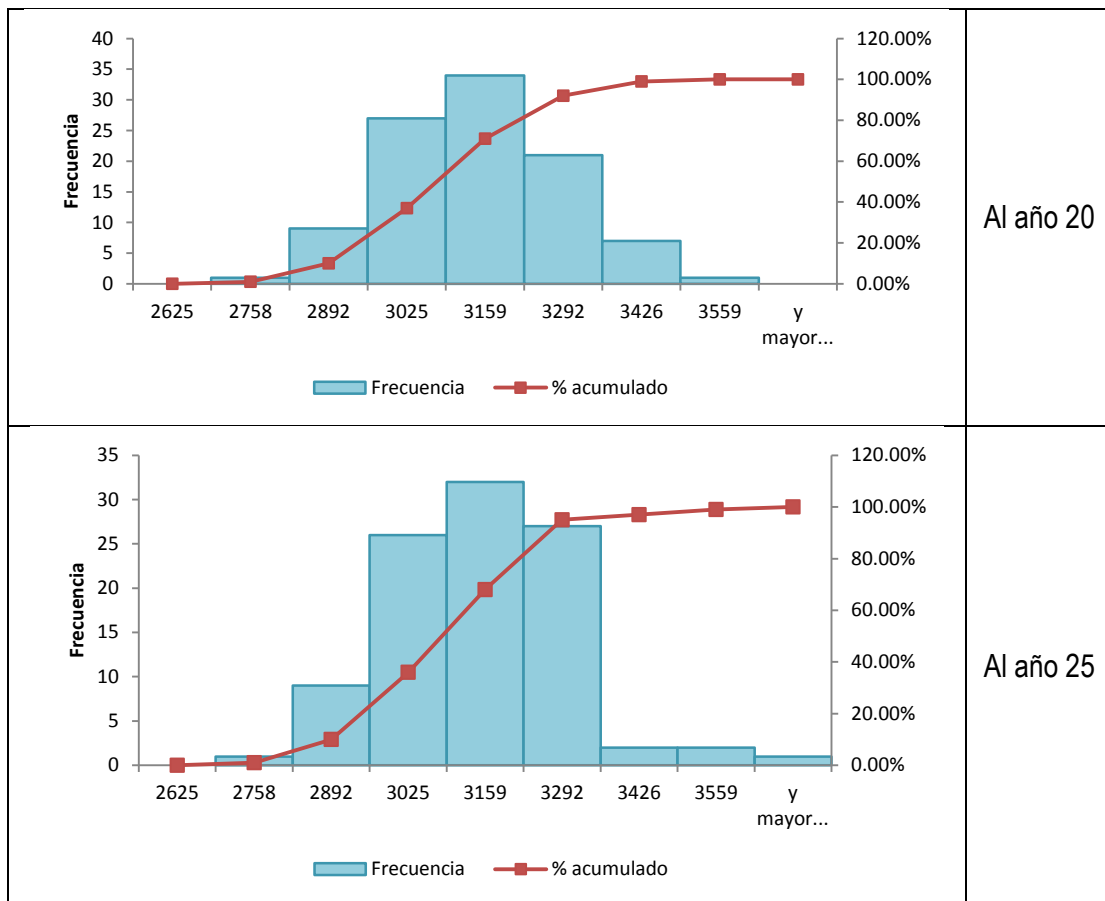
Esta situación refleja un escenario donde la incertidumbre está presente en el nivel de precipitación, con variaciones aleatorias entre los valores mínimos y máximos, registrados durante 1966 a 1986, (PP=161 a 836), en base a ello se realizaron 100 corridas y sus respectivos histogramas.

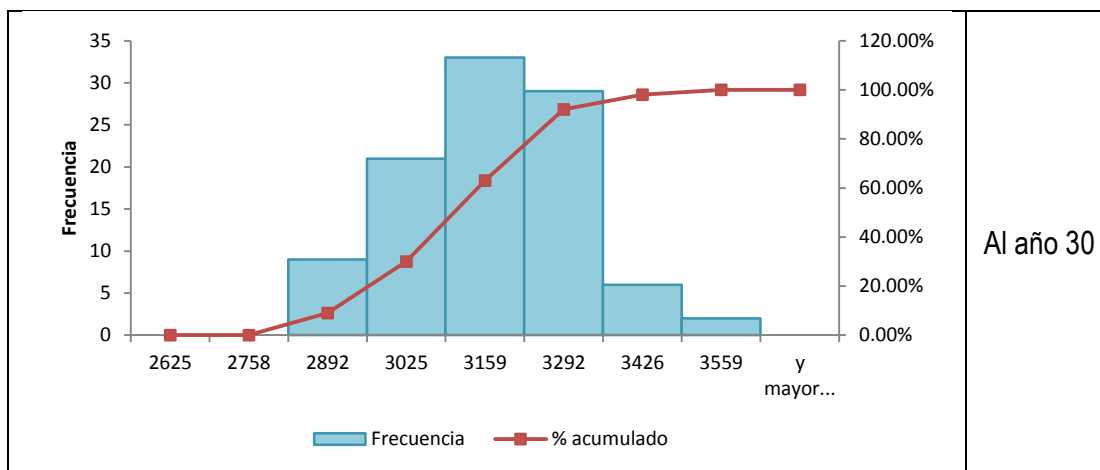
a. Precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836) – Modelo sin ovinos

En ausencia de ovinos (Figura 4.2.22) el comportamiento de la población de vicuñas muestra una acumulación en la clase cuya marca de clase es 3159 vicuñas para el año 20, 25 y 30. Cabe destacar que en las tres situaciones la distribución tiende a agruparse en los valores centrales.

En una situación con precipitación aleatoria, la mayor preocupación radica en la época lluviosa, pues ésta es corta y la mayor frecuencia de tormentas violentas hacen que el desarrollo de los pastos naturales sea más difícil, ocasionando erosión en algunas zonas (Chaplin, 2011)

Figura 4.2.22: Histograma del número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo sin ovinos), bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones



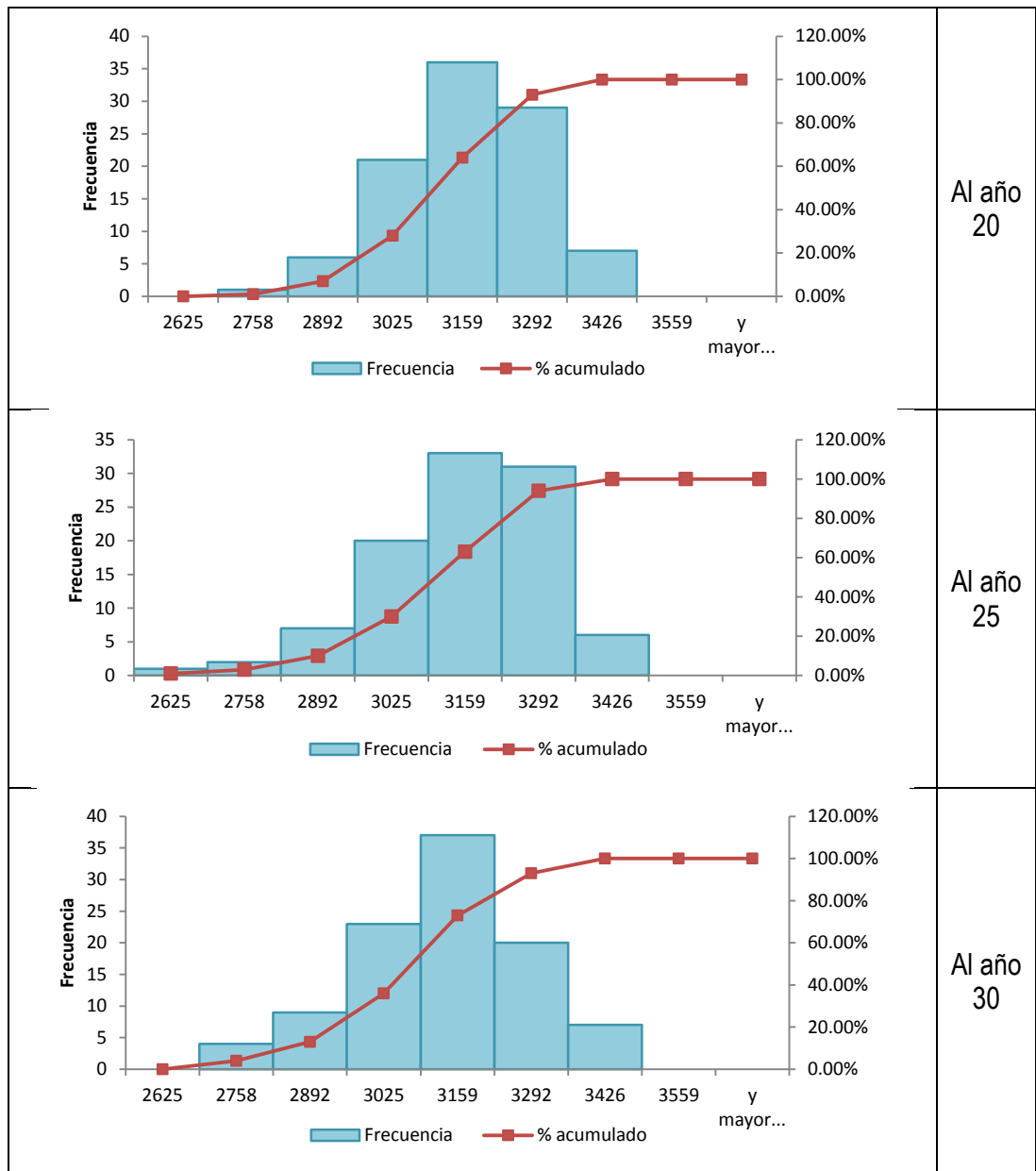


b. Precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836) – Modelo con ovinos

En presencia de ovinos, el comportamiento de la población de vicuñas muestra una acumulación en la clase cuya marca es de 3159 vicuñas para los años 20, 25 y 30. De modo similar, en las tres situaciones, la distribución tiende a agruparse en los valores centrales. Otro aspecto es que, a pesar de que la lluvia pueda ser aleatoria, la población de vicuñas tiende a concentrarse en 3 clases que van de 3025 a 3292 y que concentra alrededor del 80% de la población de vicuñas, lo cual evidencia que, en un escenario de incertidumbre, las vicuñas tienden a un valor medio de 3159 vicuñas.

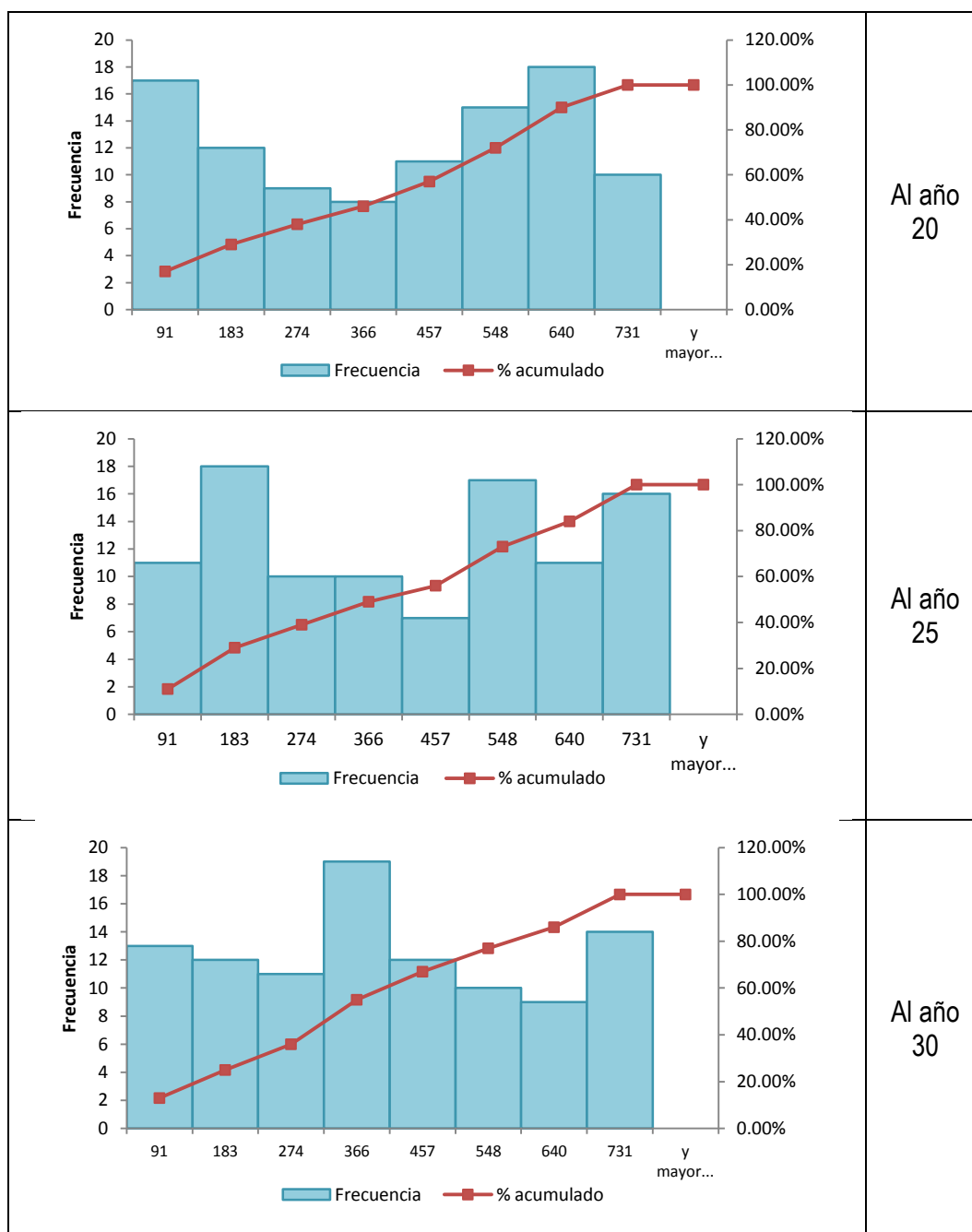
En un contexto de precipitación aleatoria las familias campesinas, como una estrategia de sobrevivencia, reducen el tamaño o aceptan el bajo estado de carnes de sus rebaños de ovinos como un esfuerzo para conservar un “seguro” para enfrentar tiempos difíciles. El primero reduce la capacidad de ahorro de las familias campesinas, inclusive, en épocas de sequía llegan a vender todos sus animales; y el segundo reduce el valor de sus productos y atenta la salud del capital de semovientes de la familia campesina. En conjunto ambos afectan el ingreso de la familia campesina.

Figura 4.2.23: Histograma del número de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo con ovinos), bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones



La prueba de Kolmogórov-Smirnov aplicada a las poblaciones de vicuñas al año 20, 25 y 30 en la RNPG del modelo, con y sin ovinos, no muestra diferencias estadísticamente significativas entre estas dos condiciones, es decir, no hay evidencia estadística para indicar que la presencia de la población de ovinos cambia la distribución de la población de vicuñas al año 20, 25 y 30. En tanto el comportamiento de la población de ovinos muestra una acumulación casi equitativa entre todas las clases para los años 20, 25 y 30.

Figura 4.2.24: Histograma del número de ovinos al año 20, 25 y 30 en la RNPG (Modelo con ovinos), bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones



El último escenario de la precipitación aleatoria muestra variaciones desde valores mínimos (161) y máximos (836). En ausencia y presencia del ganado ovino, el comportamiento de la población de vicuñas muestra una acumulación en la clase, cuya marca de clase es 3159 vicuñas para el año 20, 25 y 30, lo cual confirma que los ovinos no alteran el comportamiento de la población de vicuñas; además no hay evidencia estadística para indicar que la presencia de la población de ovinos cambia la distribución de la población de vicuñas al año 20, 25 y 30.

4.3.DE LA ESTABILIDAD ECONÓMICA ENTRE VICUÑAS Y OVINOS

4.3.1. Caracterización del precio de la fibra

En el país, desde tiempos ancestrales se da el aprovechamiento de la vicuña a través del Chacu; ésta ha proporcionado productos como la fibra, la piel y la carne para la elaboración de prendas de vestir o alimentación del hombre. Recientemente se ha dado apertura al aprovechamiento comercial de la fibra, debido al alto precio que se percibe por ella, por la gran finura y escasez de las fibras especiales naturales de origen animal. Tal vez por ello, Pasquel y Bayly (2006), señalan que el valor de la fibra de vicuña no resiste ambigüedades; sin lugar a dudas, es la fibra animal de mayor finura y eso la convierte en la más costosa del mundo, superando en diez veces, a su próximo competidor la cachemira.

Además, FIA (2008) menciona que, a nivel mundial, se produce cerca de 30 millones de toneladas de fibras naturales, de los cuales 20 millones de toneladas corresponden a la producción de algodón, la lana y el yute alcanzan los 2 a 3 millones de toneladas, y las otras fibras especiales están en ínfima proporción; ello es una clara evidencia de la escasez de la fibra de vicuña y por ende justifica su alto precio en el mercado internacional.

La Figura 4.3.1, muestra la evolución del precio de la fibra de vicuña entre 1997 y 2011; valores hallados bajo la utilización del Índice de Precios al Consumidor de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos; con base a ello, entre 1997 y 1998 se registró los precios más altos del horizonte que alcanzó US\$ 1300/kg; para después decaer y sostenerse entre US\$ 394/kg y US\$ 523/kg. Esta serie de precios fue la base para el análisis económico del presente estudio.

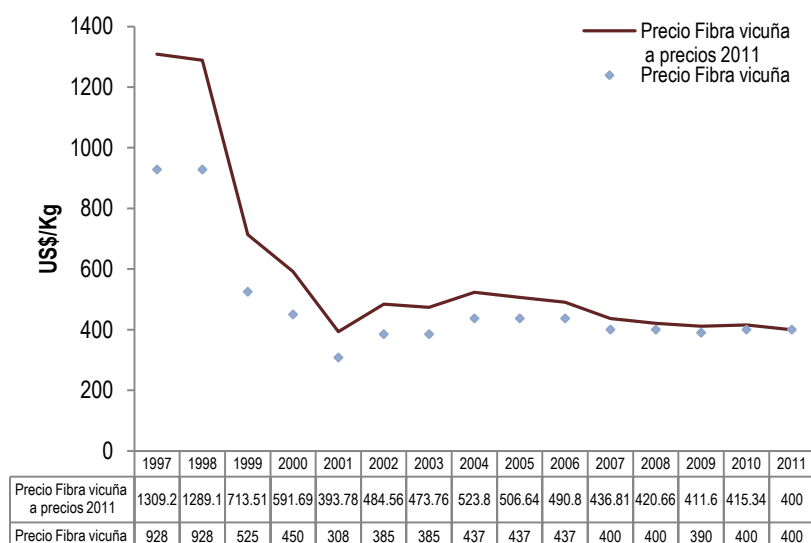
Dentro de otras fibras finas especiales del mundo se tiene el Mohair, cuyo diámetro es casi el doble (23 a 38 micras) respecto a la fibra de vicuña (12 a 15 micras); pero la evolución del precio del mohair (1963 al 2010) muestra un comportamiento abrupto en el rango de US\$ 1.28 y US\$ 15.94/kg (Cuadro 4.3.1), para el periodo 1963 a 2010, y una alta variabilidad del 68% que caracteriza a la aleatoriedad de la serie comparable al ruido blanco.

Cuadro 4.3.1: Estadísticos descriptivos de la fibra de vicuña y mohair.

Precios, kg	M	MED	D.S.	C.V.	MIN	MAX	RNG	N
Fibra vicuña	482	474	90	19%	394	714	320	13
Fibra Mohair	5.17	3.94	3.50	68%	1.28	15.94	14.66	48

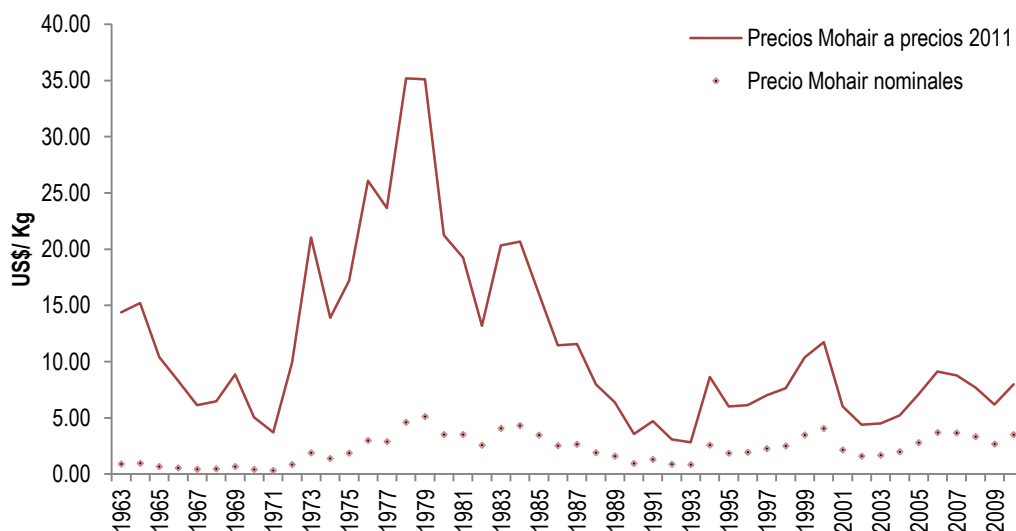
M= Media, MED=Mediana, D.S.= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variabilidad, MIN= Mínimo y MAX= Máximo, RNG= Rango y N= número de observaciones.

Figura 4.3. 1: Evolución del precio de la fibra de vicuña a precios constantes y a precio base 2011 en la RNPG durante 1997 a 2011



Fuente. Jefatura RNPG

Figura 4.3.2: Evolución del precio de la fibra de Mohair producida en EEUU a precios constantes y a precio base durante 1963 a 2010



Fuente. Departamento Nacional de Agricultura de los Estados Unidos.

A precios nominales, el comportamiento de la fibra de vicuña oscila en un rango (308 a 525 US\$/Kg) estable y con una media de US\$412/Kg para un periodo de 13 años, mientras que el comportamiento del mohair, cuya serie abarca 48 años, muestra un comportamiento aleatorio. Mientras que, a precios base 2011, es decir, cuando se elimina el efecto de la inflación en precios, el comportamiento de la fibra de vicuña oscila en un rango (394 a 714 US\$/Kg) y alcanza una media de US\$482/Kg para un periodo de 48 años.

Lo anterior plantea, dos escenarios definidos para el precio de la fibra de vicuña, el primero que considera el comportamiento de la fibra constante en el tiempo, relacionado a la certidumbre del precio en el corto plazo; y el segundo, considera el comportamiento de la fibra de vicuña aleatorio, mostrando así la incertidumbre del precio de la fibra en el largo plazo.

4.3.2. De la simulación del modelo

Con base en la caracterización de los elementos del sistema descrito en 4.3.1 y el modelo propuesto en 4.4; se ha estimado los flujos de beneficios del sistema, originados por la producción de fibra de vicuña, para un horizonte de 15 años (periodo de obsolescencia de las mallas).

Un aspecto a señalar es que el ingreso anual, por la crianza de ovinos, asciende a US\$ 360, mientras que el ingreso promedio, por la fibra de vicuña, asciende a US\$ 57778; por tanto, los ingresos por ovinos representan solo el 0.6% del ingreso proveniente de la fibra de vicuña. Es por ello, para propósitos del estudio se ha excluido el efecto de la presencia del ovino en la Reserva debido a dos razones: El primero referido a su reducido número en relación a la población de vicuñas y presencia temporal del mismo; y la segunda debido a los bajos precios de la lana (S/. 0.50/libra) y la carne (S/. 8.00/Kg), en comparación al precio de la fibra de vicuña.

Además, el modelo considera dos grandes escenarios: el primero relacionado al precio constante para la fibra de vicuña y el segundo relacionado a la aleatoriedad de precios de la fibra de vicuña.

Cabe señalar que para el análisis económico se han considerado los indicadores de rentabilidad a un costo de oportunidad del capital (COK) del 14% siendo las siguientes: Valor actual neto del flujo de beneficios (VAN), Razón Beneficio Costo (B/C) y Valor actual neto del flujo de beneficios por familia (VANFAM).

4.3.2.1 Escenario 1: Comportamiento económico en ausencia de estocasticidad a nivel del precio de la fibra de vicuña

Este escenario considera el precio de la fibra de vicuña como constante durante el periodo de estudio, el cual corresponde al precio promedio entre 1999 a 2011 (412 US\$/kg de fibra). En el presente escenario se ha considerado cuatro casos:

Primero, a partir de las condiciones dadas, los cambios en la población inicial de vicuñas, el precio de la fibra de vicuñas, el costo de oportunidad del capital (COK) y el tipo de cambio (TC), bajo un escenario de precipitación constante.

Segundo, cambios en el nivel de precipitación con valores de 100 a 1000 (10 corridas).

Tercero, precipitación constante (484 mm/año) con pulsos abundantes (hasta valores máximos) y con pulsos escasos (hasta valores mínimos).

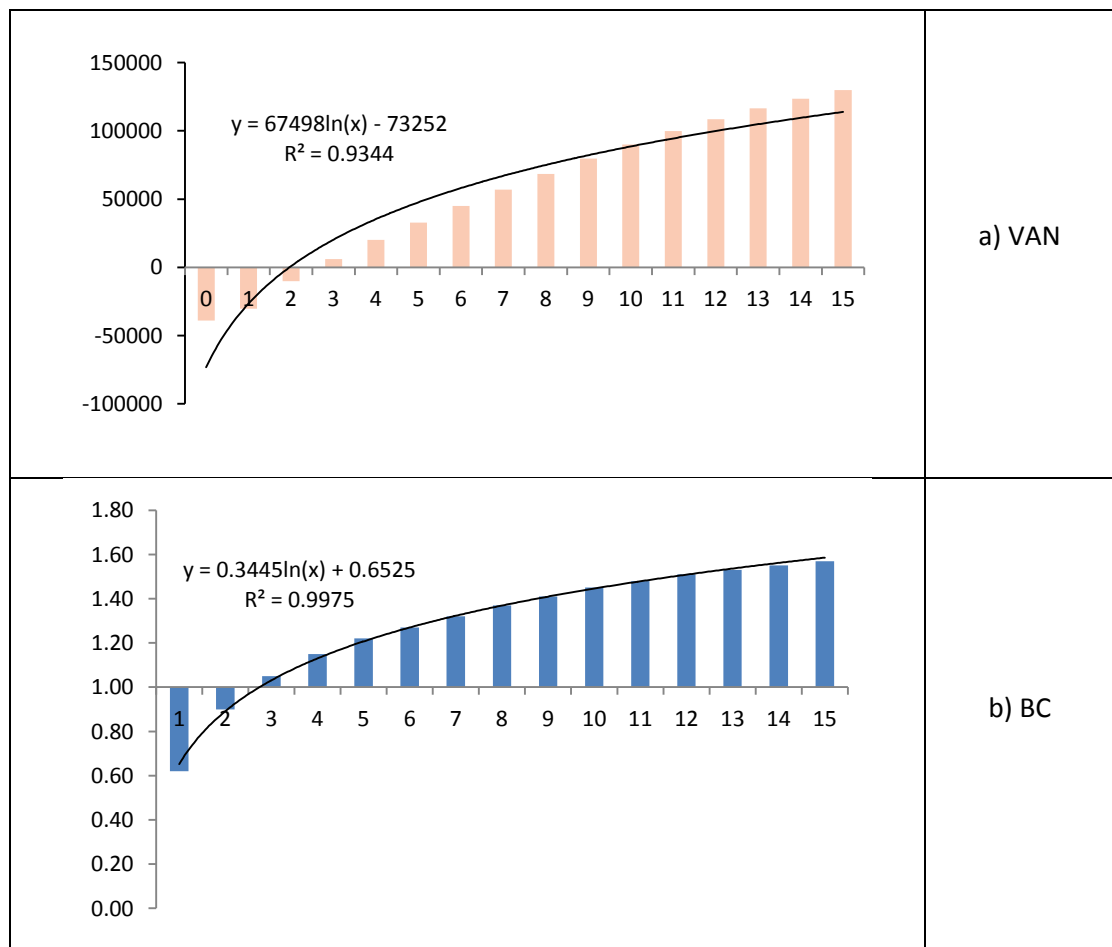
Cuarto, precipitación aleatoria entre valores mínimos y máximos (161 a 836 mm/año).

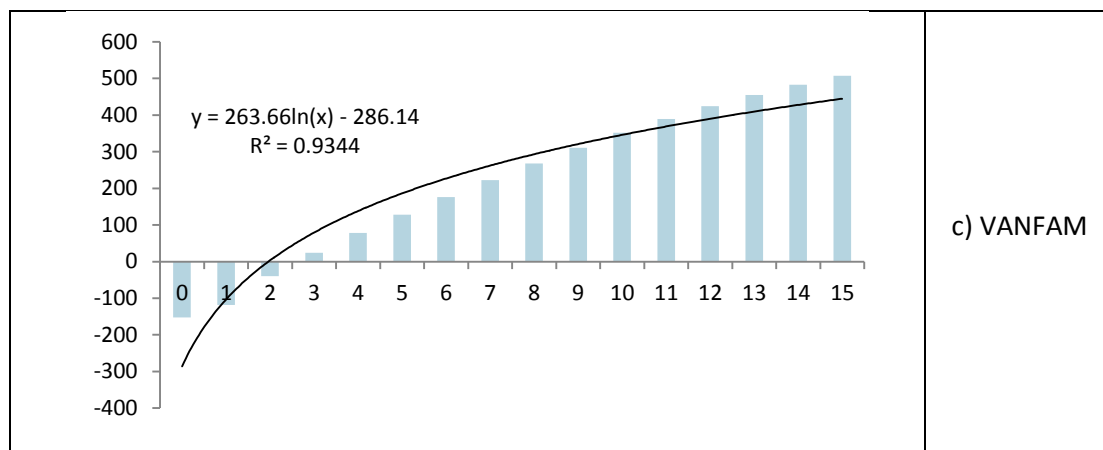
a. Precipitación constante y sensibilidad en variables

a.1 De la simulación bajo condiciones iniciales

Para las condiciones planteadas de la población inicial de vicuñas (2468 animales), una precipitación constante (464 mm/año, promedio de 1966 a 1986) y precio de la fibra de vicuña (US\$ 412/kg, promedio de 1999 a 2011), y para un horizonte de 15 años, los resultados se observan en el Cuadro 4.3.2 y Figura 4.3.3.

Figura 4.3.3: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (484)





Cuadro 4.3.2: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484).

Variable	VAN	BC	VAN FAM
Al año 15	129925	1.57	508
MED	62723	1.37	245
CV	98%	32%	98%

Al año 15: Valor al final del año 15, MED=Mediana y CV= Coeficiente de variabilidad.

Respecto al valor actual neto del flujo de beneficios (VAN), se observa que a partir del año 3 la inversión es rentable con un VAN de US\$ 6,136 a una tasa del 14% y una razón Beneficio-Costo (B/C) de 1.05; al final del periodo, el VAN alcanza US\$ 129,925 y la razón B/C de US\$ 1.57, lo cual implicaría que por cada US\$ 1 dólar invertido se obtiene US\$ 1.57. Cabe destacar que la variabilidad para el VAN y el VANFAM fue de 98% y para la razón B/C de 32%.

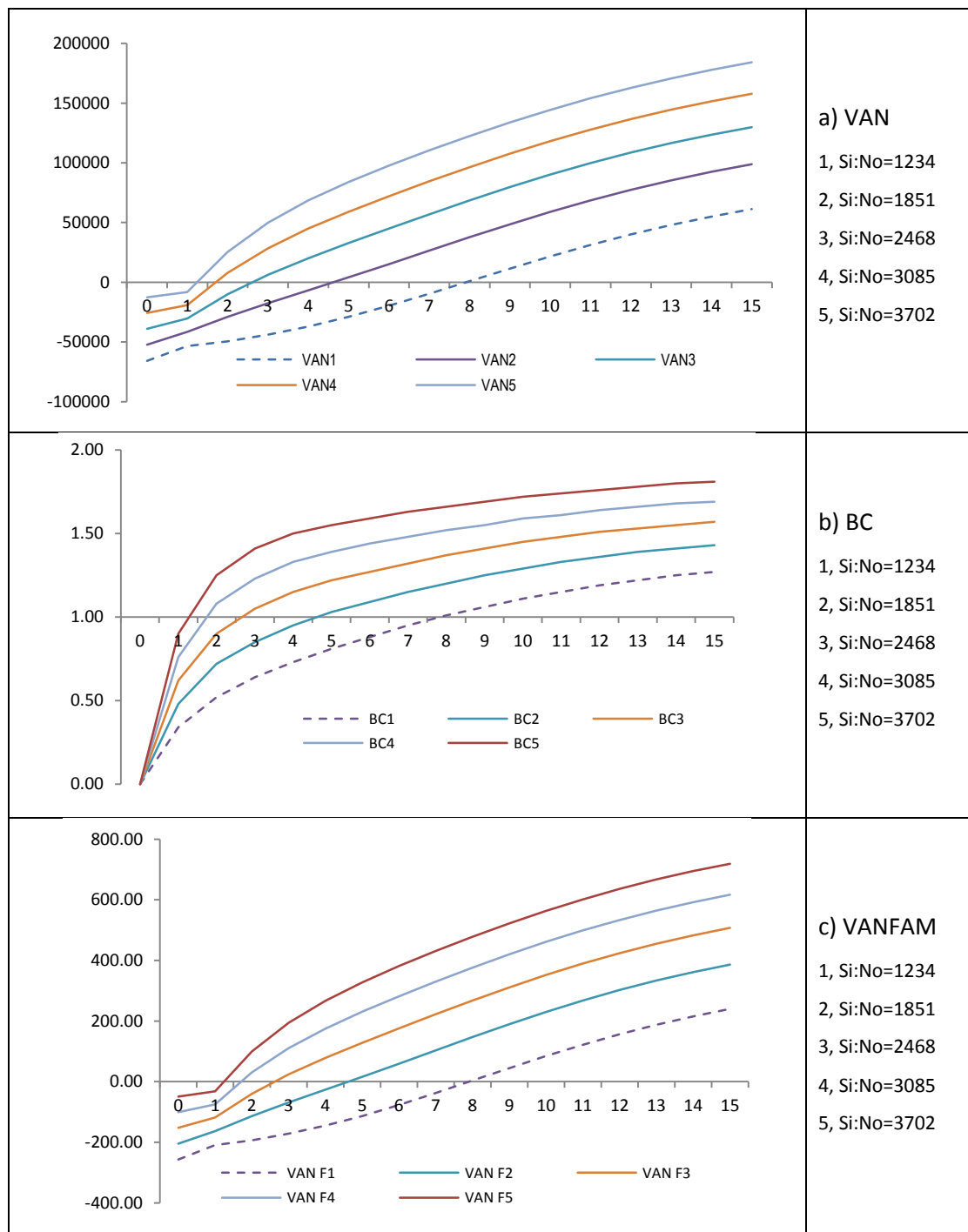
Por otro lado, el valor de la mediana indica que a partir del año 7 los indicadores se tornan favorables, o sea se habría recuperado la inversión, siendo al final del horizonte el VAN de US\$ 62,723 a US\$ 129,925 y la razón B/C de US\$ 1.37 a US\$ 1.57, lo cual muestra un incremento en 107% para el VAN y del 155% para la razón B/C.

Las correlaciones respecto al VAN, muestran una relación directa y altamente significativa ($R^2=98\%$) respecto al tiempo, dado que por cada año transcurrido el VAN incrementa en US\$ 11486, y también la razón B/C muestra una asociación directa y altamente significativa ($R^2=85\%$); y en este último indicador, por cada año transcurrido se incrementó en US\$ 0.0558, y el VANFAM mostro una relación directa y altamente significativa ($R^2=98\%$), y por cada año transcurrido el VANFAM incrementó en US\$ 44.

a.2. De la sensibilidad en el número inicial de la población de vicuñas

En este caso, se ha considerado cambios en la población inicial de vicuñas (2468), y se plantea una variación negativa en 50% (1234 vicuñas) y una positiva en 50% (3702 vicuñas) en 5 corridas para un horizonte de 15 años, cuyos resultados se observan en el Cuadro 4.3.3 y Figura 4.3.4.

Figura 4.3.4: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, frente a diversos niveles iniciales de vicuñas (5 corridas: N: 1234 a 3702), a una precipitación constante (PP: 484)



Cuadro 4.3.3: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en la población inicial de vicuñas 1234 a 3702

	VAN			BC			VAN FAM		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Si: No:	1234	2468	3085	1234	2468	3702	1234	2468	3702
Al año 15	61377	129925	157896	1.27	1.57	1.81	240	508	719
MED	-4324	62723	90421	1.01	1.37	1.66	-17	245	455
MIN	-65795	-39021	-25796	0.34	0.62	0.90	-257	-152	-49
CV	-1753%	98%	74%	30%	21%	16%	-1753%	98%	62%

Cn= Simulación n, No=Número inicial de población de vicuñas, VAN 15= VAN al año 15, MED=Mediana, MIN= Mínimo y CV= Coeficiente de variabilidad.

Con relación al indicador VAN se observa que cuando se inicia con 1234 vicuñas, la inversión es rentable por encima de la tasa del 14% a partir del año 8, para el segundo caso, si se inicia la inversión con 1851 vicuñas, la inversión es rentable por encima de la tasa del 14% a partir del año 5, en el tercer caso, si se inicia la inversión con 2468 vicuñas, la inversión es rentable por encima de la tasa del 14% a partir del año 3, para el cuarto y quinto caso, si se inicia la inversión con 3085 o 3702 vicuñas, la inversión es rentable por encima de la tasa del 14% a partir del año 2. Asimismo, la razón B/C muestra un comportamiento semejante al valor actual neto del flujo de beneficios (VAN). Por tanto, a medida que se incrementa el volumen inicial de vicuñas disminuye el periodo al cual la inversión es rentable, a una tasa del 14%, tanto para el VAN como para la razón B/C.

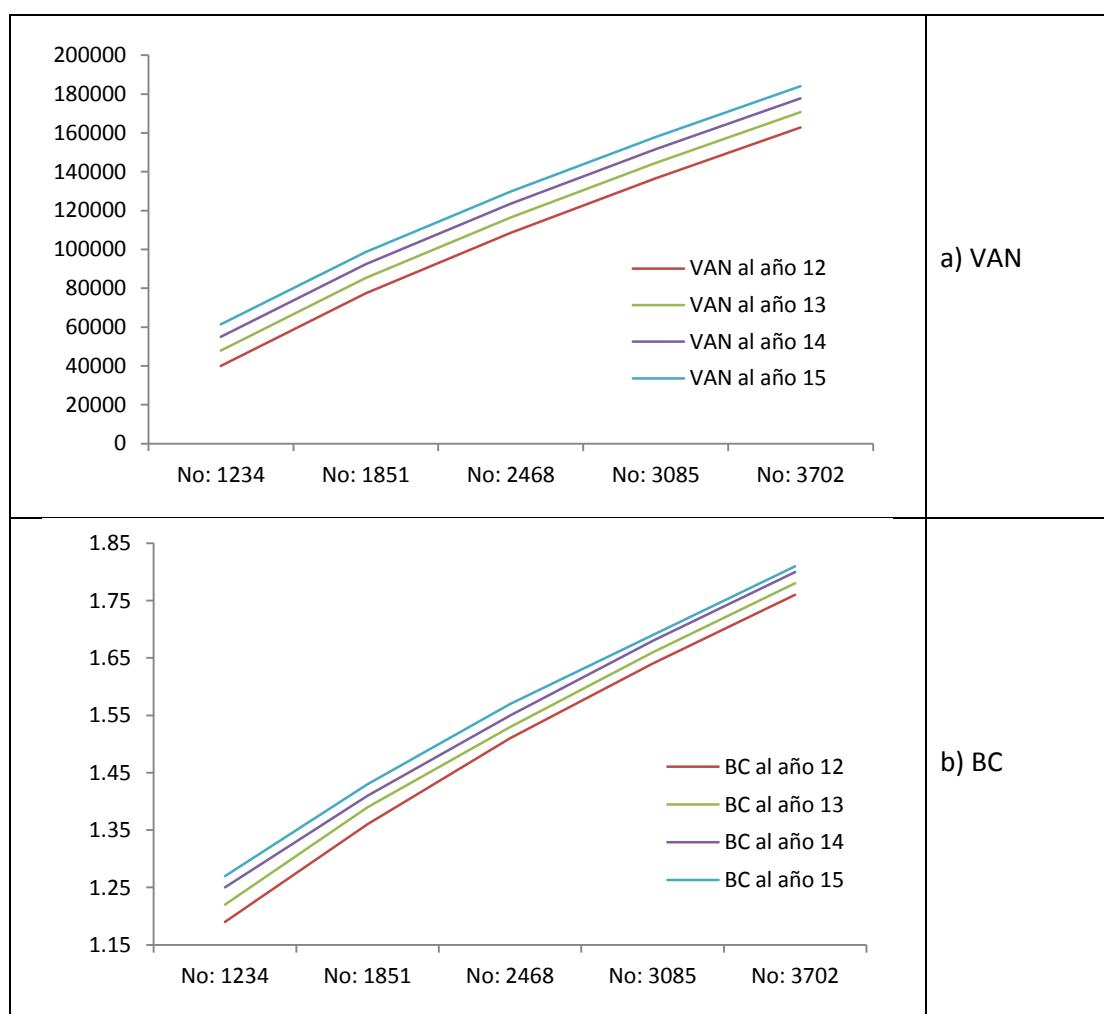
En suma, a mayor población inicial de vicuñas el período de retorno rentable se acorta, influido básicamente por el volumen de fibra producido por el aumento de la población inicial.

Bajo este contexto, el VAN para un horizonte de 15 años, si se inicia con 1234 vicuñas el VAN alcanza US\$ 61,377, y si la población inicial fuese de 3702 vicuñas el VAN alcanzaría US\$ 184,083; es decir, el incremento de la población inicial de vicuñas (de 1234 a 3702) significa un incremento del 200% en el VAN. En tanto que, los valores pertinentes a la razón B/C fueron respectivamente de 1.27 y de 1.81, lo cual significa un incremento en 43%. Sin embargo, la variabilidad de los indicadores, en el caso del VAN fue de -1753% a 74% y para la razón B/C de 30% a 16%; lo que induciría a señalar que los indicadores de rentabilidad, que expresan en términos unitarios, son menos variables respecto a unidades monetarias globales.

De aquello se desprende que los cambios en el tamaño de la población inicial de vicuñas, en el modelo (Figura 4.3.1) para el horizonte de 15 años, tienen repercusiones a nivel económico, pues así reflejan los valores del VAN, la razón B/C y el VANFAM. Para los tres indicadores utilizados, las curvas son crecientes y muestran una aproximación inicial entre ellas, para luego ir distanciándose al final del período, aunque con la misma tendencia creciente.

En la Figura 4.3.5 los valores finales para VAN; y para los años 12, 13, 14 y 15 difieren, en promedio de US\$ 7,108/año; asimismo cuando la población de vicuñas incrementa en 617 cabezas, las diferencias en el VAN representan en promedio US\$ 30,689 al final del horizonte. En consecuencia, las diferencias a nivel de la población de vicuñas tienen un efecto notable en los beneficios económicos percibidos. Por otro lado, la Razón B/C muestra un comportamiento semejante al VAN.

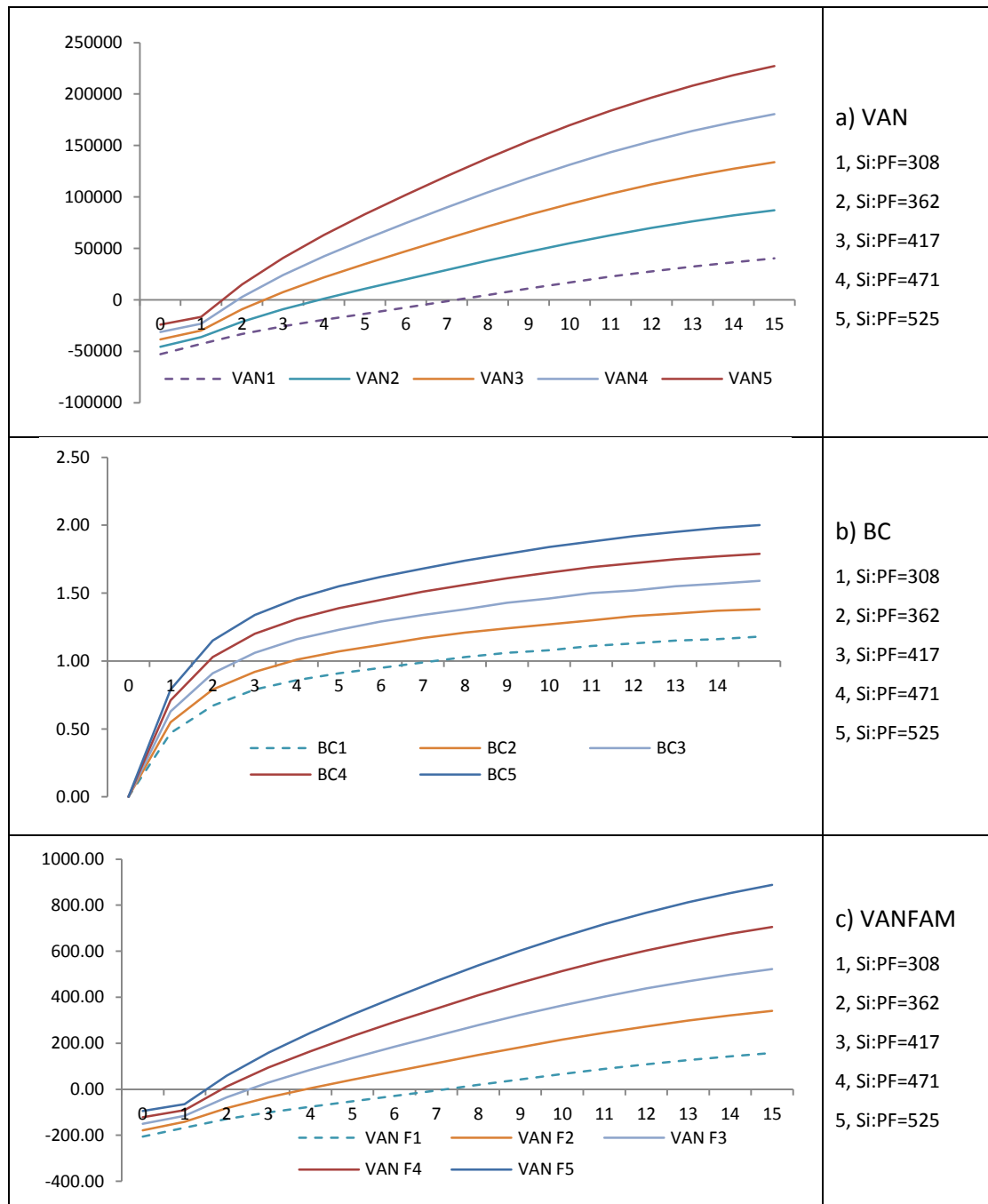
Figura 4.3.5: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles iniciales de vicuñas (N: 1234 - 3702) bajo precipitación constante (PP: 484)



a.3. De la sensibilidad en el precio de la fibra de vicuña

Se ha considerado los cambios en el precio de la fibra de vicuña, desde su valor mínimo (US\$ 308/kg) al máximo (US\$ 525/kg) registrado entre 1999 y 2011; en 5 corridas para un horizonte de 15 años, y cuyos resultados se observan en el Cuadro 4.3.4 y Figura 4.3.6.

Figura 4.3.6: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, frente a diversos nivel de precio en la fibra de vicuña (5 corridas: Precio Fibra: 308 a 525), a una precipitación constante (PP: 484)



Cuadro 4.3.4: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en el nivel de precio en la fibra de vicuña (Precio Fibra: 308 a 525)

	VAN			BC			VANFAM		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Si: Pfo:	308	417	471	308	417	525	308	417	525
Al año 15	40285	133803	180562	1.18	1.59	2.00	157	523	888
MED	1713	65363	97187	1.03	1.38	1.74	7	255	504
MIN	-52775	-38426	-31252	0.47	0.63	0.79	-206	-150	-94
CV	-11247%	96%	79%	21%	21%	21%	-11250%	96%	71%

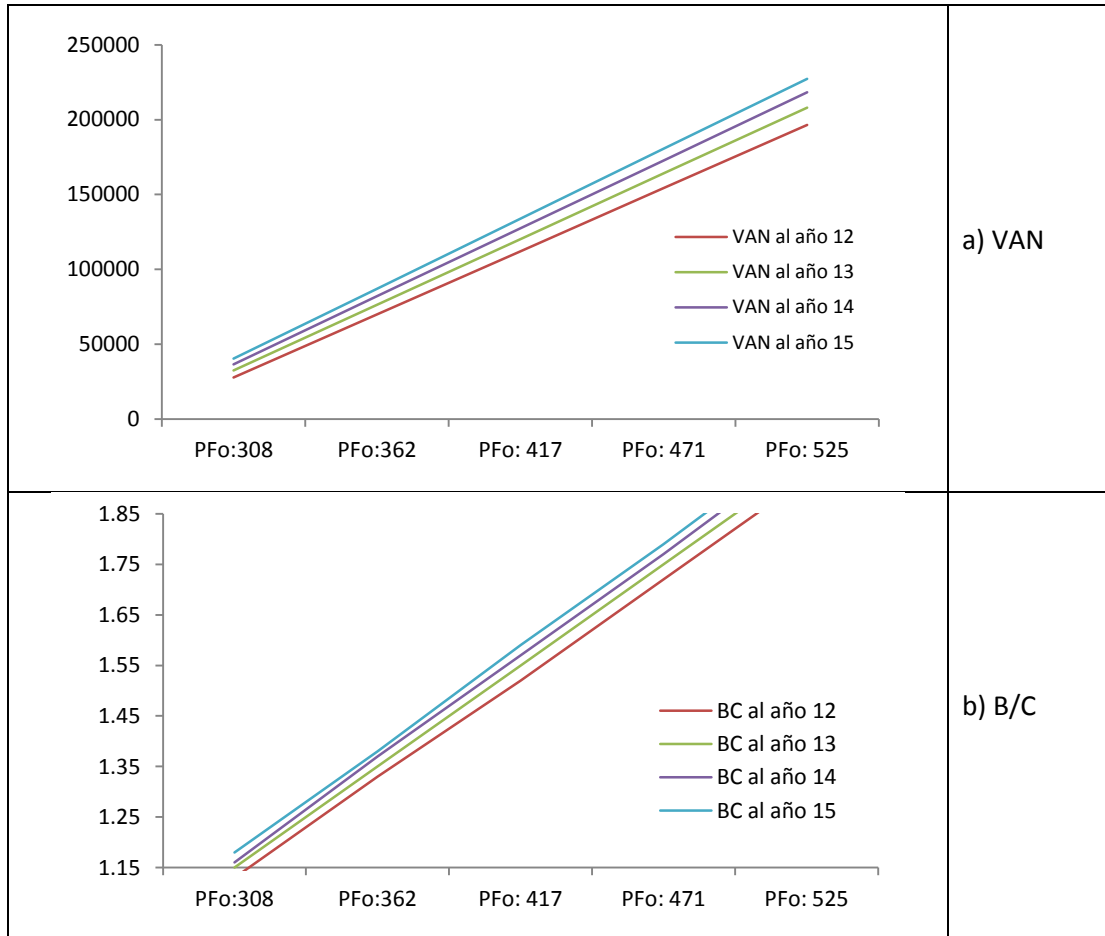
Cn= Simulación n, Pfo=Precio de la fibra de vicuña, VAN 15= VAN al año 15, MED=Mediana, MIN= Mínimo y CV= Coeficiente de variabilidad.

Con relación al VAN, a un COK del 14%, se observa que a precio de la fibra mínimo (US\$ 308/kg), la inversión es rentable a partir del año 8; si el precio de la fibra es de US\$ 417/kg, la inversión es rentable a partir del año 3; y cuando el precio de la fibra es el máximo (US\$ 525/kg) la inversión es rentable a partir del año 2; y también, la razón B/C muestra también un comportamiento semejante al VAN. Entonces, para un horizonte de 15 años, variaciones mínimas o máximas del precio de la fibra de vicuña, el VAN alcanza US\$ 40,285 y US\$ 227,322, respectivamente.

En consecuencia, a medida que incrementa el precio de la fibra de vicuña resulta dos hechos importantes: Primero se acorta el periodo de retorno de la inversión rentable, es decir a mayor precio de la fibra la inversión se recupera más rápidamente -en menor tiempo-; y en segundo lugar, los indicadores de rentabilidad guardan relación directa con la variación del precio de la fibra de vicuña, o sea a mayor precio corresponde mayor rentabilidad.

Además, la Figura 4.3.7 muestra que los valores finales para el VAN de los años 12, 13, 14 y 15 muestran diferencias en promedio de US\$ 7,235/año, variando desde US\$ 4,198 a US\$ 10,271 para un precio mínimo y máximo, respectivamente. Asimismo, se visualiza que la variación del precio de la fibra de vicuña en US\$ 54 ocasiona diferencias en el VAN de US\$ 44,574 al final del horizonte; siendo similar el comportamiento con la razón B/C.

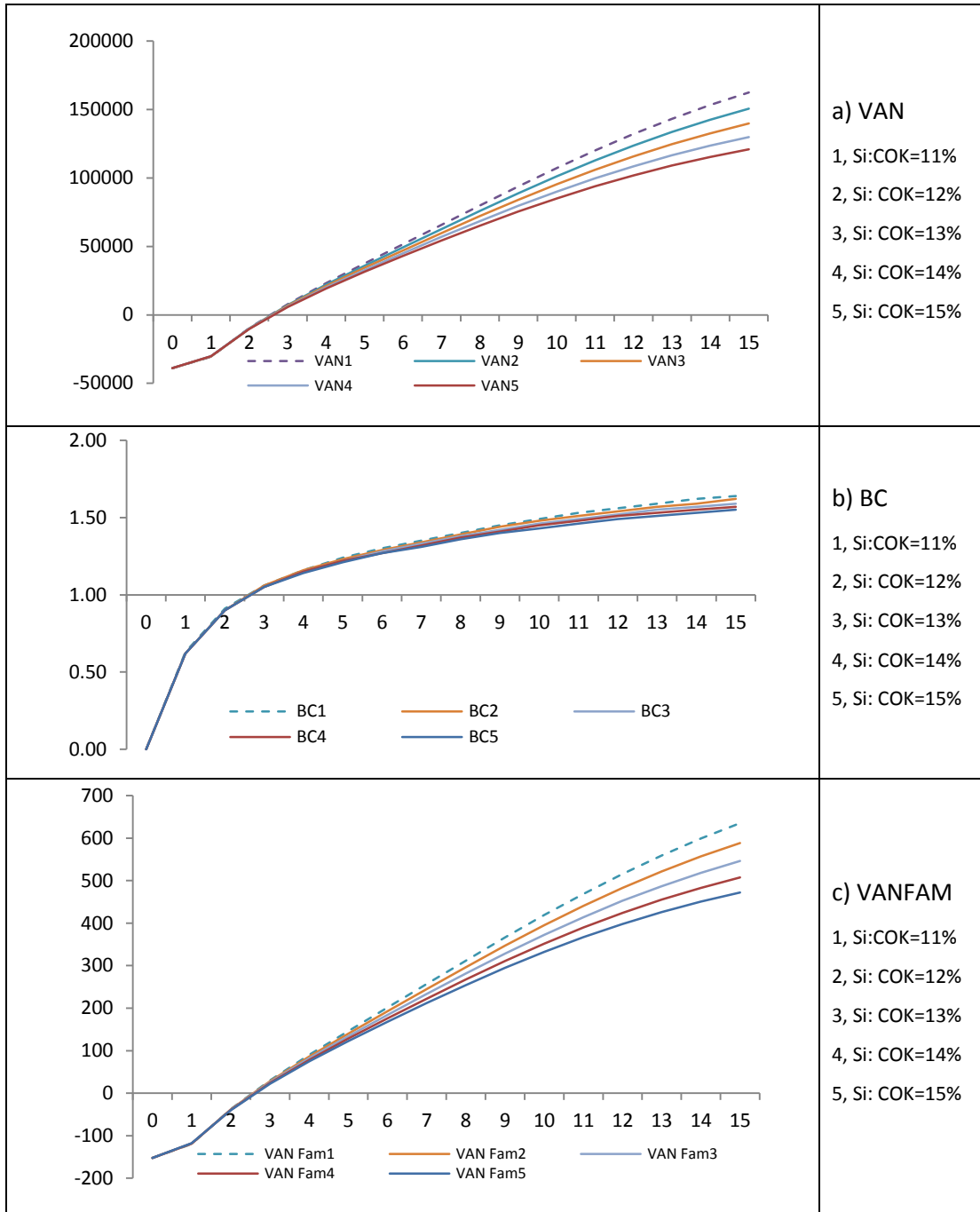
Figura 4.3.7: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles en el precio de la fibra de vicuña (Precio Fibra: 308 a 525) bajo precipitación constante (PP: 484 mm/año)



a.4. De la sensibilidad en el costo de oportunidad del capital

Se ha considerado la variación en el costo de oportunidad del capital (COK) desde un valor mínimo a otro máximo, para lo cual se ha considerado la recomendación para la evaluación de proyectos en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP, 11% a 15%) en 5 corridas y para un horizonte de 15 años, cuyos resultados se observan en el Cuadro 4.3.5 y la Figura 4.3.8.

Figura 4.3.8: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, frente a diversos niveles en el costo de oportunidad del capital (5 corridas: COK: 11% a 15%), a una precipitación constante (PP: 484)



Cuadro 4.3.5: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en el costo de oportunidad del capital (COK: 11% a 15%)

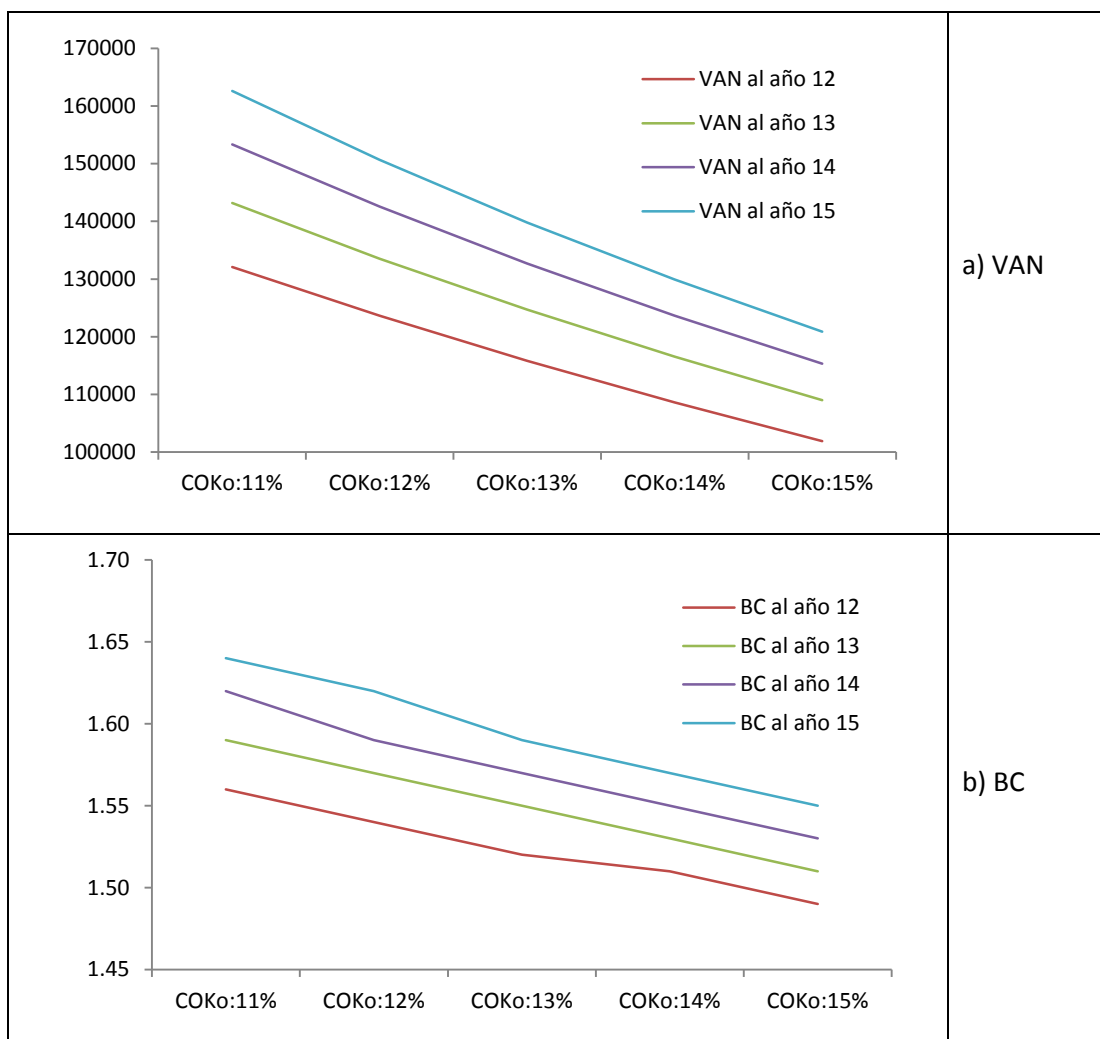
	VAN			BC			VAN FAM		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Si: COKo:	11%	13%	14%	11%	13%	15%	11%	13%	15%
Al año 15	162586	139828	129925	1.64	1.59	1.55	635	546	472
MED	72792	65900	62723	1.40	1.38	1.36	284	257	233
MIN	-39021	-39021	-39021	0.63	0.62	0.62	-152	-152	-152
CV	96%	97%	98%	22%	21%	20%	96%	97%	99%

Cn= Simulación n, COKo: Costo de oportunidad del capital, VAN 15= VAN al año 15, MED=Mediana, MIN= Mínimo y CV= Coeficiente de variabilidad.

La simulación del VAN, a un COK que varía del 11% al 15%, recomendados por el SNIP, muestra que a partir del año 3, la inversión es rentable para el rango del COK considerados; el mismo comportamiento muestra la razón B/C. En consecuencia, a medida que disminuye el COK (de 15% a 11%) la inversión muestra un mayor nivel de rentabilidad; lo que implica una relación inversa entre el COK y los indicadores de rentabilidad.

Así por ejemplo, para un horizonte de 15 años, y a un COK del 11%, el VAN alcanza US\$ 162,586; mientras que en el caso opuesto, para un COK del 15%, el VAN se reduce a US\$ 120,869. En tanto que, la razón B/C fue US\$ 1.64 en el primer caso y de US\$ 1.55 para el segundo caso. En consecuencia, se destaca un hecho importante de que el VAN es muy heterogénea y alcanza el 97% y la razón B/C es más homogénea siendo su variabilidad más pequeña (21%). Lo descrito se corrobora con la Figura 4.3.9 que muestra los valores finales del VAN al año 12, 13, 14 y 15; siendo en promedio de US\$ 8,123/año.

Figura 4.3.9: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles en el costo de oportunidad del capital (COK: 11% a 15%) bajo precipitación constante (PP: 484)

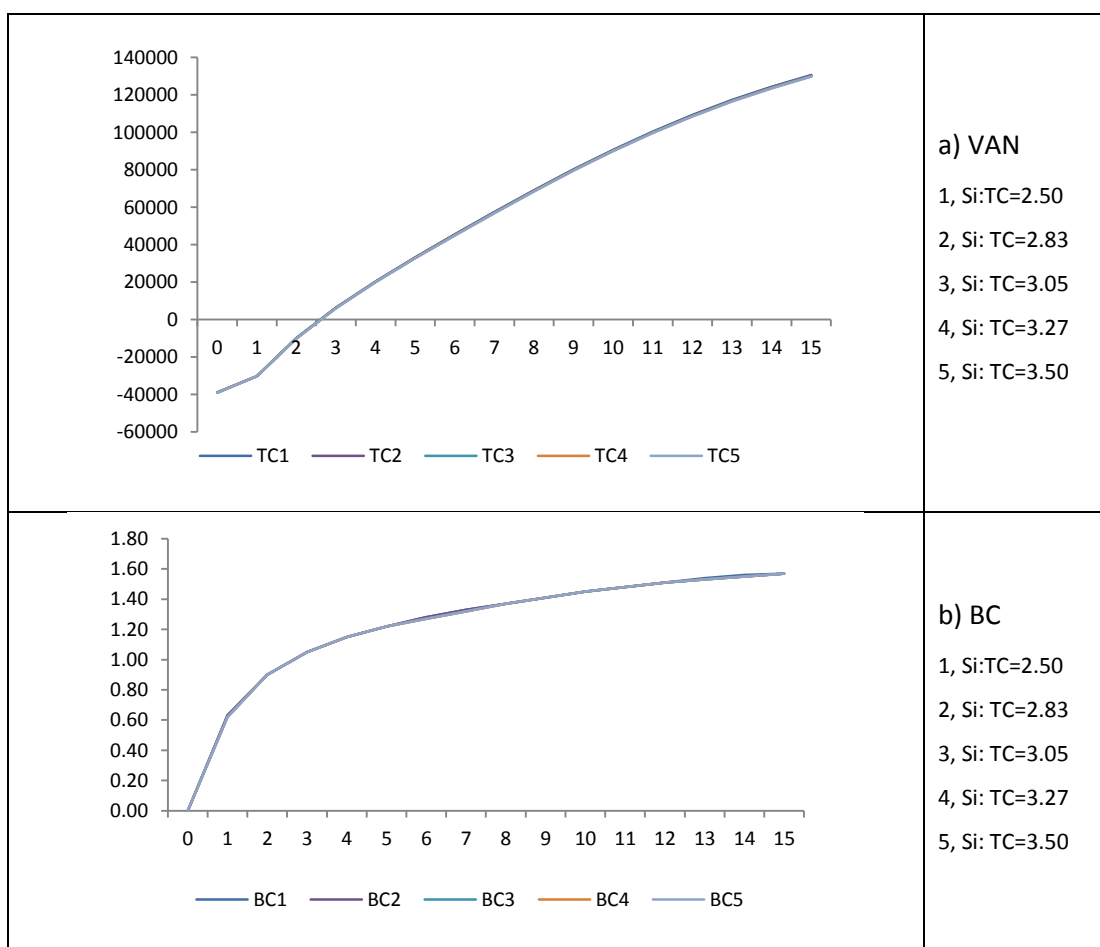


En este escenario, el análisis de sensibilidad tiene por objeto medir los riesgos a la que estaría sujeta la conservación de vicuñas en la RNPG. La primera variable, precio de la fibra de vicuña, induce a señalar que, a pesar de los cambios extremos, el negocio de la fibra de vicuñas continúa siendo rentable, sostenido fundamentalmente por el alto precio de la fibra de vicuña respecto a los otros productos que ofrece la pradera (carne o lana). Esta situación se mantiene aun cuando se somete a cambios en los COK, el número inicial de vicuñas, por su escasez y dado su alto valor en el mercado, se constituye en un recurso estratégico para el conjunto de las familias campesinas beneficiarias del área de la Reserva. En consecuencia, los criterios de rentabilidad utilizados son buenas guías para tomar decisiones sobre la inversión en esta especie silvestre, y gracias al alto precio de la fibra, se torna independiente del tamaño de la población de vicuñas, y más aún, en ambientes agroecológicos con extrema variabilidad climática como es la puna andina donde se halla la RNPG.

a.5. De la sensibilidad en el tipo de cambio

Se ha considerado la variación en el tipo de cambio (TC) desde el valor actual 2.6 soles/dólar que representa lo mínimo, al valor máximo -registrado en 2002- con 3.5 soles/dólar, se ha realizado 5 corridas en un horizonte de 15 años, cuyos resultados se observan en el Cuadro 4.3.6 y la Figura 4.3.10.

Figura 4.3.10: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN y BC en la RNPG, frente a diversos niveles en el tipo de cambio (5 corridas: TC: 2.5 a 3.5), a una precipitación constante (PP: 484)



Cuadro 4.3.6: Estadísticos descriptivos de las variables VAN y BC en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Cambios en el tipo de cambio (TC: 2.50 a 3.50)

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Si: TCo=	2.50	2.83	3.05	3.27	3.50
VAN15	130680	130397	130161	129961	129790
BC15	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57

Cn= Simulación n, TCo: Tipo de cambio, VAN 15= VAN al año 15, BC15 = Razon Beneficio Costo al año 15.

La incorporación de la variación del tipo de cambio, muestra un cambio máximo en el VAN de 890 dolares, mientras que la razón B/C no muestra ninguna variación. En consecuencia, a medida que incrementa el tipo de cambio, la razón B/C no muestra ninguna variación en su comportamiento. Por tanto, las variaciones en el tipo de cambio no varían significativamente los indicadores económicos.

b. Precipitación constante: variaciones de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000)

Como se mencionó anteriormente la RNPG presenta una mayor vulnerabilidad a déficits hídricos por la baja o alta precipitación pluvial; los que directamente tienen mayor impacto en el suelo y la cobertura vegetal de la pradera.

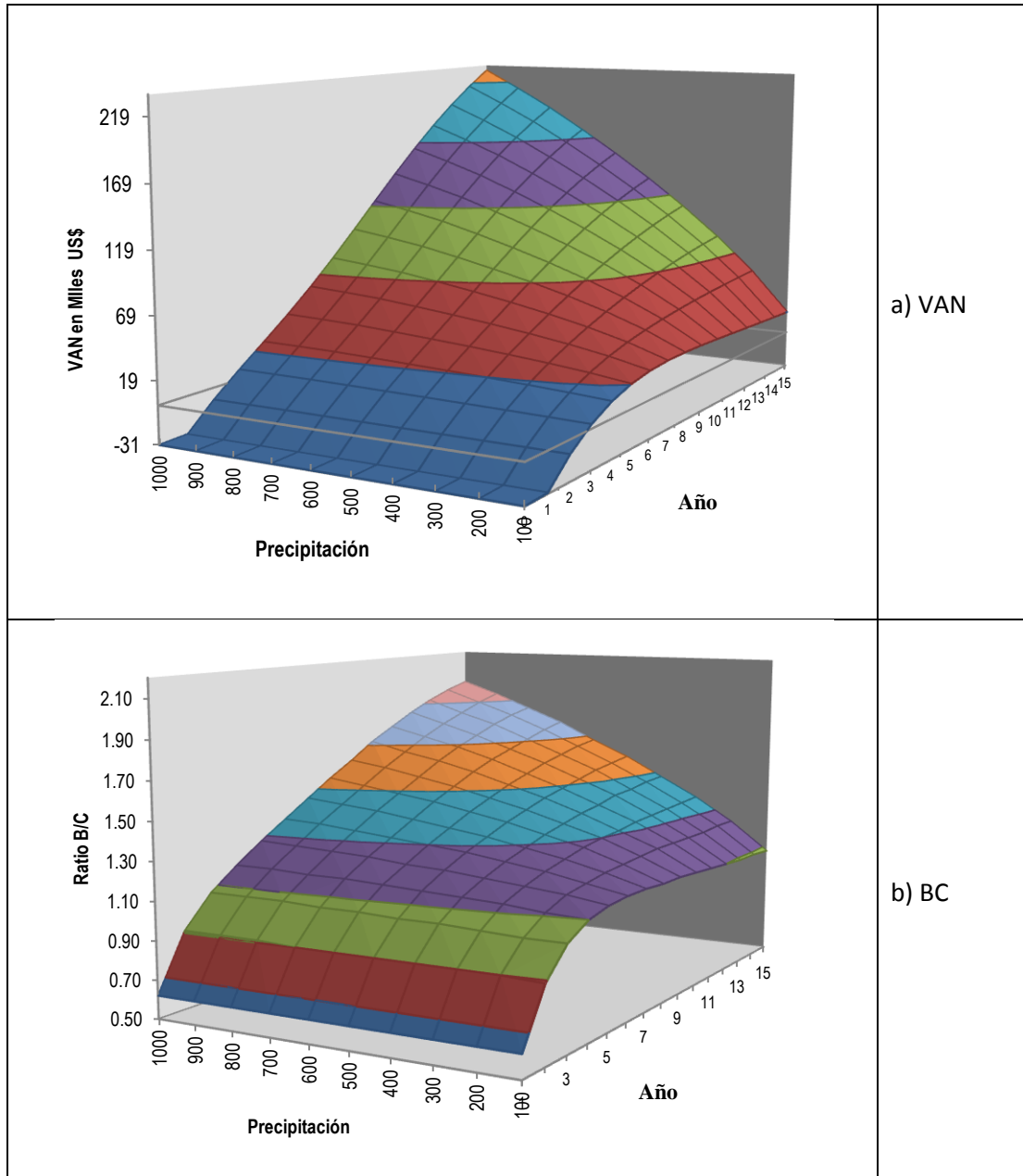
En este escenario se analiza la respuesta del modelo frente a extremos de precipitación, pero manteniendo el precio de la fibra de vicuña constante en US\$ 412/kg y con un número inicial de vicuñas de 2468 cabezas.

Los tres grandes grupos de precipitación se clasificaron en: baja (menos de 300 mm), media (entre 300 y 800 mm) y alta precipitación (más de 800 mm).

En caso de baja precipitación pluvial (sequía, PP: 100), para un horizonte de 15 años, el VAN alcanza US\$ 18,846, en tanto que en el extremo de períodos intensos de lluvia (PP: 1000) alcanzó US\$ 230,235, lo cual equivale a un incremento en 12 veces del volumen de los beneficios económicos esperados respecto a un incremento de la precipitación en 10 veces. Y respecto a la razón B/C se muestra un comportamiento semejante al VAN, dado que en un caso extremo de baja precipitación (PP: 100mm/año, períodos de sequía) la razón B/C es US\$ 1.08 y en el caso de alta precipitación (PP: 1000) fue de US\$ 2.01. En ambos casos se exhibe una alta rentabilidad que expresada en términos unitarios por cada US\$ 1 invertido se espera US\$ 2.01 de beneficio económico.

La Figura 4.3.10, muestra que en el momento inicial (0), todas las simulaciones presentan VAN negativos, los cuales se mantienen hasta el año 3. A partir de aquel momento, ambos indicadores muestran amplias variaciones positivas, correspondiendo la situación deseable en el alto nivel de precipitación, mientras que cuando desciende la precipitación a 100mm/año, los beneficios también tienden a detenerse a partir del año 6 en un VAN promedio de US\$ 22,428. Inclusive, aquel tiende hacia abajo que equivale a disminuir la rentabilidad. En caso contrario, las situaciones diametralmente opuestas de precipitación dan lugar a beneficios que crecen rápidamente con el tiempo.

Figura 4.3.11: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, y BC, respecto a diversos niveles de precipitación desde 100 mm/año a 1000 mm/año, manteniendo el precio de la fibra en 412 US\$/Kg



Cuadro 4.3.7: Estadísticos descriptivos del VAN - Cambios en la precipitación 100 a 1000 a un precio de fibra de 412 US\$/Kg

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Si: PP=	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Al año 15	18846	54073	83621	109779	133609	155713	176470	196137	213716	230235
MED	20151	37518	47664	56286	63883	70736	77020	82855	87313	91251
CV	179%	116%	104%	100%	98%	97%	96%	96%	96%	96%

Cn= Simulación n, PP=Precipitación, M= Media, MED=Mediana y CV= Coeficiente de variabilidad.

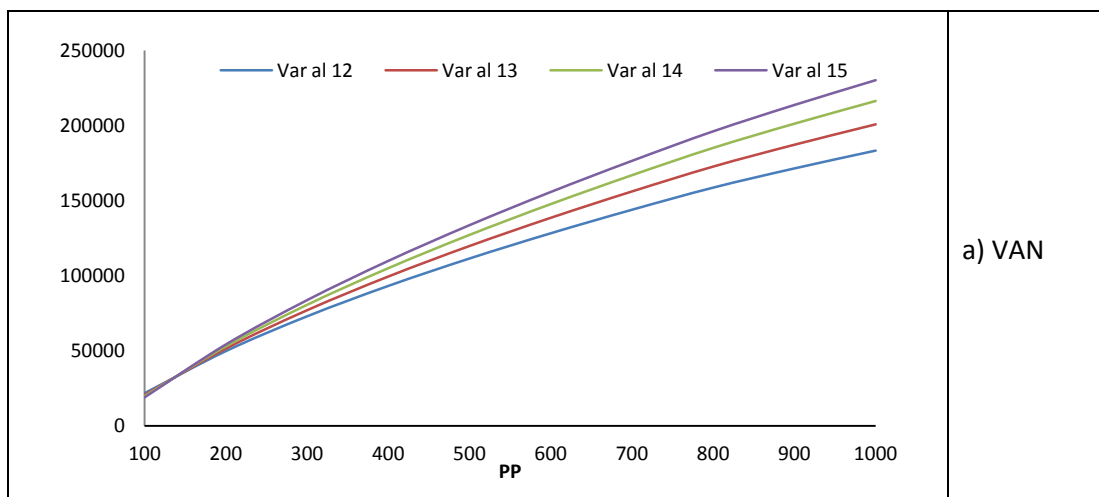
Cuadro 4.3.8: Estadísticos descriptivos del razón B/C - Cambios en la precipitación 100 a 1000 a un precio de fibra de 412 US\$/Kg

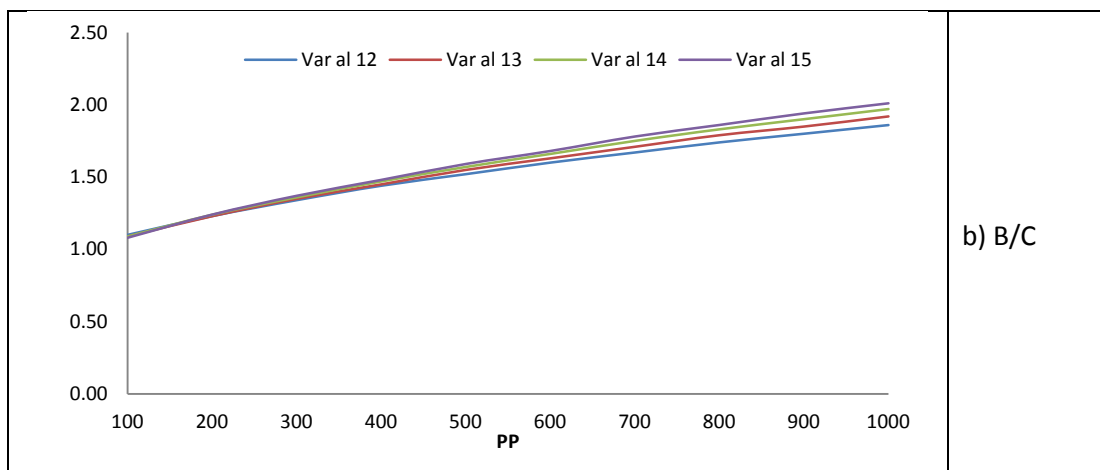
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Si: PP=	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
B/C año 15	1.08	1.24	1.37	1.48	1.59	1.68	1.78	1.86	1.94	2.01
MED	1.10	1.21	1.28	1.33	1.38	1.42	1.46	1.49	1.52	1.55
CV	13%	15%	17%	19%	21%	23%	24%	26%	27%	28%

Cn= Simulación n, PP=Precipitación, M= Media, MED=Mediana y CV= Coeficiente de variabilidad.

La Figura 4.3.11, para precipitaciones mínimas, muestra que las diferencias en el VAN no son notorias, en cambio a partir de precipitaciones mayores a los 300 mm/año, las diferencias se hacen cada vez más notorias. En consecuencia, los valores finales del VAN desde el año 12, 13, 14 y 15 muestran diferencias, que representan en promedio US\$ 8,114/ año, con una variación desde US\$ 926 a US\$ 15,631, para un nivel de precipitación mínimo y máximo, respectivamente. Asimismo, si la precipitación se incrementa en 100mm/año, las diferencias en el VAN representan en promedio US\$ 20,826. La razón B/C muestra un comportamiento semejante al VAN.

Figura 4.3.12: Valor de las variables VAN y BC al año 12, 13, 14 y 15 en la RNPG bajo diversos niveles en la precipitación (PP. 100 a 1000), siendo el precio de la fibra de vicuña (Precio Fibra: 412 US\$/Kg)





c. Precipitación constante: con pulsos máximos y mínimos cada 10 años.

Los eventos más conocidos como el “Niño” o “Niña”, causado por las variaciones climáticas cíclicas tienen implicancias en los patrones de lluvias y en las temperaturas medias, e inciden directamente en la productividad primaria de la Reserva, y consecuentemente, en el mayor sostenimiento de la población animal (domésticos y silvestres).

c.1 Precipitación constante: con pulsos máximos cada 10 años

En el modelo se incorpora un pulso máximo al año diez (884 mm/año) siendo constante la precipitación para los demás años (484 mm/año), muestra los resultados siguientes: El VAN para un horizonte de 15 años, alcanza US\$ 130,306, mientras que la razón B/C es de 1.57 y el VAN por familia alcanza 509 US\$, y una variabilidad del 98% (Cuadro 4.3.8).

Cuadro 4.3.9: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Precipitación constante, con pulsos máximos cada 10 años.

Variable	VAN	BC	VAN FAM
Al año 15	130306	1.57	509
MED	62723	1.35	245
CV	98%	34%	98%

Al año 15: Valor al final del año 15, MED=Mediana y CV= Coeficiente de variabilidad.

c.2 Precipitación constante: con pulsos mínimos cada 10 años

Cuando existe pulso mínimo de precipitación al año diez (124 mm/año), es decir escasa lluvia, esto provoca una baja producción primaria de la pradera y, en consecuencia, una menor disponibilidad de pastos naturales para uso de los animales silvestres y domésticos. Mientras que, en el resto del período, la precipitación se hallaría en un promedio de 484

mm/año (promedio 1966 - 1986). En este caso, el VAN para un horizonte de 15 años, alcanza US\$ 129,490 y la razón B/C de 1.57 y el VANFAM de US\$ 506, y la variabilidad el 98% (Cuadro 4.3.9).

Cuadro 4.3.10: Estadísticos descriptivos de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (PP=484) - Precipitación constante, con pulsos mínimos cada 10 años.

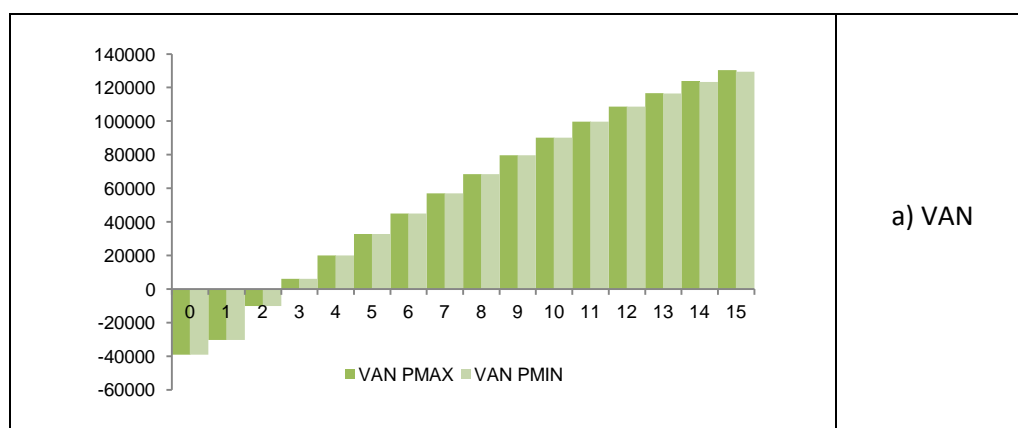
Variable	VAN	BC	VAN FAM
Al año 15	129490	1.57	506
MED	62723	1.35	245
MIN	-39021	0.62	-152
CV	98%	34%	98%

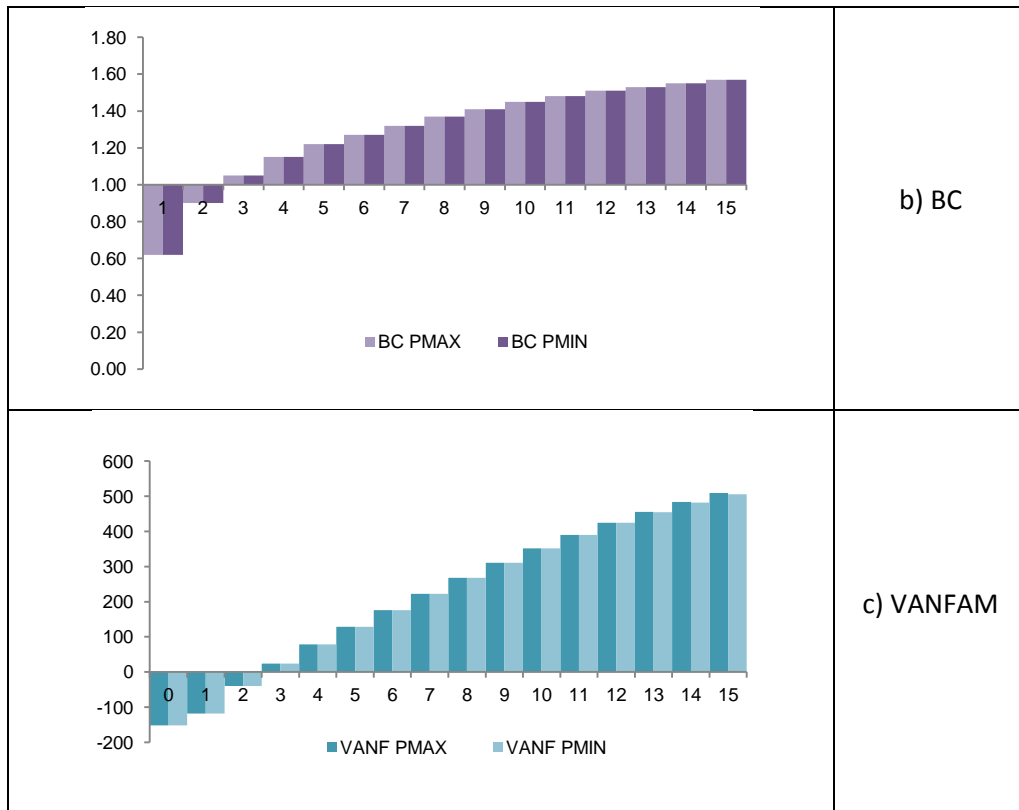
Al año 15: Valor al año 15, MED=Mediana y CV= Coeficiente de variabilidad.

La evolución del VAN, sea para periodos con sequia o exceso de lluvia, no muestra diferencias notables; pues al parecer la ocurrencia de eventos de tal magnitud, muestran que la inversión se recupera en el año 3. Por tanto, la ocurrencia de cualquiera de estos dos eventos (traducidos como Niño o Niña), sus efectos serían negativos y no repercutirían más allá del tercer año; pues después de ella, la inversión se recobraría, aunque lentamente. Obsérvese que en caso de sequias el VAN alcanza US\$ 129,490 y en caso máxima lluvia el VAN alcanza US\$ 130,306.

Con relación a la tasa de crecimiento del VAN, el mayor valor se da al año 5; y la razón B/C máximo se da al año 3, a partir del cual tiende a disminuir pero se mantiene positivo. Esto implica que éste es el período de tiempo óptimo para proyectos relacionados a fibra de vicuña; ya que luego las tasas disminuyen, probablemente el tiempo sea la limitante de riesgo y se apertura la incertidumbre del entorno.

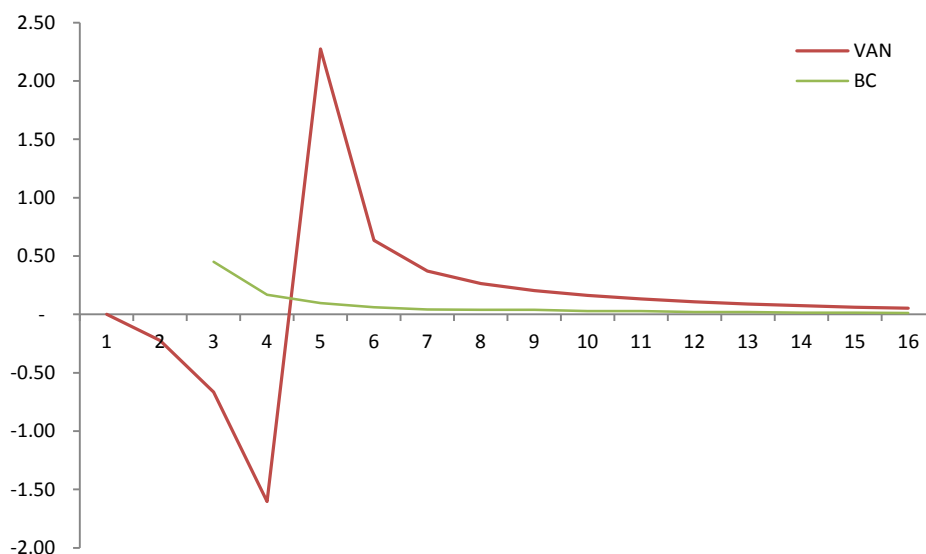
Figura 4.3.13: Evolución del comportamiento durante 15 años de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (484) con pulsos máximos (PMAX) y mínimos (PMIN) cada 10 años.





Cabe señalar que el mayor valor de la tasa de crecimiento para la variable VAN, se da al año 5, lo cual implicaría que el tiempo óptimo para proyectos relacionados a fibra de vicuña el periodo óptimo de inversión sería en 5 años. Asimismo, la tasa de crecimiento disminuye dado que los valores son altos y en el tiempo es más difícil. En cambio, la tasa de crecimiento para la razón B/C máximo se da al año 3, a partir del cual tiende a disminuir pero manteniéndose positivo.

Figura 4.3.14: Evolución de la tasa de crecimiento de las variables VAN, BC y VANFAM en la RNPG, a una precipitación constante (484) con pulsos máximos y mínimos cada 10 años.



Bajo el escenario de pulsos máximos y mínimos cada 10 años, que podrían traducirse en los eventos del “Niño” o “Niña”, muestran que bajo pulsos máximos de lluvias, a cada década, el VAN al 14% de COK alcanza US\$ 130,306; mientras que en caso de sequías, el VAN alcanza US\$ 129,490. Esto es, las pulsaciones de precipitación hacia arriba o abajo, cada década, no implican grandes diferencias.

Con relación a la tasa de crecimiento, el VAN muestra la mayor tasa al año 5, lo cual permite reafirmar que el período de tiempo óptimo para proyectos relacionados a fibra de vicuña sería en 5 años.

d. Precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836)

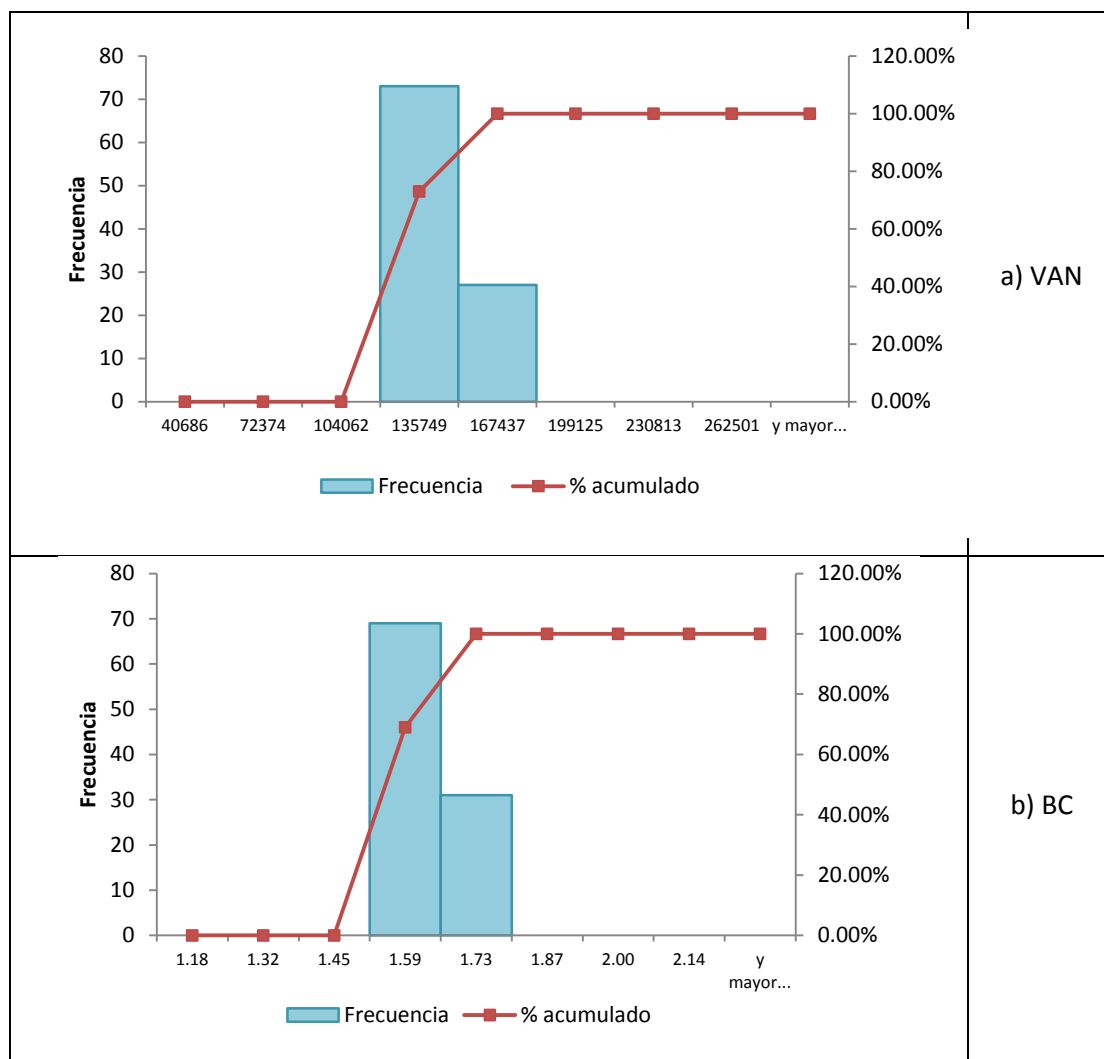
Para la situación con variaciones aleatorias de precipitación y bajo escenario de precio constante (US\$ 412/kg) se ha construido el histograma para el VAN al final del horizonte de 15 años.

La Figura 4.3.14.a muestra que hay dos estados alternativos que puede tomar el VAN al año 15. La distribución de estos estados es diferenciada, dado que en la clase de US\$ 135,749 se concentra el 73% de la información; y el 27% restante se concentra en la clase de US\$ 167,437. Por tanto, para las condiciones señaladas, el estado más probable al que llegará el VAN se sitúan en la clase de US\$ 135,749. En tanto que la razón B/C (Figura 4.3.14.b) muestra que hay también dos estados alternativos: El primero corresponde a la clase de US\$ 1.59 y abarca al 69% de los casos y el segundo estado corresponde a la clase de US\$ 1.73. En consecuencia, el primero es el más probable al que llegará la razón B/C después de 15 años para las condiciones indicadas.

En este escenario, los criterios de rentabilidad utilizados con variaciones en los factores climáticos, principalmente la alteración de la precipitación, visualizan que la inversión realizada en la actividad de silvestría de la fauna en la RNPG, continua siendo rentable en beneficio de las familias campesinas que allí acceden; aunque es la productividad primaria de la pradera la que sufre el mayor impacto, y este indirectamente en la variación de la población de vicuñas, por la disminución de la carga animal.

De allí que se puede afirmar que, mientras los efectos del cambio climático no provoquen disturbios biológicos por encima o por debajo de las condiciones señaladas, la conservación de vicuñas continuaría siendo un importante benefactor para la población humana asentada en la RNPG; lo cual aún es valioso, si se tiene en cuenta las variaciones agroecológicas inherentes a los ecosistemas de puna (Recharte *et al.*, 2000).

Figura 4.3.15: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones, siendo constante el precio de la fibra de vicuña en 412 US\$/Kg.



En caso de precipitación aleatoria, variando en el tiempo entre valores mínimos y máximos, se refleja un estado de incertidumbre en el nivel de precipitación.

Bajo este escenario, existen dos estados alternativos que puede tomar el VAN, siendo el estado más probable (73%) al que llegará el valor actual neto del flujo de beneficios en la clase de 135,749 US\$ al año 15. Mientras que la razón B/C corresponde a la clase de 1.59 siendo también el estado más probable (69%).

4.3.2.2 Escenario 2: Estocasticidad económica expresada en variaciones del nivel del precio de la fibra de vicuña

Este escenario considera al precio de la fibra de vicuña como aleatorio y toma como referente extremos los valores mínimos y máximos registrados desde 1999 al 2011, que

varía desde 308 a 525 US\$/Kg. Al igual que el escenario anterior, se ha considerado cuatro casos:

Primero, simulación bajo condiciones dadas, considerando precios aleatorios.

Segundo, cambios en el nivel de precipitación con valores de 100, 500 y 1000 mm y considerando precios aleatorios.

Tercero, precipitación constante (484) con pulsos abundantes (hasta valores máximos) y con pulsos escasos (hasta valores mínimos - sequías), ambos realizados en el año 10, considerando precios aleatorios.

Y cuarto, precipitación aleatoria entre valores mínimos y máximos (161 a 836) y precios aleatorios.

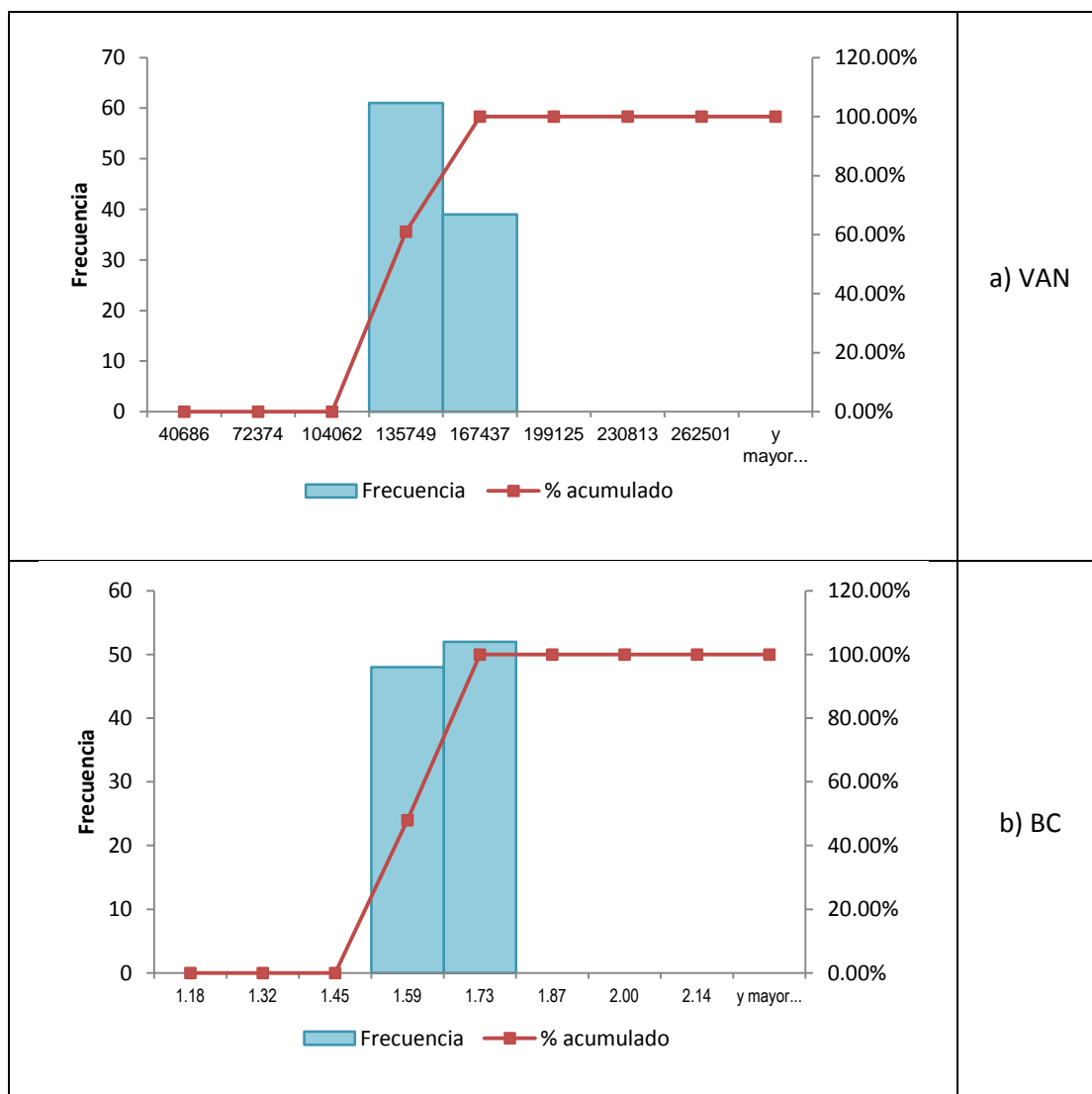
a. Precios de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), bajo precipitación constante (PP: 484)

Esta situación refleja un escenario donde la incertidumbre se presenta en la parte económica y se expresa en el precio de la fibra de vicuña y, en este caso, bajo precipitación constante (promedio de 1966 a 1986), (PP=484), se realizaron 100 corridas y los respectivos histogramas según indicadores: VAN y razón B/C.

El histograma para el VAN a 15 años y a una tasa del 14% (Figura 4.3.15.a) muestra que existe dos estados alternativos cuando la precipitación se mantiene constante en 484 mm/año. La primera clase de 135,749 US\$ concentra el 61% de la información; en tanto que la segunda al 39% restante se concentra en la clase de 167,437 US\$. Por tanto, el estado más probable al que llegará el valor actual neto del flujo de beneficios se situará en la clase de 135,749 US\$ después de 15 años bajo las condiciones indicadas.

Del mismo modo, se ha construido un histograma para la razón B/C al final del horizonte de tiempo 15. La Figura 4.3.15.b, también muestra que existe dos estados alternativos que toma la razón B/C al año 15, cuando la precipitación se mantiene constante (484 mm/año). El primer estado corresponde a la clase de 1.73, y abarca al 52% de la información y el segundo estado corresponde a la clase de 1.59 (48%). Por tanto, el primer estado es el más probable al que llegará la razón B/C después de 15 años bajo las condiciones indicadas.

Figura 4.3.16: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante (PP: 484) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)



Cuando el precio de la fibra de vicuña es aleatorio, variando entre los valores mínimo y máximo registrados (308 a 525US\$/Kg), y la precipitación constante (484 mm/año), se muestran dos estados alternativos tanto para el VAN como para la razón B/C. Siendo el estado más probable para VAN la clase de 135,749 US\$ (61%), mientras que la razón B/C corresponde a la clase de 1.73 (52%).

b. Precios de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), variaciones en la precipitación de niveles mínimos a máximos: (100 – 1000)

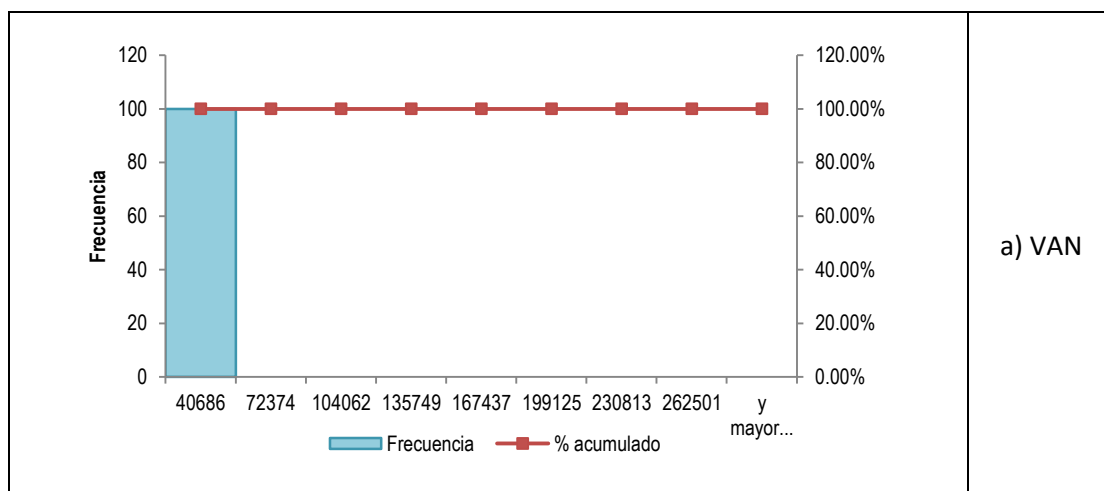
b.1 Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante nivel mínimo (100)

La incertidumbre se presenta en la parte económica mediante precios aleatorios del precio de la fibra de vicuña, bajo precipitación mínima constante (100 mm/año), para lo cual se realizaron 100 corridas y los respectivos histogramas para el VAN y la razón B/C.

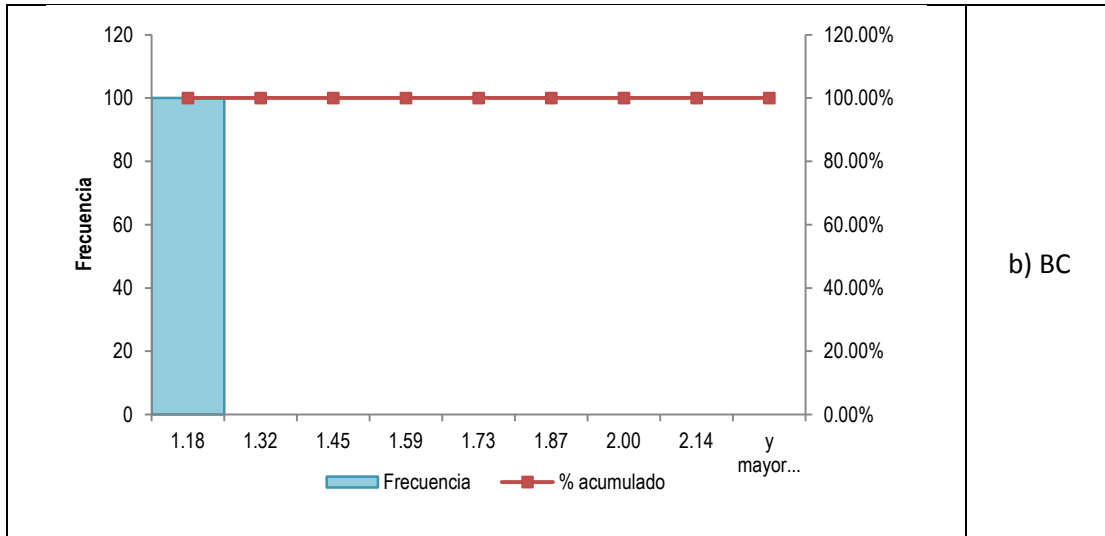
En la Figura 4.3.16.a se observa el histograma para el VAN al año 15; una característica importante es que solo se presenta un estado alternativo que puede tomar el VAN al año 15, cuando la precipitación es constante en 100 mm/año, la misma que se ubica en el extremo de las clases; y corresponde a 40,686 US\$ que concentra la totalidad de la información, convirtiéndose así en el único estado probable al que llegará el valor actual neto del flujo de beneficios después de 15 años bajo las condiciones indicadas.

Del mismo modo, el histograma para la razón B/C al año 15 a una tasa del 14% (Figura 4.3.16.b) muestra un solo estado alternativo que toma la razón B/C correspondiendo a la clase de 1.18.

Figura 4.3.17: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante nivel mínimo (PP: 100) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)



a) VAN



b) BC

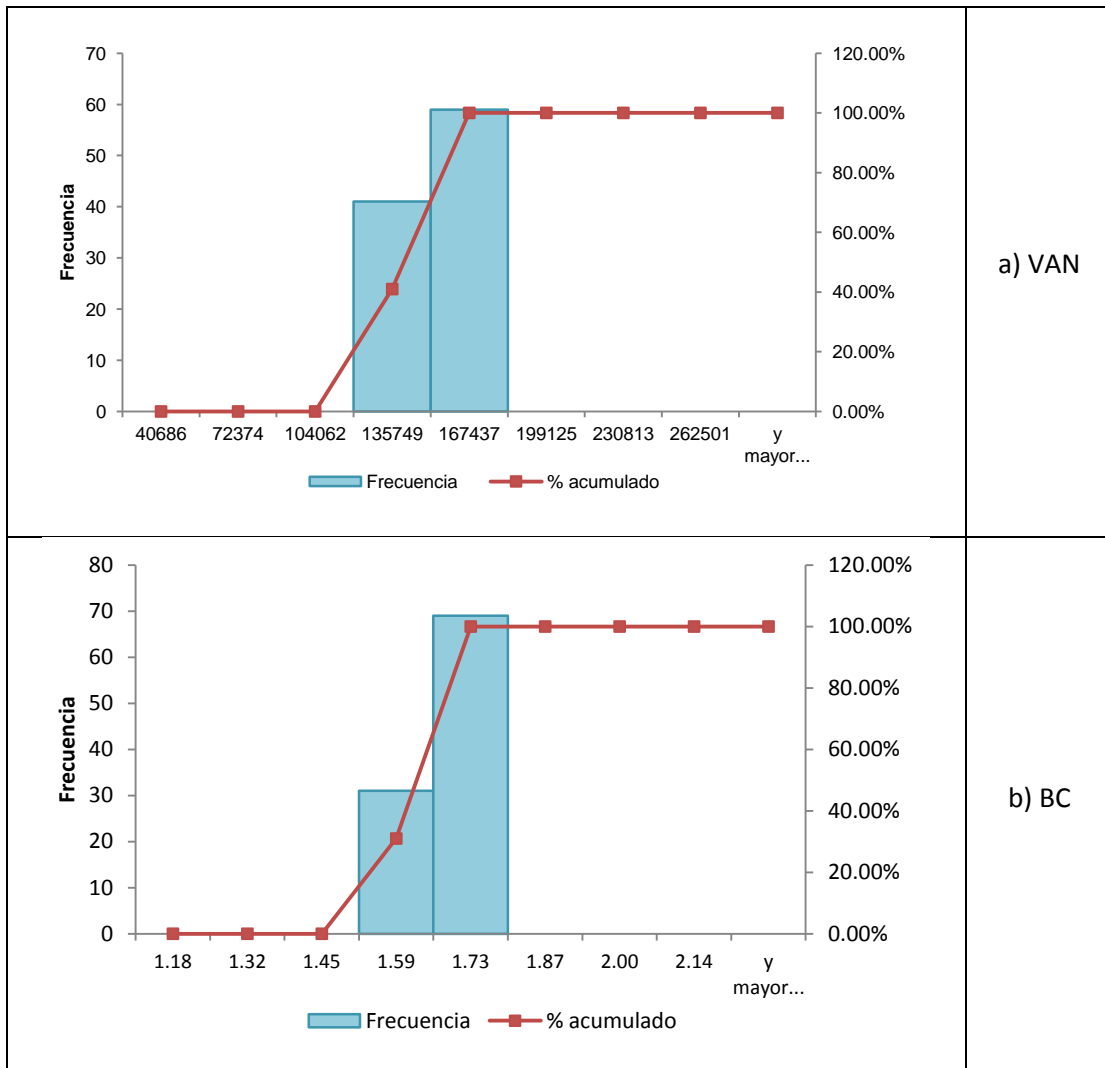
b.2 Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante nivel medio (500)

Esta situación refleja un escenario semejante al anterior, aleatoriedad en el nivel de precio de la fibra de vicuña, bajo precipitación constante a 500 mm anuales, en base a ello se realizaron 100 corridas y los respectivos histogramas: VAN y razón B/C, que se observan en la Figura 4.3.17.

Bajo las condiciones anteriores, el histograma para el VAN al año 15 muestra dos estados alternativos, el primero corresponde a la clase de 167,437 US\$ que concentra el 59% de los casos, mientras que el segundo corresponde a 135,749 US\$ que concentra al 41%.

De igual manera, el histograma para la razón B/C tiene dos estados alternativos, el primero corresponde a la clase de 1.73 albergando al 69% de la información, y el segundo a la clase de 1.59 que alberga al 31%.

Figura 4.3.18: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante nivel medio (PP: 500) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)



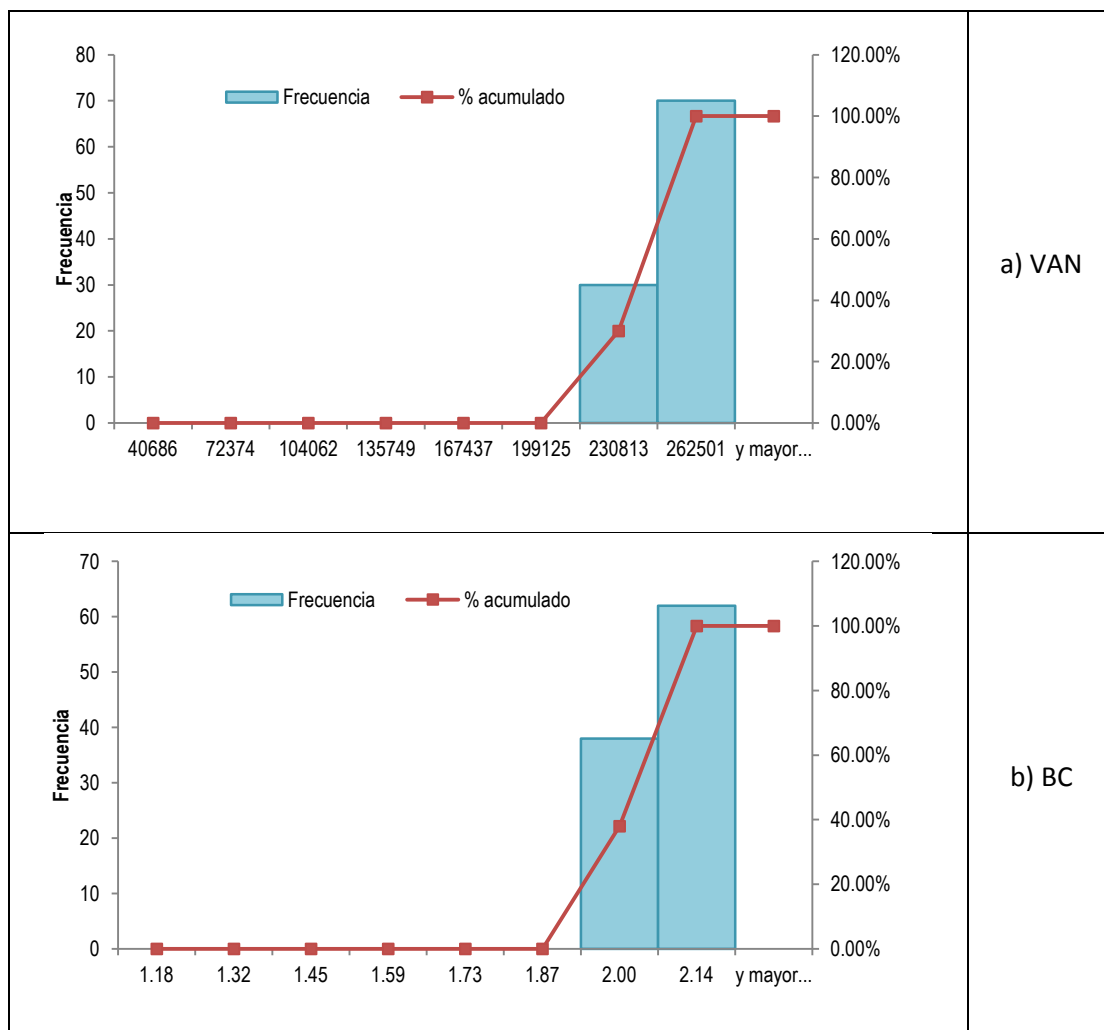
b.3 Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante nivel máximo (1000)

Bajo esta situación se tiene aleatoriedad en el precio de la fibra de vicuña y precipitación constante máxima en 1000 mm anuales, en base a ellos se realizaron 100 corridas y los respectivos histogramas según variable VAN y razón B/C. (Figura 4.3.18)

El histograma para el valor actual neto del flujo de beneficio al final del horizonte de tiempo 15, muestra que se dan dos estados alternativos, el primero corresponde a la clase de 262,501 US\$ y concentra al 70% de los casos; y el 30% restante se concentra en la clase de 230,831 US\$, siendo así el primer estado el más probable.

De la misma manera, el histograma de la razón B/C muestra que se dan dos estados alternativos, el primero corresponde a la clase de 2.14, abarcando al 62% de los casos y el segundo estado corresponde a la clase de 2.0.

Figura 4.3.19: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante nivel máximo (PP: 1000) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)



Bajo aleatoriedad en el precio de la fibra de vicuña entre mínimo (308 US\$/Kg) y máximo (525 US\$/Kg) y bajo el contexto de precipitación constante, se realizaron tres situaciones: la primera cuando la precipitación es constante a nivel mínimo (100 mm/año) tanto el VAN como la razón B/C muestra solo un estado alternativo que corresponde a 40,686 US\$ y 1.18, respectivamente.

Segundo, cuando la precipitación es constante al nivel de 500 mm anuales, el VAN y la razón B/C muestra dos estados posibles, siendo el más probable de 167,437 US\$ (59 %) y 1.73 (69 %), respectivamente.

Tercero, cuando la precipitación es constante a nivel máximo (1000 mm anuales) existen dos estados probables para VAN y la razón B/C, los que corresponden a 262,501 US\$ (70%) y 2.14 (62%), respectivamente.

Lo anterior, permite concluir que menores niveles de precipitación en el tiempo disminuye los posibles estados, además, bajo aleatoriedad en precios el VAN incrementa en 6.4 veces y la razón B/C incrementa en 1.8 veces; entonces la mayor disponibilidad de agua se traduce en incremento de los beneficios, a pesar de la aleatoriedad en el precio de la fibra.

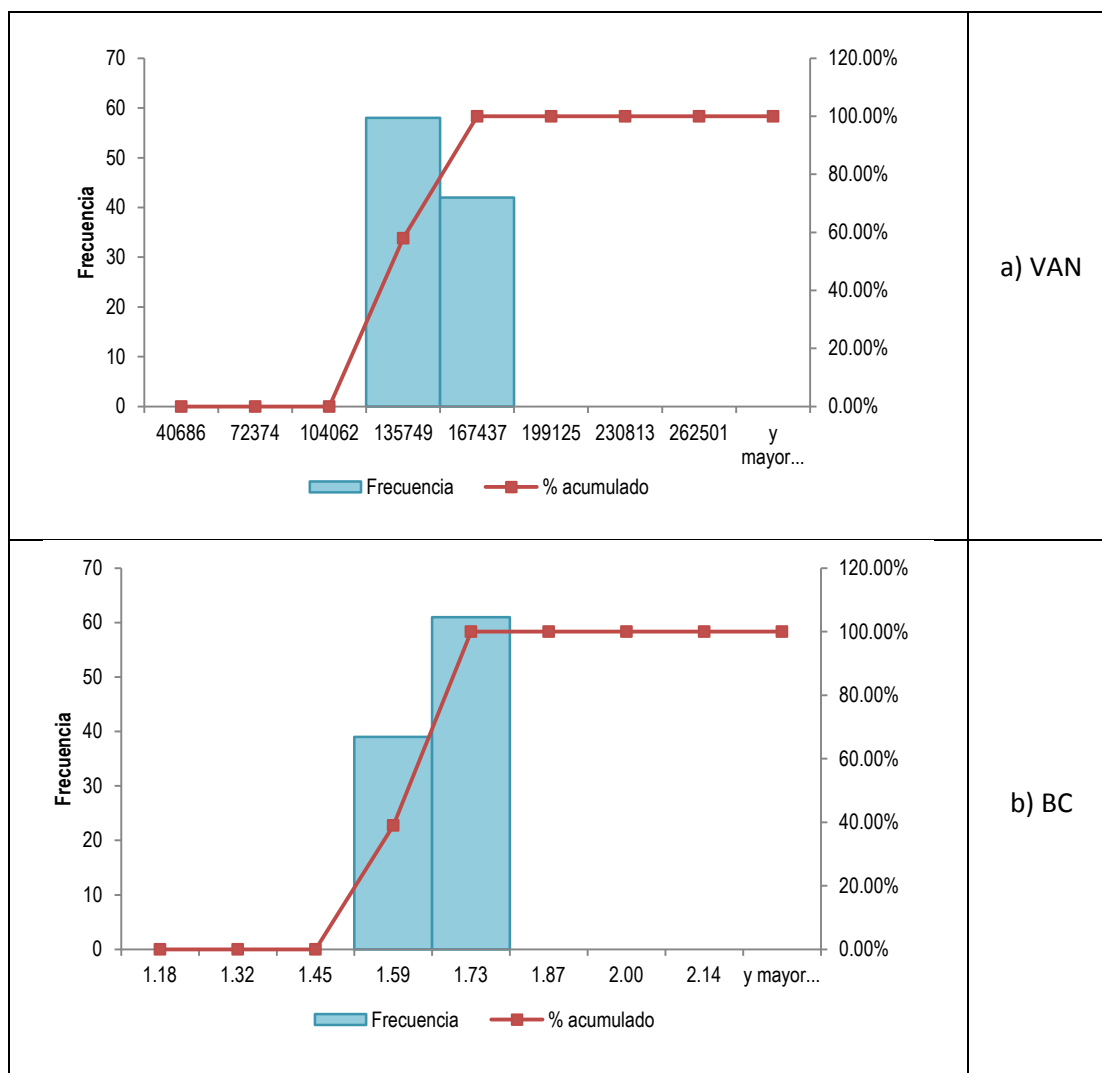
c. Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante con pulso mínimos y máximos.

c.1 Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante con pulso máximo al año 10

Esta situación refleja un escenario donde la incertidumbre se presenta en la parte económica y se expresa en el precio de la fibra de vicuña, mientras que la precipitación es constante (promedio de 1966 a 1986) (PP=484) con pulsos máximo en el año 10, que implicaría un escenario con presencia de un pulso máximo de agua al año 10, en base a ello se realizaron 100 corridas y los respectivos histogramas del VAN y la razón B/C.

Los resultados se observan en la Figura 4.3.19, el histograma del VAN, muestran que se dan dos estados alternativos, el primero corresponde a la clase de 135,749 US\$ concentrando al 58% de los casos; y el 42% restante se concentra en la clase de 167,437 US\$. Para la razón B/C el histograma muestra que se dan dos estados alternativos que tomaría la razón B/C al año 15, el primer estado corresponde a la clase de 1.73, la misma que abarca al 61% de los casos y el segundo corresponde a la clase de 1.59.

Figura 4.3.20: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante con un pulso máximo al año 10/ 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)



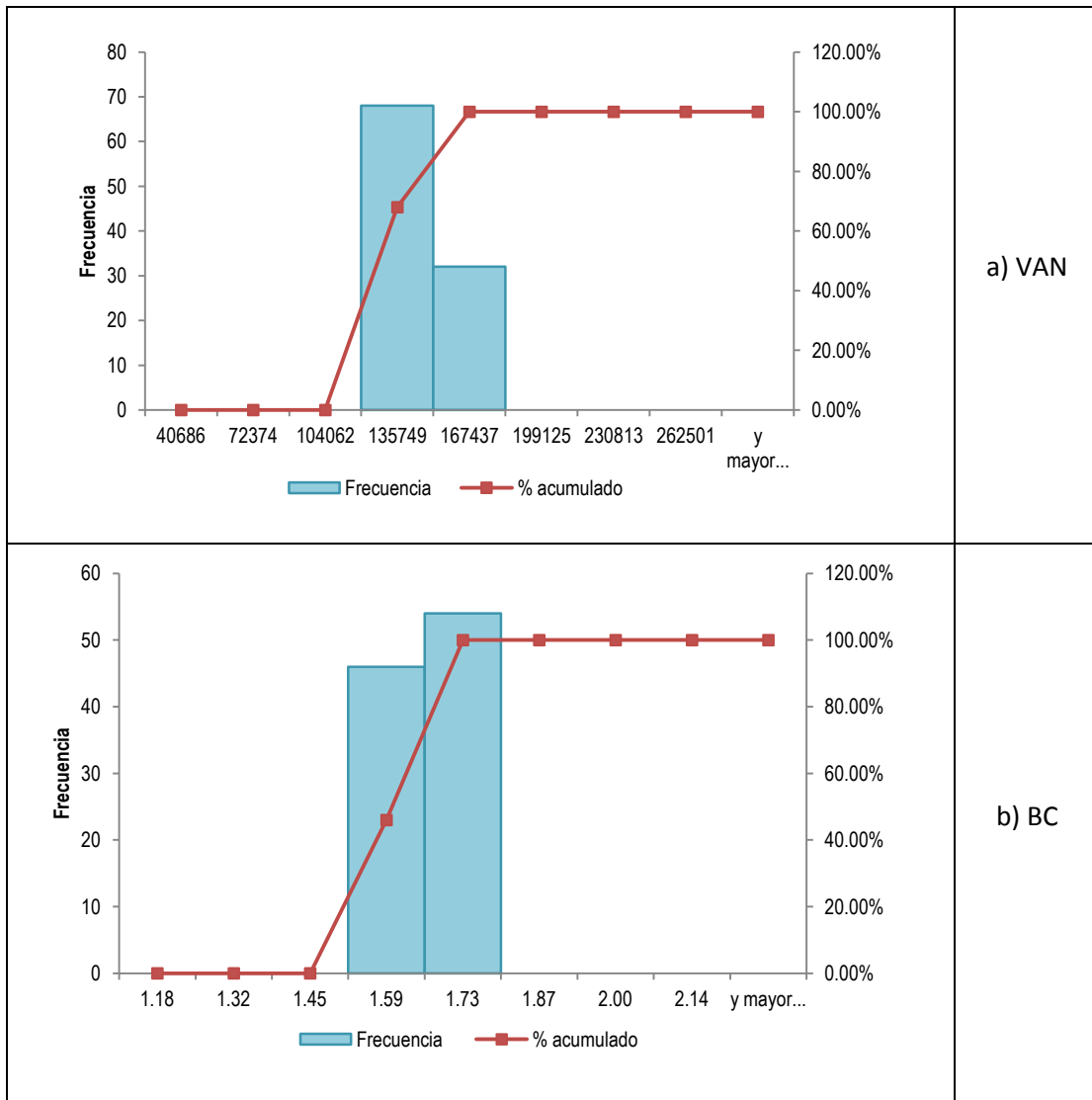
c.2 Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación constante con pulso mínimos (sequia)

Bajo aleatoriedad en el precio de la fibra de vicuña y precipitación constante promedio (484 mm/año) con un pulso mínimo en el año 10, que implicaría un escenario con presencia de una sequia al año 10, en base a ello se realizaron 100 corridas y la Figura 4.3.20 muestra los histogramas para el VAN y la razón B/C.

El histograma para el valor actual neto del flujo de beneficio al final del horizonte de tiempo 15, muestra que hay dos estados alternativos que puede tomar el VAN al año 15, la clase de 135,749 US\$ concentra el 68% de los casos; mientras que la clase de 167,437 US\$ concentra el 32% restante.

Asimismo, del histograma de la razón B/C, se observa los dos estados alternativos que puede tomar la razón B/C, el primer estado corresponde a la clase de 1.73 (54% de los casos) y el segundo estado corresponde a la clase de 1.59 (46% de los casos).

Figura 4.3.21: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación constante con una sequía al año 10 (pulso mínimo) / 100 simulaciones, siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)



En el contexto de aleatoriedad en el precio de la fibra de vicuña entre mínimo (308 US\$/Kg) y máximo (525 US\$/Kg) y bajo precipitación constante con pulsos extremos (mínimo y máximo) al año 10; se observa para ambos casos que existen dos estados alternativos. Siendo el VAN para ambas situaciones de 135,749 US\$, además, la razón B/C corresponde a 1.73, lo cual muestra que a pesar de existir un pulso extremo al año diez, la clase para ambos indicadores (VAN y B/C) son las mismas.

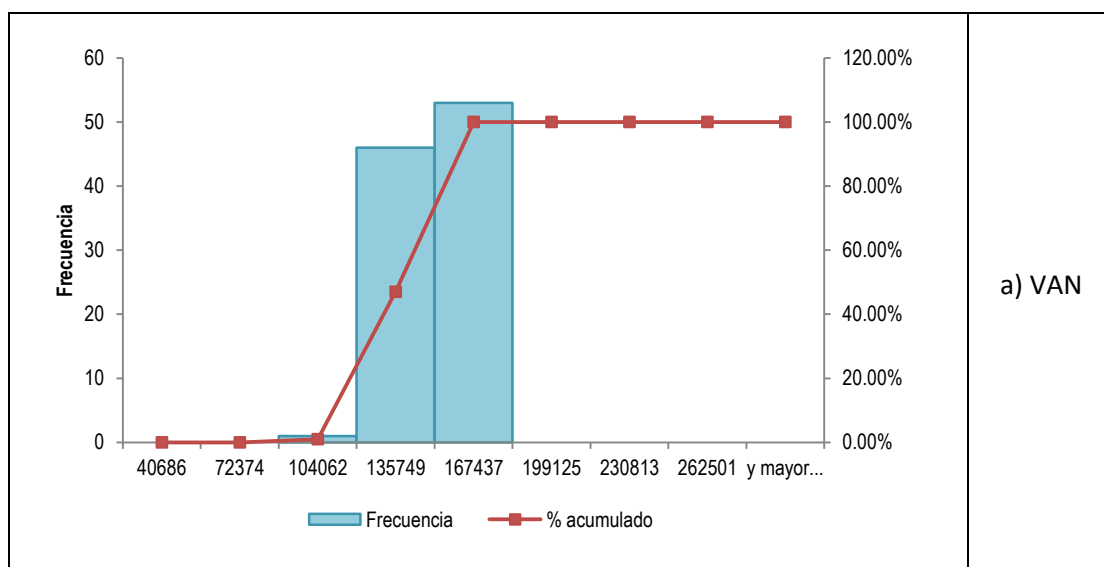
d. Precio de la fibra de vicuña aleatorio: entre valores mínimos (308) y máximos (525), precipitación aleatoria: entre valores mínimos (161) y máximos (836)

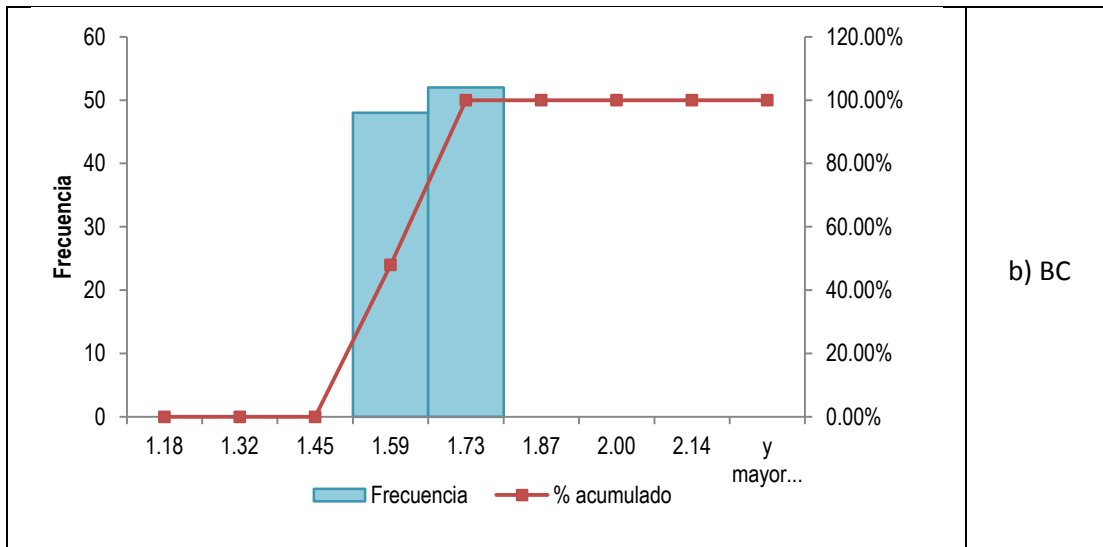
Esta situación refleja un escenario donde la incertidumbre se presenta en la parte económica y ambiental, variando el precio de la fibra de vicuña entre 308 a 525 US\$/Kg; así como la precipitación variando desde 161 a 836 mm/año; para ello se realizaron 100 corridas y sus respectivos histogramas que se observa en la Figura 4.3.21.

Para el VAN, el histograma muestra que existen tres estados alternativos que puede tomar, los que corresponden 167,437 US\$ (53%), 135,749 US\$ (46%) y 104,062 US\$ (1%), siendo los dos primeros los más probables al que llegará el VAN. Del mismo modo, para la razón B/C, el histograma muestra dos estados alternativos que corresponden a la clase de 1.73 (52%) y 1.59 (48%).

Bajo aleatoriedad, económica y ambiental, se esperaría un mayor nivel de dispersión en los resultados; pero solo se dan dos estados probables para el VAN y la razón B/C, cabe destacar que ambos estados muestran una concentración homogénea.

Figura 4.3.22: Histograma de las variables VAN y BC en la RNPG, bajo un nivel de precipitación aleatoria (PP: 161 a 836) / 100 simulaciones, bajo siendo aleatorio el precio de la fibra de vicuña (308 a 525 US\$/Kg)





b) BC

En todos los casos considerados, los flujos de beneficio económico para la aleatoriedad de precios de la fibra de vicuña combinado con la variación de la precipitación extrema, constante muestran indicadores de rentabilidad positivos, debido al volumen de producción de fibra de vicuña y el elevado precio, siendo estos determinantes de la situación. En consecuencia la aleatoriedad del precio, dentro de los rangos señalados, al parecer no tiene mayores impactos negativos en los resultados económicos de la conservación de animales silvestres en la RNPG, mientras se mantengan las tasas bio productivas inherentes a la especie como la tasa de natalidad, morbimortalidad y aspectos sanitarios.

4.4. DISCUSION GENERAL

4.4.1. Caracterización de los elementos del sistema

La caracterización de los elementos del sistema permite distinguir tres elementos iniciales que son la precipitación, población de ovinos y población de vicuñas.

La precipitación anual, en base a los registros de la RNPG (1966 - 1986), muestra un comportamiento variable en el tiempo comparable al ruido blanco, con una media de 484 mm/año que varía desde 161 mm/año hasta 836 mm/año. Lo anterior permite, crear cuatro situaciones de análisis para la precipitación: primero, precipitación constante de 484 mm anuales, segundo, variaciones de la precipitación desde 100 mm anuales hasta 1000 mm anuales, tercero, precipitación con pulso extremos cada diez años, siendo el mínimo de 84 mm/año y el máximo de 884 mm/año y cuarto, precipitación aleatoria entre 161 y 836 mm/año.

Con relación a los ovinos, las tasas de crecimiento por sectores y la población total presentan grandes y pequeñas fluctuaciones, positivos y negativos; esto es, muestran tasas erráticas entre años y sectores, los que guardan relación con la disponibilidad de pastos naturales e indirectamente con el nivel de precipitación pluvial; de tal manera que, el uso de la RNPG para los ovinos es de carácter temporal, desde enero hasta junio. Más aún, se señala que el 62.8% de la población ovina se concentra en un solo sector (Sancaypampa) de la Reserva. En general, la abundancia de ovinos refleja dos aspectos importantes para la gestión del ecosistema de la RNPG: El patrón de uso temporal de parte de los pequeños productores (Enero – Junio) y las diferencias en el uso del hábitat de la especie ovina, a causa de la acción antrópica.

Por otro lado, el análisis de componentes principales -ACP- a través de los Componente 1 y 2 explican el 69 % de la varianza; lo que para fines de gestión cabría seleccionar estos dos componentes como elementos de síntesis para la interpretación de los principales procesos que controlan la dinámica temporal del sistema de uso para la alimentación de ovinos en la Reserva.

Con relación a la autocorrelación temporal en ovinos, los correlogramas muestran dos comportamientos diferenciados, en función al nivel de densidad; esto es, los sectores con mayor población de ovinos tienden a seguir un patrón de comportamiento definido del uso de la pradera de la Reserva; mientras que en las poblaciones menos densas el patrón de comportamiento es aleatorio. Sobre el particular, el comportamiento poblacional de los

ovinos en la pradera tiene carácter cíclico y al parecer asociado a la estacionalidad de la precipitación pluvial. Sin embargo, el análisis de la asincronía espacial en ovinos revela una relación inversa entre la precipitación y los ovinos; o sea si en el año anterior hubiere lluvias intensas, éstas influirían negativamente en la cantidad de ovinos del año presente debido a que habrían forrajes de reserva –tierras abajo- que desalentarían a la familia campesina subir los ovinos a la RNPG para complementar su alimentación.

Con relación a las vicuñas, las tasas de crecimiento interanual son menos fluctuantes entre años y sectores, debido a que la especie permanece de manera constante durante todo el año. A diferencia de los ovinos, la abundancia de vicuñas resalta que, la zona de alta concentración alberga la mitad de la población promedio de vicuñas de la Reserva. En tanto que el ACP, también a través de dos componentes explica el 93.65 % de la varianza; o sea, los sectores predominantes sobresalen por pertenecer a zonas de alta densidad, y en consecuencia, afectan la dinámica espacio-temporal del sistema de la RNPG.

El análisis de la variación temporal de uso de la pradera, a través de vicuñas, evidencia correlaciones positivas entre sectores, excepto en un caso. Esto sugiere que el crecimiento de la población de vicuñas en un sector afecta positivamente a la población del sector colindante y existiría una sincronía a nivel de los diferentes sectores de la Reserva; este lazo es más fuerte en las zonas con alta densidad, lo cual conducirá a una mayor estabilidad entre los miembros de la especie. Mientras que a nivel de la Reserva, con relación a la asincronía espacial en vicuñas, la correlación entre sectores, en función a su distancia, muestra una asincronía que no parece ser atribuible a la distancia sino a otros factores no considerados en el estudio.

Los resultados de la autocorrelación coinciden con la afirmación de Legendre y Fortín (1989) que los seres vivos no se distribuyen uniformemente ni al azar; pues muestran patrones de agrupación, en parches o gradientes, que revelan la heterogeneidad espacial. Asimismo, según Lichtenstein *et al.* (2002) aquello ocurre con frecuencia con los datos ecológicos.

Lo referido anteriormente corrobora la afirmación de Recharte *et al.*, (2002) de que la mayoría de los asentamientos humanos prehispánicos que se desarrollaron en la zona central del Perú y hacia el sur, desarrollaron sus sistemas de producción a partir del manejo de la puna; lo que conlleva a precisar que, en el presente milenio, la economía andina aún está centrada en la ganadería y en uso de los pastizales.

La introducción de especies exóticas, como el ovino, a la pradera andina de la RNPG no implica mayor competencia para las vicuñas por el uso del pastizal, debido probablemente a tres aspectos: la ubicación de la pradera, por encima de los 3900 msnm, parece que aquellas tierras se consideren de uso marginal y temporal en las épocas críticas (sequía); por la rusticidad y adaptabilidad del Ovino Criollo, pues es la única especie que accede a estas praderas; pero es la acción antrópica la que determina el uso temporal de la Reserva, ya que el hombre en años favorables (bastante precipitación) prefiere quedarse en los valles interandinos y dejar sobre la Reserva a disponibilidad de las poblaciones silvestres herbívoras.

En consecuencia, los pastizales naturales -en las que predominan las gramíneas o plantas de tipo graminoide- son una vegetación baja propicia para los camélidos sudamericanos silvestres o domésticos, tal como reafirman Recharte *et al.*, (2002) y Florez (2005) debido a su particular adaptación anatómica y fisiológica de pastoreo los camélidos descritos por Gimpel y Bonacic (2006).

Es probable que aquella vegetación descrita por León (2008) -acerca de la evolución ecológica, composición florística, cobertura vegetal y anatómica de los sitios ubicados en la zona rígida de Pampa Galeras- y en concordancia con Tuppia (1991), las gramíneas constituyen la mayor parte de la dieta de las vicuñas que habitan los principales sitios de la RNPG. Cabe advertir que el uso temporal de la Reserva, a favor de los ovinos, tendrán serias repercusiones negativas en la productividad primaria de la pradera debido a los hábitos de pastoreo; pues, los ovinos consumen las especies de crecimiento bajo y especies tiernas, tienen alta selectividad por una dieta de alta calidad, en particular, su modo de arrancar el pasto junto a la raíz, y la forma de sus pezuñas dañan el suelo; los que deben ser considerados para la gestión del ecosistema de la RNPG, particularmente en los años críticos (sequía).

Sobre el particular, experiencias similares, en ecosistemas africanos han sido estudiados para determinar la abundancia de herbívoros africanos (Fritz *et al.*, 2003) y también concluyen que la precipitación pluvial y el estado de los nutrientes del suelo con determinantes para la cantidad y calidad de la productividad primaria, lo que se corrobora en el caos de la RNPG.

4.4.2. De la estabilidad temporal de vicuñas y ovinos

Con base al modelo planteado en Sánchez (1997), las relaciones de mejor ajuste del comportamiento de los ovinos en la RNPG se ha realizado cambios en cuatro escenarios: población inicial de vicuñas; consumo de los ovinos y días de permanencia en la Reserva bajo un nivel de precipitación constante; nivel de precipitación constante (484 mm/año) y con pulso intenso o de sequía; y precipitación aleatoria.

En este contexto, la población de vicuñas tiende a crecer a una tasa media de 8.7% con o sin inclusión de ovinos. Para el horizonte de 30 años, si la población inicial de vicuñas está por encima del 40% las curvas tienden a descender abruptamente; en cambio, si ingresa con valores por debajo del 40%, la población tiende a un crecimiento más lento, y luego en ambos casos (con o sin inclusión de ovinos) la población de vicuñas tiende a alcanzar un nivel estacionario después de los 10 años del horizonte inicial. En este escenario, en el tiempo, la presencia de ovinos no altera la población de vicuñas.

En tanto que la intensificación del uso de la Reserva con ovinos hace que la población de vicuñas muestre una variabilidad que no excede al 6%. O sea, el incremento de los niveles de consumo del ovino, no afecta negativamente el comportamiento de la población de vicuñas; probablemente por la permanencia temporal. Es probable que la estacionalidad de la producción de pastos y la baja productividad primaria estén limitados por los regímenes de precipitación pluvial. Mientras que en escenarios de cambio climático, el comportamiento de la población de vicuñas, en función a la precipitación, muestra que en años de sequía las tasas de decrecimiento son menos pronunciados, y en períodos intensos de lluvias son más pronunciadas (45.3% anual). Aunque, en casos de sequía, las tasas de crecimiento son negativas y en el extremo lluvioso se tornan positivos. En este último caso, la población de ovinos muestra un comportamiento inverso; es decir los ovinos se ausentan de la pradera, probablemente atribuible a que las familias campesinas utilizan marginalmente los pastos de la Reserva; y, en consecuencia no tienen mayor propósito económico.

En un escenario con intensa lluvia (884mm/año) por década se evidencia que la población de vicuñas crecería en la primera década, pero sin superar más allá de un tope de 3,000 vicuñas; y luego, en las siguientes décadas la población se estabilizaría incorporando oscilaciones recurrentes no pronunciados hasta el fin del horizonte. Ante esta eventualidad climática, pareciera que la población de vicuñas no solo tiende a la reducción si no que muestra oscilaciones, cuya intensidad disminuye en el horizonte propuesto. En tanto que en

escenarios de sequía (84 mm/año) por década se observa que el comportamiento de la población de vicuñas, sin presencia de ovinos, tiende a crecer durante la primera década, luego, el comportamiento de la población de vicuñas crea oscilaciones, cuya intensidad disminuye a medida que avanza el horizonte propuesto; lo que no difiere en caso de presencia de ovinos.

En el supuesto de la precipitación aleatoria, entre valores mínimos (161 mm/año) y máximos (836 mm/año), y en ausencia o presencia de ovinos el comportamiento de la población de vicuñas muestra una acumulación en la clase cuya marca es 3159 vicuñas para los años 20, 25 y 30; siendo la mayor preocupación, en la época lluviosa, pues ésta es corta y la mayor frecuencia de tormentas violentas hacen que el desarrollo de los pastos naturales sea más difícil.

En un contexto de precipitación aleatoria, las familias campesinas que acceden a la Reserva, la tienen como una estrategia de sobrevivencia, reducen el tamaño o aceptan el bajo estado de carnes de sus rebaños de ovinos, como un esfuerzo para conservar un “seguro” para enfrentar tiempos difíciles.

La puna, a la que pertenece la RNPG, es un ecosistema frágil, muy singular y único, que cumple funciones socioeconómicas y ecológicas relevantes; sin embargo aquella se encuentra amenazada por el pastoreo de especies herbívoras silvestres y domésticas. En términos de conservación, la Reserva es un hábitat natural para la vicuña, el más pequeño de los camélidos sudamericanos; en consecuencia, podría afirmarse que constituye un modo de adaptación a las condiciones ambientales existentes en las zonas de montaña, dado que allí se concentra la mayor población de vicuñas del país (Veliz y Hoces, 2007).

Una de las alternativas viables -de estos ecosistemas de montaña- es su aptitud ganadera, sea a través del aporte de productos provenientes de camélidos sudamericanos (fibra, carne, transporte) o de especies introducidas como el ovino (lana y carne). Estos, en aquel espacio, pastorean una al lado de otra (Villalba, 2000). De por sí, resalta la presencia de la vicuña por su mayor número y por la importancia económica de su principal producto (la fibra de vicuña) respecto al ovino; debido a ello, podría señalarse que en los sistemas poco productivos con larga historia de pastoreo difieren de las fluctuaciones en la intensidad de pastoreo de grupos más o menos resistentes al pastoreo descritos en otros ecosistemas (Ospina, 2005) sino que en el caso de la Reserva, obedece más a la acción antrópica y a la intensa precipitación; y este último guarda relación inversa con la presencia del ovino en la Reserva.

En la Reserva, como señalan Tapia y Flores (1984), la ganadería y el pastoreo están vinculados por singulares procesos culturales que supieron aprovechar los animales silvestres para desarrollar, a la vez, el pastoreo autónomo de camélidos sudamericanos y el ovino introducido. Probablemente, como refiere Florez (2005) y FAO (2005) citado por Castellaro (2003), la estación de lluvias sea la principal determinante de la mejora de la oferta de forrajes para especies herbívoras; pues éstas son las únicas especies animales capaces de transformar el forraje en productos útiles para el hombre (carne, fibra, etc.).

Por otro lado, la estabilidad del sistema pastoril de la Reserva, y su consecuente sustentabilidad, dependerán del buen manejo de la pradera, es decir por la magnitud de las variaciones experimentada por los animales en pastoreo y las plantas que son pastoreadas, tal como verificaron Flórez y Malpartida (1987), Tupia (1999) y León (2008). En virtud a ello, el uso potencial de la Reserva es un fenómeno complejo que abarca múltiples funciones interrelacionadas, cada una de las cuales tiene influencia sobre las otras como en cualquier ecosistema natural (Díaz, 2007)

Desde el punto de vista de la gestión del ecosistema de la Reserva es importante considerar la capacidad de carga de la pradera, los que se vinculan con la condición de la misma; y en esto juega papel importante el hombre quien debe recurrir al uso de la teoría de la complejidad desarrollada por Morin (2009) debido a la creciente incertidumbre.

4.4.3. De la estabilidad económica entre vicuñas y ovinos

Desde el punto de vista económico, el precio de la fibra de vicuña es la variable determinante para analizar distintos flujos de beneficios económicos entre vicuñas y ovinos que se reflejan en los indicadores de rentabilidad (VAN, B/C y VANFAN).

Los escenarios de precios constantes de la fibra de vicuña con precipitación constante muestran que el VAN y el B/C es rentable a partir del año 3 a un COK del 14% y una razón Beneficio-Costo (BC) de US\$ 1.05. Aquella rentabilidad, se reduce si se inicia con una baja población de vicuñas.

En tanto que si el precio de la fibra es mínimo (US\$ 308/kg), la inversión es rentable a partir del año 8; y si el precio de la fibra es máxima (US\$ 525/kg), también la inversión es rentable pero a partir del año 2. Es decir, a medida que el precio de la fibra de vicuña incrementa se observa dos hechos importantes: Se acorta el periodo de retorno de la inversión rentable y los indicadores de rentabilidad guardan relación directa con la variación del precio de la fibra de vicuña.

Bajo estas circunstancias se observa que ante la aleatoriedad del COK (11% al 15%), según recomendación del SNIP, muestra que a partir del año 3, la inversión es rentable para el rango del COK considerado; tanto en el VAN como en la razón B/C. Esto es, a medida que disminuye el COK la inversión muestra un mayor nivel de rentabilidad.

En un escenario de precipitación constante y de precios de la fibra de vicuña promedios, todas las simulaciones presentan un VAN negativos, hasta el año 3. A partir de aquel momento, los indicadores VAN y B/C muestran variaciones positivas, correspondiendo la situación deseable en el alto nivel de precipitación, mientras que cuando desciende la precipitación a su nivel mínimo (100mm/año) los beneficios tienden a detenerse hasta el año 6. A pesar de ello, los diversos niveles de precipitación, que van desde 100 mm/año hasta 1000 mm/año, muestran que la inversión es rentable.

Los resultados económicos en situación de cambios climáticos muestran en caso de precipitación constante con pulsos mínimos o máximos cada década muestra que los indicadores de rentabilidad no difieren significativamente, probablemente dado por la ocurrencia eventual del fenómeno en cada década. Por tanto si cualquiera de estos dos eventos (sequía o excesos de agua) traducidos como un Niño o Niña se diesen antes del tercer año, los efectos serían mayores, dado que la inversión se recobraría pasando el año 3.

En el escenario del comportamiento económico en presencia de estocasticidad en el nivel del precio de la fibra de vicuña se evidencia que la incertidumbre económica ante precios aleatorios del precio de la fibra de vicuña, bajo precipitación mínima constante (100 mm/año), presenta un solo estado alternativo que puede tomar el VAN, el cual es cuando la precipitación sea constante en 100 mm/año, y así se convierte en el único estado probable al que llegará el VAN después de 15 años. Mientras que entre el valor mínimo (US\$ 308) y el máximo (US\$ 525), con precipitación constante (500 mm/año), muestra dos estados alternativos, el primero corresponde a la clase de 167,437 US\$ que concentra el 59% de los casos, mientras que el segundo corresponde a 135,749 US\$ que concentra al 41%.

En sí, la aleatoriedad del precio de la fibra de vicuña -en escenarios con menores niveles de precipitación- en el tiempo disminuye las posibles respuestas, aunque aquella aleatoriedad en precios provoca el incremento del VAN en 6.4 veces y la razón B/C en 1.8 veces; o sea la mayor disponibilidad de agua se traduce en incremento de los beneficios, a pesar de la aleatoriedad en el precio de la fibra.

En el contexto de aleatoriedad en el precio de la fibra de vicuña entre mínimo (308 US\$/Kg) y máximo (525 US\$/Kg) y bajo precipitación constante con pulsos extremos (mínimo y máximo) al año 10; se observa para ambos casos que existen dos estados alternativos.

En general, las praderas de la Reserva son el soporte de la población silvestre de vicuñas y del ovino Criollo, especialmente en épocas con pluviometría baja y con una distribución permanente de las vicuñas y temporal de los ovinos. En épocas con baja pluviometría, la trashumancia durante la época de lluvias, permite la producción de carne de ovinos, basada en la utilización de pastos naturales.

El ecosistema pastoril de la RNPG se caracteriza por el aprovechamiento de la vegetación, que sin concurso de las vicuñas quedarían infrautilizadas. O sea la vicuña (especie silvestre) transforma la vegetación natural en fibra, un producto de alto valor económico en el mercado internacional.

Según Flores (1988) en la economía andina, las alpacas proporcionan productos (fibra y carne) que sirven como bien de comercio. En aquel espacio, los ovinos fueron introducidos por imposición española y aportan carne y lana. Además, allí cohabitan las vicuñas, en su estado silvestre, gracias a una protección legal del gobierno peruano, y proporciona una fibra fina de alto valor económico respecto a los anteriormente señalados.

En el Perú, debido a ello, ancestralmente se ha instaurado el Chacu de la Vicuña para aprovechar, principalmente la fibra, el cual está fuertemente articulado con el sistema económico nacional e internacional. En virtud a ello, para la FAO la vicuña es una especie clave para el desarrollo de América Latina; y este último es probable, gracias al alto valor de la fibra y la recuperación de las poblaciones que abren el panorama para la utilización del recurso silvestre.

Este modelo peruano está siendo reproducido en otros países como un incentivo para las familias campesinas a fin de que orienten su interés por la conservación de este recurso zoo genético de los Andes. Finalmente, para la planificación del uso más conveniente de aquel ecosistema, junto a su población animal herbívora silvestre, hay que considerar aspectos ecológicos y económicos del recurso animal y vegetal; y la protección del medio ambiente de posibles deterioros. En dicho contexto, la vicuña cobra importancia como una alternativa para satisfacer sus necesidades económicas de las poblaciones marginales.

Para finalizar, la Figura 4.4.1 y Figura 4.4.2 muestran los diversos respuesta del VAN y la razón B/C respecto a los escenarios de estabilidad económica (precios constantes) y estocasticidad económica (precios aleatorios), para ambos escenarios, existen tres atractores.

La aleatoriedad económica, mejora el resultado final de los indicadores cuando la precipitación es mínima (100 mm/año), en tanto que si la precipitación es máxima (1000 mm/año) entonces disminuye los beneficios. De manera general para los otros escenarios la aleatoriedad en precios mejora ligeramente los valores de los indicadores.

Bajo un escenario de aleatoriedad en precios y precipitación, la variabilidad en precios incrementa los beneficios económicos

De la totalidad de escenarios planteados, la situación que brinda mayor rentabilidad esta expresada en precipitación máxima (1000 mm anuales) bajo precios constantes de la fibra de vicuña. Mientras que en un escenario de variabilidad ambiental económica, es preferible que ambas variabilidades estén presentes.

La información registrada tanto para la precipitación como para el precio de la fibra de vicuña muestran que ambas series son aleatorias, teniendo un comportamiento de ruido blanco, lo cual genera un escenario favorable dado que ambas aleatoriedades estarían compensados, y esto estaría explicando el comportamiento bajo el esquema del manejo adaptativo, dado que en la naturaleza muestran comportamientos variantes que permitirían que el sistema logre mejores resultados gracias a la aleatoriedad económica.

Además, el manejo de la vicuña en Pampa Galeras, podría estar enfocada al uso del agua, dado que la precipitación es determinante en la población de vicuñas y por ende en los beneficios económicos percibidos por ella.

Figura 4.4. 1: Resultado del modelo para el valor actual neto (VAN) y su correspondiente variabilidad, bajo los escenarios de precios constantes y precios aleatorios (RND).

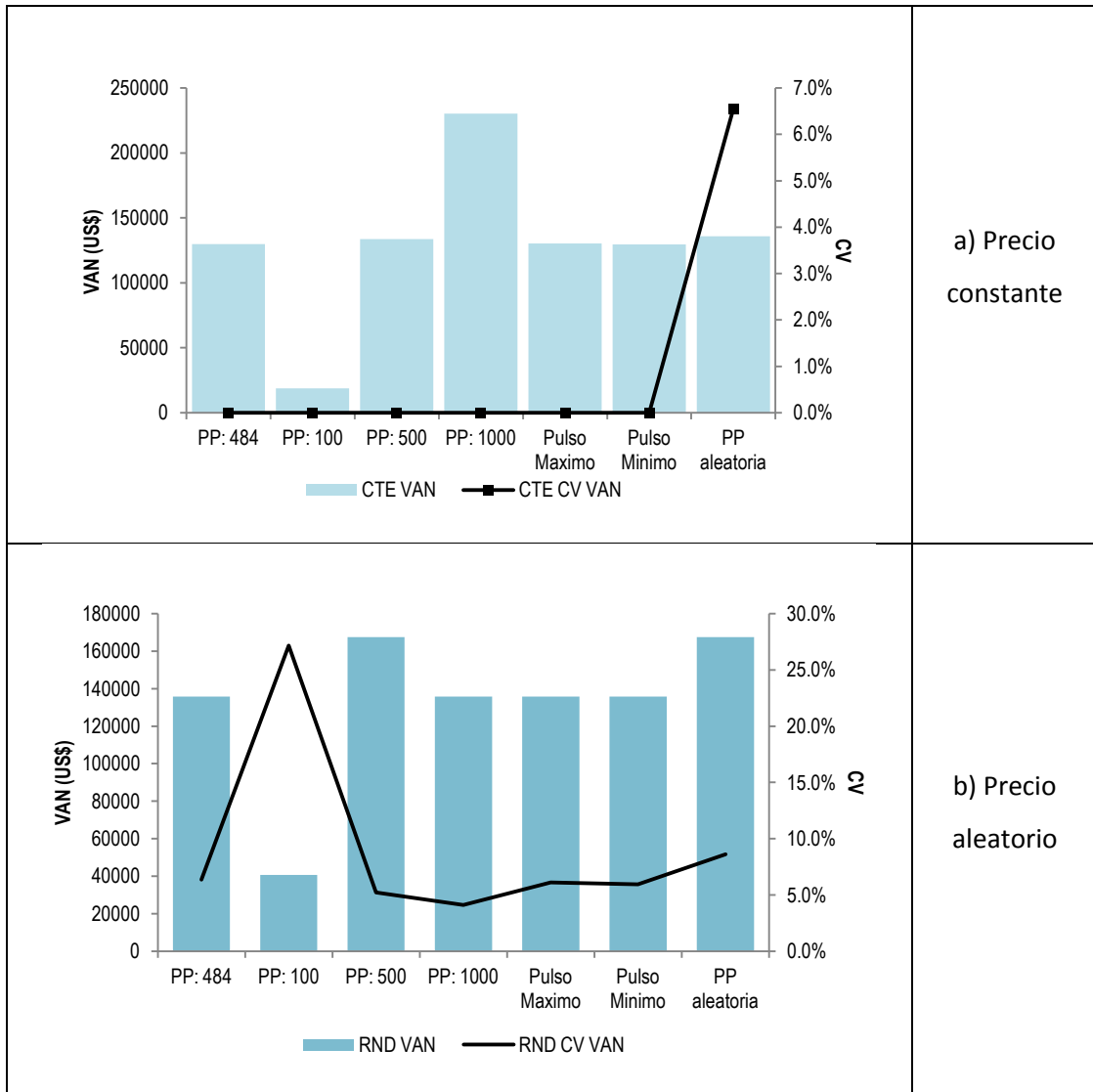
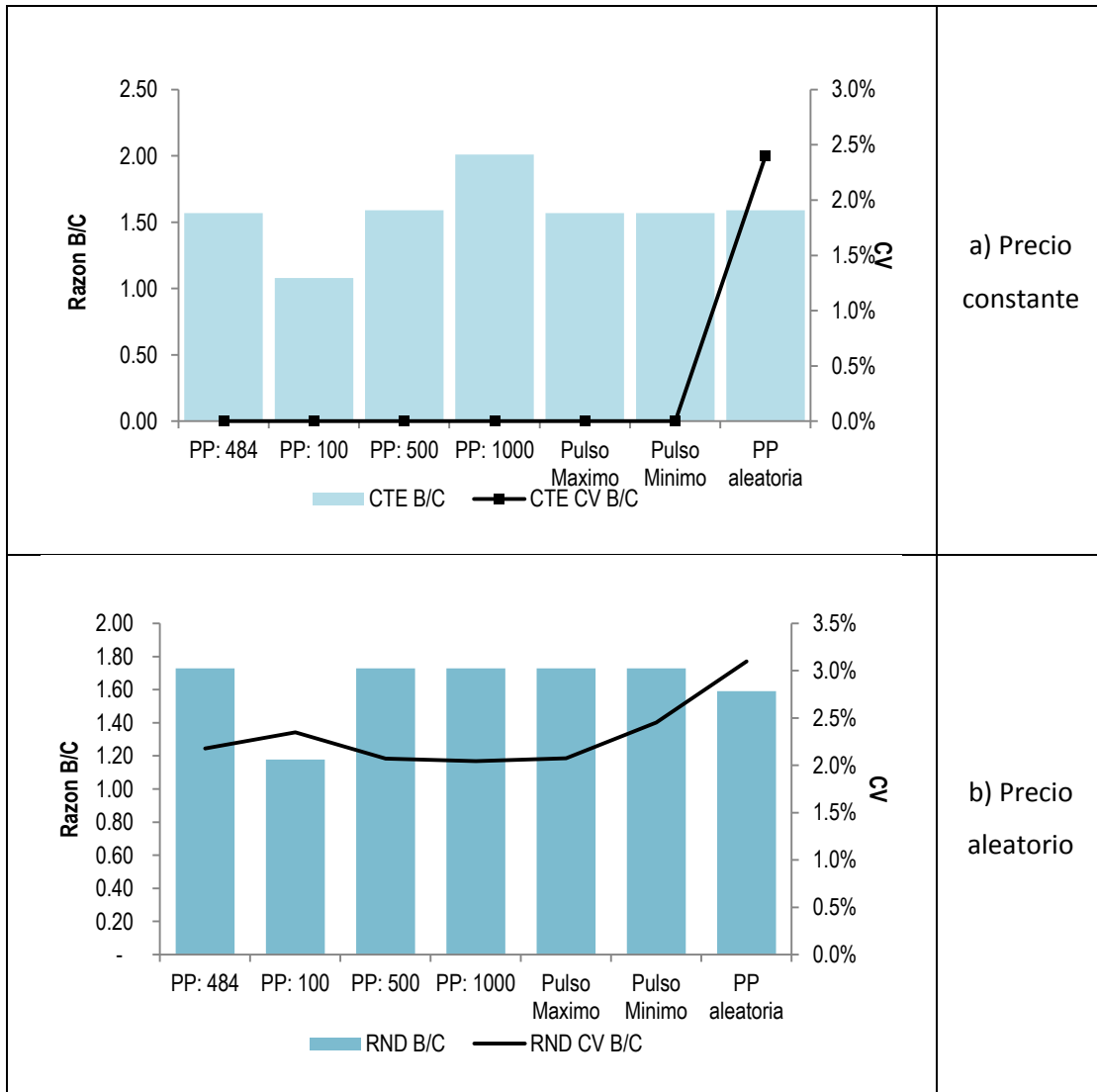


Figura 4.4. 2: Resultado del modelo para la razón B/C y su correspondiente variabilidad, bajo los escenarios de precios constantes y precios aleatorios (RND).



V. CONCLUSIONES

La población de ovinos muestra una concentración heterogénea dentro de los diez sectores de la Reserva, siendo dos sectores (Sancaypampa e Incahuasi) los de mayor concentración en abundancia (número de ovinos) y densidad (ovinos/mes/ha). La permanencia de los ovinos a lo largo del año es temporal, permaneciendo en la Reserva alrededor de 267 días (8.9 meses), este comportamiento está asociado a la época de lluvias. Los sectores dominantes del sistema se caracterizan por una alta densidad y poca variabilidad (Incahuasi y Sancaypampa), además estos sectores muestran comportamientos diferentes.

A nivel del total poblacional de ovinos, se muestra un comportamiento cíclico semestral, que es semejante al comportamiento de una zona de alta dominancia (Sancaypampa), y que podría asociarse a la estacionalidad de la precipitación pluvial. La correlación entre los sectores es independiente de la distancia, lo cual evidencia la asincronía entre los sectores de la Reserva.

En términos de su dinámica, la población de ovinos muestra dependencia lineal inversa respecto a la precipitación, la misma que se da con una demora de un año. Esta dependencia parece deberse a la oferta de alimento en las zonas bajas aledañas a la Reserva, de modo que cuando llueve mucho al haber bastante oferta de alimento en estas zonas bajas, la necesidad de usar los recursos forrajeros de la Reserva, se ve disminuida. Lo que sugiere las familias campesinas acceden a la reserva para utilizar marginalmente los pastos, mientras que durante la época lluviosa, las familias campesinas debido a la mayor disponibilidad de forraje no obliga recurrir a los pastos de la pradera de la puna.

La simulación, ya sea bajo precipitación constante o estocasticidad de la precipitación, la población de vicuñas alcanza un valor de 3063 individuos, ya sea que el modelo incluya o excluya a los ovinos; además la población de vicuñas alcanza un nivel estacionario después de 10 años del horizonte inicial. Por tanto, la presencia de ovinos no altera significativamente la población de vicuñas, dado que la población de vicuñas tiende a regularse, cualquiera sea el nivel inicial de vicuñas con el cual comience.

Los pulsos máximos o mínimos de precipitación cada diez años, generan oscilaciones recurrentes a partir del año diez en la población de vicuñas, mientras que el ganado ovino permanece constante en el tiempo.

La estocasticidad de la precipitación genera diversas respuestas en la población de ovinos, dado que esta depende directamente de la precipitación que es aleatoria.

A nivel económico, el precio de la fibra de vicuña y el nivel de precipitación son variables determinantes en los beneficios económicos del sistema.

En un escenario de precios y precipitación constante la inversión es rentable a partir del año tres a un costo de oportunidad del capital del 14%.

Los pulsos mínimos o máximos al año diez, no generan diferencias significativas entre los indicadores de rentabilidad, dado que la inversión se recupera al año tres, por lo que si estos pulsos se diesen antes del tercer año, entonces los efectos serían notorios.

La aleatoriedad económica, entendida como la variación en el precio de la fibra de vicuña, modifica ligeramente los estados del escenario de precios constante, tornándose más beneficiosos los estados de mínima precipitación (100 mm/año) y disminuyendo los beneficios cuando la precipitación es máxima (1000 mm/año)

De la totalidad de escenarios planteados, la situación que brinda mayor rentabilidad esta expresada en precipitación máxima (1000 mm anuales) bajo precios constantes de la fibra de vicuña. Mientras que en un escenario de variabilidad ambiental y económica, es preferible que ambas variabilidades estén presentes.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario generar políticas de conservación en las zonas dominantes como Sancaypampa e Incahuasi, dado que son sectores dominantes tanto a nivel de densidad y concentración de vicuñas.

Dado que el agua es el factor determinante, es necesario atenuar su variabilidad mediante sistemas de riego o cosecha de agua que permitan traspasar el agua de la época de lluvias abundantes hacia la época seca.

Dado que el ganado ovino no tiene un efecto significativo, una política de aislamiento de los ovinos en la Reserva no tendrá impactos significativos en las poblaciones de vicuñas.

Se recomienda el levantamiento periódico de información poblacional vicuñas, animales domésticos, meteorológica y de pastos para conocer el comportamiento y evolución en el tiempo.

Se sugiere investigar la distribución de los beneficios por la vicuña, y la participación de las familias campesinas relacionadas al proceso.

Se sugiere promover servicios que permitan diversificar los productos de la vicuña, como el turismo rural o alguna variante como el ecoturismo, mediante el cual las familias puedan involucrarse activamente en el manejo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amanzo, J. 2005. Análisis de la competencia entre la vicuña (*Lama vicugna*) y los animales domésticos en la Reserva Nacional de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú.
- Andaluz, C., Mérega, JL y Palmili, G. 2007. The economics of pastoralism: Study on current practices in South America. Nomadic peoples. Volume 11, Issue 2, pp: 87–105.
- Anderies, J. Janssen, M y Ostrom, E. 2004. Insight: A Framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. The Resilience Alliance. Ecology and Society Nro 9.
- Aracil, J. 1995. Dinámica de sistemas. ISDEFE - Ingeniería de Sistemas. Madrid, España.
- Armstrong, G, Grant, H y Sibbald. 1997. A model of the grazing of hill vegetation by sheep in the UK. I. The prediction of vegetation biomass. Journal of Applied Ecology Nro 34 pag; 166 – 185.
- Badii, M y. Abreu, J. 2006. Metapoblación, conservación de recursos y sustentabilidad. International Journal of Good Conscience.
- Baeza, A. 2005. Efecto del entorno de un área protegida en la dinámica y persistencia de una población de carnívoros sometida a variabilidad ambiental. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Chile.
- Bas, F. 2000. Identificación y desarrollo de mercados para productos de camélidos sudamericanos silvestres. En: González, *et al.* (1998). Seminario: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero - Pontificia Universidad Católica de Chile - Fundación para la Innovación Agraria. Chile.
- Bonacic, C. 1998. Dinámica poblacional de la vicuña (*Vicugna vicugna*) y determinación de la capacidad de carga en la Provincia de Parinacota-Chile. En González, *et al.* (1998). Seminario: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero - Pontificia Universidad Católica de Chile - Fundación para la Innovación Agraria. Chile.
- Borgia, M., Vila, BL. y Cassini, MH. 2008. Interaction between wild camelids and livestock in an Andean semi-desert. Journal of Arid Environments 72 Pág. 2150–2158.
- Burga, M. 1991. Rasgos fundamentales de la historia agraria peruana (S. XVI al XVIII). Procesos, Revista Ecuatoriana de Historia, No. 1. Corporación Editora Nacional. Quito, Ecuador.
- Caballero, V. 1992. Urbanización de la sociedad rural puneña, crecimiento y cambios en las comunidades campesinas. Debate Agrario N° 14. CEPES. Lima.
- Cadenasso, Pickett y Grove. 2006. Dimensions of ecosystem complexity: Heterogeneity, connectivity, and history.
- Cajal, J. 1989. Uso de hábitat por vicuñas y guanacos en la Reserva de Biósfera de San Guillermo. Vida Silvestre Neotropical 2: 21-31.
- Cajal, J y Bonaventura, SM. 1998. Densidad poblacional y dinámica de los grupos familiares de guanacos y vicuñas en la Reserva de Biósfera de San Guillermo.

- Cajal, JL; García, J. y Tecchi, R. 1998. Bases para la conservación y manejo de la Puna y Cordillera frontal de Argentina. El rol de las reservas de biósfera. Fundación para la Conservación de las Especies y del Medio Ambiente. UNESCO. Uruguay
- Carranza, Ledesma, Fernández, Gyenge; Barchuk y Schlichter. 2003. Sistemas silvopastoriles en la republica argentina. Un enfoque sistémico para su estudio.
- Castellaro, G. 2003. Crecimiento de praderas mesofíticas a largo plazo, en respuesta a factores edafoclimáticos y modalidades de defoliación. Tesis de Magister en Ciencias Animales. Universidad de Chile.
- CEPAL. 1983. Sobrevivencia campesina en ecosistemas de altura. Volumen I y II.
- Chaplin, A, 2011. Percepción de comuneros rurales altiplánicos sobre los cambios en el clima y sus efectos. En: Cambio climático, conocimientos ancestrales y contemporáneos de la Región Andina. Alcances y límites. ITDG. Lima, Perú.
- Charry, Kemp y Lawrie (2003). Alpacas and ecosystems management. International Farm Management Congress 2003.
- Cid, A. 2009. Formación del profesorado de ingeniería desde la Teoría de la Complejidad: un estudio cualitativo. Tesis doctoral. Universitat UB. España.
- Cox, A. 2003. Politics of conservation and consumption: the vicuña trade in Perú. Thesis presented to the Graduate Schol of The University of Florida. USA
- De Carolis, G. 1987. Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de camélidos domésticos y ovinos en el bofedal de Parinacota. Tesis Ingeniero Agrónomo. 261 p. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile
- Díaz, R. 2007. Utilización de pastizales naturales. Córdoba Encuentro Grupo Editor.
- Dollfus, O. 1981. El reto del espacio andino. Perú problema 20. Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú.
- Dollfus, O. 1991. Territorios andinos: reto y memoria. Instituto Francés de Estudios Andinos: Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú.
- Doménech, Uso y Mahiques, M. 2004. Teoría del medio ambiente: Modelización. Universidad Jaume. Grafiques Color Impres.
- Dong, S., Wen, L., Liu, S., Zhang, X., Lassoie, J. P., Yi, S., Li, X. Li, J. y Li, Y. 2011. Vulnerability of worldwide pastoralism to global changes and interdisciplinary strategies for sustainable pastoralism. Ecology and Society 16(2): 10.
- Earls, J. 1983. Astronomía y ecología: la sincronización alimenticia del maíz. PUCP – Lima, Perú.
- Earls, J. 2007. Introducción a la teoría de sistemas complejos. PUCP. Instituto de Estudios Ambientales.
- FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914.
- FIA - Fundación para la Innovación Agraria Chile. 2008. Resultados y lecciones en producción de fibra de vicuñas. Proyecto de innovación en Región de Arica y Parinacota y Región de Tarapacá. Serie: Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario.

- Figuroa, A. 1981. La economía campesina en la sierra del Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Flores, J. 1988. Llamichos y paqocheros – Pastores de llamas y alpacas. UNSAAC Cusco – Perú.
- Flores, J. 1977. Pastores de puna - Uywamichiq punarunakuna. Instituto de Estudios Peruanos - IEP, Lima, Perú.
- Florez, A. 2005. Manual de pastos y forrajes altoandinos. Intermediate Technology Development Group - ITDG, OIKOS, Lima, Perú.
- Florez, A y Malpartida, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú. . Tomo I. Banco Agrario. Fondo del libro. Lima, Perú.
- Florez, A y Malpartida, E. 1980. Determinación de la capacidad de carga de los pastizales naturales de la zona rígida de Pampa Galeras. Publicación Técnica 21. PEURV - UNALM. Lima, Perú.
- Forrester, J. 1989. The Beginning of System Dynamics. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, Massachusetts, USA.
- Fritz, H., Duncan, P., Gordon, I. y Illius, A. 2002. Megaherbivores influence trophic guilds structure in African ungulate communities. *Oecologia* Nro 131:620–625.
- Fulcrand, B. 2004. Las ovejas de San Juan: una visión histórico - antropológica de la introducción del ovino español y su repercusión en la sociedad rural andina. Asociación Arariwa. Cusco, Perú
- Funnell, D. y Parish, R. 2001. Mountain Environments And Communities. London and New York. First published 2001 by Routledge. New York – USA.
- Galaz, JL. y González, G. 2005. Técnicas para el Manejo Productivo de la Vicuña (*Vicugna vicugna molina*, 1782) en Chile. Santiago, Chile.
- García, J., Tecchi, R. y Cajal, J. 1998. Bases para la Conservación y Manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las reservas de biosfera. Fundación para la Conservación de las Especies y del Medio Ambiente, FUCEMA – Uruguay
- García, E. y Beck, S. 2006. Puna. En: Botánica Económica de los Andes Centrales. Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Gerber, M. 2006. Complejidad: Teoría y Método. Memoria para optar al título de Socióloga. Universidad de Chile. Chile.
- Gilles, JL y Jamtgaard, K. 1981. Overgrazing In Pastoral Areas. *Sociologia Ruralis*, Vol. 21 Issue 2, p129.
- Gimpel, J. y Bonacic, C. 2006. Particularidades de las adaptaciones fisiológicas, anatómicas y conductuales de los camélidos en relación al bienestar animal. En: Investigación, conservación y manejo de vicuñas. B. Vilá. Proyecto MACS
- Göbel, B. 2002. La arquitectura del pastoreo: Uso del espacio y sistema de asentamientos en la Puna de Atacama (Susques). *Estudios Atacameños* N° 23 pp. 53-76).
- Gómez, V. 2008. Economía campesina: balance y perspectivas. Conferencia SEPIA. Lima, Perú.

- González, Zapata, Bonacic y Bas (2000) Técnicas para el manejo del guanaco en cautiverio. En González, et al. (1998). Seminario: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero - Pontificia Universidad Católica de Chile - Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Gordon, I., Hester, A. y Festa-Bianchet, M. 2004. The management of wild large herbivores to meet economic, conservation and environmental objectives. *Journal of Applied Ecology* Nro 41, pp, 1021–1031 British Ecological Society.
- Grant, W. 2001. Ecología y manejo de recursos naturales: Análisis de sistemas de simulación. IICA – San José, Costa Rica
- Heggarty, P y Beresford-Jones, D. 2010. Agriculture and Language Dispersals - Limitations, Refinements, and an Andean Exception?. *Current Anthropology* Volume 51, No 2.
- Hoffman, R, Otte, K, Ponce, C y Ríos, M. 1983. El Manejo de la vicuña silvestre. Tomo I. Eschoborn: GTZ.
- Holling, C. 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 4, pp. 1-23.
- Huss, D. 1993. Papel del ganado doméstico en el control de la desertificación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Chile.
- Ibrahim, M; Villanueva, C y Casasola, F. 2007. Sistemas Silvopastoriles: Como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. XX Reunión ALPA, XXX APPA-Cusco, Perú
- Iguíñiz, J. 2002. La pobreza es multidimensional: Un ensayo de clasificación. Documento de trabajo 209. PUCP. Lima, Perú.
- IUCN. 2007. Valoración económica del pastoreo de alpacas. Investigación producida por IMPS, FMM, PNUD y UICN
- Iurman, D. 2009. Diagnóstico y evaluación económica de alternativas tecnológicas para productores agropecuarios familiares de la zona de secano del Partido de Patagones (Buenos Aires). Tesis de Magíster Economía Agraria y administración Rural. Universidad Nacional del Sur – Argentina.
- Izquierdo, J. 1997. Competencia entre margall, *Lolium rigidum gaudin*, y cebada, *Hordeum vulgare L.*, en condiciones de cultivo mediterráneas. Tesis doctoral de la Universitat de Lleida - Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria.
- Jorgensen, SE y Bendoricchio, G. (2001) *Fundamentals of ecological modelling*. Third Edition. Elsevier sciences. Netherlands.
- Koford, C. 1957. The Vicuña and the Puna. *Ecological Monographs* 27: 153–219.
- Krebs, C 1985. Ecología, Estudio de la distribución de la abundancia, segunda edición, Ediciones Harla - México
- Laker, J. 2004. The interactions between environmental, agro-ecological and sociopolitical factors in determining vicuña distribution and appropriate management systems. School of Geography, University of Leeds.

- Legendre, P. y Fortin, MJ, 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetation* 80: 107-138. Kluwer Academic Publishers. Alemania
- León, U. 2008. Análisis de las implicancias ambientales en el actual manejo de vicuñas y propuestas para la gestión optima. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Levin, SA. 1992. The Problem of Pattern and Scale in Ecology. *Ecology*, Vol. 73, No. 6 pp. 1943-1967. Published by: Ecological Society of America.
- Li, D. 2009. Ayacucho: Análisis de situación en población. Fondo de Población de las Naciones Unidas, UNFPA. Lima, Perú.
- Lichstein, S, T Shriner, y Franzreb 2002. *Ecological Monographs*, 72(3), 2002, pp. 445–463 by the Ecological Society of America.
- Lichtenstein, G. 2004. Manejo de vicuñas por comunidades rurales en Perú.
- Llosa, J, E Pajares y O Toro, 2009. Cambio climático, crianza del agua y adaptación en las montañas andinas. DESCO RAP, La Molina, Lima Perú
- Maass, M 2010. Principios generales sobre manejo de ecosistemas. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. México
- Maletta, H. 1995. El arte de contar ovejas: intensidad del pastoreo en la ganadería altoandina. Debate Agrario. Lima, Perú.
- Margalef, R. 1991. *Ecología*. Ediciones Omega Barcelona. España.
- Margalef, R. 2002. *Teoría de los sistemas ecológicos*. Ediciones Alfa Omega – Universidad de Barcelona. España.
- Mesclier, E. y Chaleard, JL. 2009. Especialización productiva y ordenamiento territorial en la sierra del Perú: el caso de Niepos. *Anuario Americanista Europeo*, N° 6-7.
- Mora, J y Holguín, V. 2002. Opciones de ganadería en sistemas de producción campesinos de América latina. *Ganadería en sistemas de producción campesinos*. Vol. 2, N° 1, Febrero del 2002.
- Morin, E. 2009. Gran pensador de la complejidad. *Babel Gaceta – Intersapiens Pontificia Universidad Católica del Perú*. ISSN 1995 – 087X. Lima, Perú.
- Müller-Haye, B y Gelman, J (1981). Recursos genéticos animales en América Latina: Ganado criollo y especies de altura. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal 22. FAO y PNUMA.
- Murra, J. 1972. El ‘control vertical’ de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. En: *Visita de la Provincia de León de Huánuco en 1562*, Vol. 2, pp. 429-476, Universidad Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- Nahed, Alemán, Jiménez, López, Grande, Aluja, Sanginés, Pérez y Parra 2001. Estudio para desarrollar sistemas agrosilvopastoriles: experiencias en la región Maya – Tzotzil. En FAO (2003): *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina - II - Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica* (Agosto de 2000-Marzo de 2001).
- Ospina, SD. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Tesis de Maestría – CATIE. Costa Rica

- Oyhantcabal y Methol, 2009. Principales vulnerabilidades de los agroecosistemas ante los impactos del cambio climático. Anuario ODYPA.
- Palomino, V. 1979. Estudio fotointerpretativo de las comunidades vegetales de la Reserva Nacional de Pampa Galeras y alrededores provincia de Lucanas - Dpto, Ayacucho, Perú. Ministerio de Agricultura y Alimentación - Proyecto Especial Utilización Racional de la Vicuña. Lima, Perú.
- Pasquel, E. y Bayly, A. 2006. Privaticemos las vicuñas: Cómo eliminar el peligro de extinción y aprovechar su potencial económico. Revista de Economía y Derecho 9 pp: 69-80.
- PEURV. 1980. Plan Nacional de la Utilización de la Vicuña 1965-2010. Proyecto Especial Utilización Racional de la Vicuña y Ministerio de Agricultura y Alimentación. Lima, Perú.
- Pinedo, DD. 2006. Acción Colectiva en los Andes: Comunidad y Conservación en la Cordillera Huayhuash. Tesis presentada a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Price, T. y . Brown, J. 1985. Aspects Hunter-Gatherer Complexity. En Prehistoric Hunter-Gatherers: The Emergence of Cultural Complexity. Academic Press, San Diego.
- Prieto, R, S Pérez y J Sánchez 2006. Análisis de posibles impactos del cambio climático. Estudio de caso preliminar. Cancún, Quinta Roo. Informe Final de Proyecto, SMARN e IMTA, México
- Pulgar, J. 1981. Geografía del Perú: Las ocho regiones naturales del Perú. Octava edición. Editorial Universo. Lima, Perú.
- Recharte, J, Albán, L, Arévalo, R, Flores, E, Huerta, L, Orellana, M, Oscanoa, L y Sánchez, P 2002. El Grupo Páramos/Jalcas y Punas del Perú: Instituciones y acciones en beneficio de comunidades y ecosistemas altoandinos. Instituto de Montaña, Perú.
- Rick, J, 1980. Prehistoric hunters of the high Andes. Academic Press, Nueva York.
- Rueda, M. 2006. Selección de hábitat por herbívoros de diferente tamaño y sus efectos sobre la vegetación: el papel del conejo europeo ("*Oryctolagus cuniculus*") en ecosistemas de dehesa. Tesis Doctoral de la Universidad de Alcalá, Departamento de Ecología. España.
- Sáez, F. 2009. Complejidad y Tecnologías de la Información. Universidad Politécnica de Madrid – España. Ediciones de Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones.
- Sahley, Torres y Sánchez. 2006. Biological Sustainability of Live Shearing of Vicuna in Perú. Asociación para la Investigación y Conservación de la Naturaleza, CONATURA.
- Saito, M, Carrascal, M y Toledo, L. 1977. Estudio Agro-Socio Económico de la Comunidad de Lucanas. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Lima, Perú.
- San Martín, F, y Bryant, F. 1987. Nutrición de los camélidos sudamericanos. Estado de nuestro conocimiento. Artículo técnico T-9-505. Programa colaborativo de apoyo a

- la investigación en rumiantes menores. Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Texas Tech University. Lima, Perú.
- Sánchez, E. 2001. Evaluación de las condiciones que garantizan la rentabilidad en el manejo de vicuñas mediante el uso de módulos de uso sustentable – MUS.
- Sánchez, E. 1987. Algunas manifestaciones de la organización del espacio por la población de vicuñas de Pampa Galeras. Revista Zonas Áridas Nro 5. Publicada por el Centro de Investigaciones de Zonas Aridas (CIZA). UNA La Molina, Lima, Perú.
- Sánchez, E. 2004. ¿Por qué necesitamos manejar la puna como un sistema? –Algunas propuestas a partir del manejo de vicuñas. Revista Camélidos Sudamericanos – Bases para un Programa Macrorregional de Ciencia, Tecnología e Innovación. CONCYTEC – CONACS Y PROALPACA.
- Sánchez, E. 1982. Sobre población y Necesidad de Extracción de Vicuñas en Pampa Galeras. Boletín de Lima Vol. IV, No. 22 Año 4 Julio, 1982. Editorial Los Pinos. Lima, Perú.
- Sánchez, E. 1997. Variabilidad espacial temporal de una población de vicuñas y modelos para su gestión. Tesis doctoral en la Universidad Complutense de Madrid, España.
- Schumann, D. 2006. Economía Campesina ¿Qué criterios tenemos para analizar la capacidad económica y social de nuestros sistemas de producción sostenibles? Resumen Ejecutivo del Taller en Santa Cruz, Bolivia, del 10 al 12 de julio de 2006. Open Space
- Tapia, M. y Flores, J. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del Sur del Perú. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación de Rumiantes Menores. Lima, Perú.
- Titiosky, R. 2008. Introducción a la dinámica de sistemas. Universidad CEMA, Argentina.
- Torres, J. y Gómez, A. 2008. Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú.
- Trivelli, C., Escobal, J., y Revesz, B. 2009. Desarrollo rural en la sierra: aportes para el debate. Estudios de la Sociedad Rural, 37. Cipca, Grade, IEP, Cies. Lima, Perú.
- Tupia, P. 1991. Evaluación de los índices de vegetación y capacidad de carga de las praderas nativas de Pampa Galeras. Tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Tupia, P., Aliaga, J., Malpartida, E. Arias, J. 1997. Evaluación de las praderas nativas de la Reserva Nacional "Pampa Galeras". Aceptado para publicación en Anales Científicos. UNA La Molina. Lima, Perú.
- Uccelli, F. 1999. Familias campesinas. Educación y democracia en el sur andino. IEP - Documento de Trabajo, 104. Serie Sociología y Política, 23. Lima, Perú.
- Usselman, P. 1987. Un acercamiento a las modificaciones del medio físico latinoamericano durante la colonización: Consideraciones generales y algunos ejemplos en las Montañas Tropicales. Bulletin del Instituto Francés de Estudios Andinos - IFEA, Lima, Perú.
- Vacacela, VM. 2011. Fortalecimiento y difusión de las experiencias de lucha frente a los desafíos del cambio climático en la Región Andina del Ecuador. En: Cambio

- climático, conocimientos ancestrales y contemporáneos de la Región Andina. Alcances y límites. ITDG.
- Véliz, C y Hoces, D. 2007. Distribución potencial del guanaco y la vicuña en el Perú. SEPIA XII Perú: El problema agrario en debate Tarapoto, 13 al 16 de agosto 2007.
- VICAM. 2011. Conservación de camélidos.
- Vila, B. 1998. Comportamiento y organización social de la vicuña. En: González, *et al.* (1998). Seminario: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero - Pontificia Universidad Católica de Chile - Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Vilá, B. 1999. La importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas. *Etología*, 7:63-68. Argentina.
- Vila, B. 2002. La silvestría de las vicuñas, una característica esencial para su conservación y manejo. *Ecología Austral* 12: 79-82. Asociación Argentina de Ecología.
- Vilá, B. y Lichtenstein, G. 2006. Manejo de vicuñas en la Argentina - Experiencias en las provincias de Salta y Jujuy. Argentina.
- Villalba, ML. 2000. Uso de hábitat e interacciones entre la vicuña y la alpaca en la Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla. La Paz, Bolivia. En González, *et al.* (1998). Seminario: Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero - Pontificia Universidad Católica de Chile - Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Walker, P. 2009. From 'Tragedy to Commons: How Hardin's Mistake Might Save the World. *Journal of Natural Resources Policy Research*, Vol. 1 Issue 3, p283-286.
- Wheeler, J. 2009. Historia natural de la vicuña. En: Investigación, conservación y manejo de vicuñas - B. Vilá Ed. - Proyecto MACS.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Abundancia mensual de la población de ovinos en las 10 zonas de estudio de la RNPG, enero 1981 a mayo de 1986.

FECHA	OVINOS									
	Yurac rumi	Huaylla pata	Janjo llay	Llamayzo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochan ga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
ene-81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
feb-81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mar-81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
abr-81	0	0	0	33	0	80	90	0	0	0
may-81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jun-81	0	0	0	25	65	0	0	0	0	0
jul-81	200	0	0	30	0	0	0	520	180	0
ago-81	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0
sep-81	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
oct-81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov-81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dic-81	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
ene-82	0	0	0	55	0	125	0	0	0	0
feb-82	0	0	0	0	0	450	0	0	0	0
mar-82	0	0	0	40	0	0	120	125	0	0
abr-82	0	0	0	50	120	190	0	20	230	0
may-82	0	0	0	0	0	0	198	0	200	0
jun-82	0	0	0	0	0	0	85	80	220	0
jul-82	0	0	0	0	0	0	120	0	280	0
ago-82	0	0	0	40	0	0	0	86	0	0
sep-82	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-82	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
nov-82	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
dic-82	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0
ene-83	0	0	0	60	0	180	0	0	0	0
feb-83	0	0	0	0	0	70	120	0	0	0
mar-83	0	0	0	0	64	280	0	0	70	0
abr-83	0	0	0	50	230	56	0	0	0	85
may-83	0	0	0	0	0	0	140	138	0	0
jun-83	85	0	0	0	100	0	0	0	86	0
jul-83	0	0	0	60	0	0	0	0	50	0
ago-83	0	0	0	0	0	55	0	75	0	0
sep-83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov-83	0	0	0	0	428	0	0	0	0	60
dic-83	0	0	0	0	150	115	0	0	0	0

FECHA	OVINOS									
	Yurac rumi	Huaylla pata	Janjo llay	Llamay zo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochan ga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
ene-84	0	0	0	35	60	200	0	0	0	0
feb-84	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0
mar-84	0	0	0	80	120	80	0	85	0	0
abr-84	0	0	0	30	100	200	300	0	0	100
may-84	0	0	0	0	100	0	120	800	0	0
jun-84	0	0	0	0	550	200	150	500	0	0
jul-84	50	0	0	23	0	0	30	130	128	0
ago-84	0	0	0	23	0	14	0	40	0	0
sep-84	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov-84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dic-84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ene-85	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0
feb-85	0	0	0	50	0	250	0	0	0	0
mar-85	0	0	0	45	0	460	0	0	0	0
abr-85	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
may-85	0	0	0	50	105	150	0	0	120	0
jun-85	0	0	0	40	0	0	0	25	0	0
jul-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ago-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sep-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov-85	0	0	0	13	107	0	0	0	0	15
dic-85	0	0	0	10	38	29	0	30	0	0
ene-86	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0
feb-86	60	0	0	0	0	330	50	0	0	0
mar-86	0	0	0	50	200	90	0	0	0	0
abr-86	0	0	0	0	0	800	0	0	150	0
may-86	0	0	0	0	60	0	0	0	40	280

Anexo 2: Abundancia mensual de la población de vicuñas en las 10 zonas de estudio de la RNPG, enero 1981 a mayo de 1986.

FECHA	VICUÑAS									
	Yurac rumi	Huaylla pata	Janjo llay	Llamay zo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochan ga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
ene-81	114	89	100	258	305	472	397	375	207	156
feb-81	84	78	53	234	264	481	331	299	244	96
mar-81	93	66	88	272	362	470	440	400	342	86
abr-81	0	0	48	331	356	696	580	0	0	0
may-81	0	0	97	412	348	627	589	0	0	0
jun-81	0	0	80	345	439	633	662	0	0	0
jul-81	94	101	116	367	357	515	506	454	264	138
ago-81	116	121	112	354	295	560	578	481	167	137
sep-81	142	127	94	242	365	471	370	452	251	134
oct-81	131	163	83	259	362	572	334	345	136	89
nov-81	68	88	85	333	410	312	441	417	196	73
dic-81	121	101	85	308	391	521	441	466	162	144
ene-82	98	104	110	309	317	522	479	482	218	88
feb-82	109	79	114	349	311	487	493	478	190	120
mar-82	101	147	142	341	420	534	596	607	182	125
abr-82	112	136	128	375	437	653	800	638	318	136
may-82	133	143	191	341	446	780	839	672	342	141
jun-82	102	115	149	343	458	745	627	634	254	138
jul-82	134	141	132	283	475	580	666	526	293	152
ago-82	115	121	153	303	392	762	567	579	251	124
sep-82	109	126	119	420	486	506	491	552	271	100
oct-82	136	148	146	329	404	546	479	524	275	113
nov-82	160	116	88	419	456	590	520	461	298	144
dic-82	129	103	119	372	350	478	451	442	190	117
ene-83	119	138	100	398	392	554	483	554	181	134
feb-83	98	116	139	424	413	447	467	447	231	132
mar-83	154	154	124	478	500	519	656	891	282	121
abr-83	136	104	168	373	509	812	657	844	385	165
may-83	166	158	143	377	516	811	686	682	374	160
jun-83	120	167	171	450	493	814	697	552	264	153
jul-83	119	102	145	448	560	762	582	490	385	190
ago-83	148	111	164	361	477	721	737	605	293	214
sep-83	72	94	156	329	321	715	483	534	270	151
oct-83	95	67	157	406	410	801	648	587	297	198
nov-83	105	96	132	351	453	588	477	429	234	124
dic-83	138	131	148	424	330	786	600	406	278	194

FECHA	VICUÑAS									
	Yurac rumi	Huaylla pata	Janjo llay	Llamay zo	Chaqui quishuar	Sancay pampa	Jochan ga	Inca huasi	Ferro huinco	Vaca huasi
ene-84	136	150	125	201	469	563	559	463	327	144
feb-84	182	135	99	353	379	620	642	495	371	122
mar-84	85	107	144	361	448	585	639	567	287	153
abr-84	181	98	123	404	550	687	548	744	333	117
may-84	129	131	166	423	446	595	618	776	194	154
jun-84	114	119	158	485	497	574	601	556	378	139
jul-84	117	116	169	365	493	661	594	482	327	147
ago-84	127	114	143	353	395	700	676	581	282	153
sep-84	158	84	101	484	476	810	726	469	366	85
oct-84	195	100	164	246	484	463	487	444	149	67
nov-84	101	98	428	161	410	608	439	452	279	129
dic-84	89	105	137	437	477	960	546	612	289	76
ene-85	71	74	162	267	404	711	524	465	300	145
feb-85	105	105	157	328	357	579	515	633	271	120
mar-85	97	96	284	284	419	702	618	538	265	108
abr-85	256	130	212	423	461	664	748	575	266	111
may-85	252	111	284	554	566	946	1293	628	506	236
jun-85	255	113	183	412	507	996	735	593	281	87
jul-85	120	118	283	360	581	788	623	457	366	107
ago-85	130	101	143	395	416	755	823	660	416	136
sep-85	58	126	208	314	510	494	591	738	500	220
oct-85	233	94	260	252	537	459	459	414	244	67
nov-85	103	108	198	294	419	514	459	456	246	110
dic-85	119	110	122	385	387	686	510	482	230	133
ene-86	143	80	113	415	489	938	484	496	378	192
feb-86	130	103	127	320	279	784	439	522	282	240
mar-86	189	166	200	251	590	580	636	436	426	104
abr-86	196	126	190	511	543	698	676	627	485	156
may-86	266	227	281	344	413	819	954	542	324	112