

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
Departamento de Ingeniería Forestal
Facultad de Ciencias
Departamento de Botánica, Ecología y F. Vegetal



TESIS DOCTORAL

Caracterización de la producción bovina de leche en la Provincia de Ñuble y su relación con la generación de co- productos animales, composición, manejo y uso en la agricultura para la mejora de la fertilidad del suelo y su impacto en el entorno.

Characterization of bovine milk production in the Province of Ñuble and its relationship with the generation of animal co-products, composition, management and use in agriculture to improve soil fertility and its impact on the environment

Doctorando: Christian Guajardo Fernández

Directores: Dr. José Manuel Recio Espejo.
Dr. Gregorio Blanco Guerrero

Programa Doctorado: Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural Sostenible

Fecha solicitud de presentación en sede electrónica: 21 – 12 - 2020

.....
Córdoba-España

TITULO: *Caracterización de la producción bovina de leche en la Provincia de Nuble y su relación con la generación de co-productos animales, composición, manejo y uso en la agricultura para la mejora de la fertilidad del suelo y su impacto en el entorno*

AUTOR: *Christian Guajardo Fernández*

© Edita: UCOPress. 2021
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes

Departamento de Ingeniería Forestal

Facultad de Ciencias

Departamento de Botánica, Ecología y F. Vegetal

**Caracterización de la producción bovina de leche en la Provincia
de Ñuble y su relación con la generación de co-productos
animales, composición, manejo y uso en la agricultura para la
mejora de la fertilidad del suelo y su impacto en el entorno**

Tesis Doctoral presentada por Christian Guajardo Fernández, para optar al grado
de Doctor por la Universidad de Córdoba.

El Doctorando:

Christian Guajardo Fernández

.....

Córdoba-España

.....
Córdoba-España



TÍTULO DE LA TESIS: "Caracterización de la producción bovina de leche en la Provincia de Ñuble y su relación con la generación de co-productos animales, composición, manejo y uso en la agricultura para la mejora de la fertilidad del suelo y su impacto en el entorno".

DOCTORANDO: D./ D. Christian Guajardo Fernández

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS

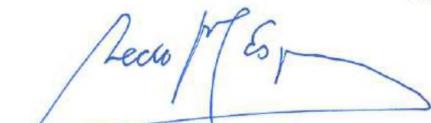
(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

Dado el desarrollo y finalización de la Tesis Doctoral del alumno arriba reseñado, así como la evaluación del mismo dentro del programa de Doctorado, y la publicación del trabajo en el Chilean Journal of Agricultural Research, 2020, 80(1), 108-117, titulado "Anthropogenic alteration of available, amorphous, and total iron in agricultural soil from dairy slurry applications over a 12-year period",

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 1 de Diciembre de 2020.

Firma de los directores


J. C. René Espinoza



GREGORIO I. BLANCO RODRÍGUEZ

A ~~SeledyCaha~~

A *mi familia*

A *mis amigos*

Agradecimientos

Siempre es gratificante reconocer a todas las personas que han colaborado en el desarrollo y concreción de los objetivos trazados.

A mi amada esposa Soledad, que con su fuerza espiritual, paciencia, apoyo, cariño y amor infinito, es parte fundamental en la culminación de este largo y hermoso proceso.

A mi hermosa hija Catalina, que está a mi lado todo el tiempo, acompañándome, entregando su cariño, su sonrisa, entregando su incansable energía para seguir adelante cuando la fuerza merma, eres el combustible que alimenta mi corazón.

A toda mi familia, mi madre que me formó como un hombre de bien, mi abuela que casi con una centena de años aún me cuida, mis tíos que siempre han estado conmigo, mis suegros que nos apoyan y ayudan en todo momento, a todos ustedes y a quienes olvido, un abrazo y todo mi cariño.

A los que no están hoy conmigo, pero su espíritu me acompaña y fortalece, Don Marcelo Tima P., viejo bueno, cariñoso y fiel al Departamento de Producción Animal, gracias por sus consejos y enseñanza; Don Ruperto Hepp G., mi padre universitario, quien me enseñó el valor de la Universidad, la Facultad y sobre todo de los estudiantes, siempre estuvo a mi lado, en las buenas y en las malas, apoyando y corrigiendo, siempre le voy a decir gracias por enseñarme y contribuir a la formación del profesional y persona que soy el día de hoy.

A Manuel, Rita, Sra. Gabriela y Don Jaime, que además de ser parte importante del equipo de trabajo, son y serán siempre mis amigos.

A la Universidad de Concepción, la Facultad de Agronomía y mi Departamento de Producción Animal y La Estación Experimental Pecuaria Marcelo Tima P., El Alazán, donde desarrollamos una valiosa etapa de esta investigación, por entregarme la oportunidad, respaldarme y apoyarme para la obtención de este inmenso logro. Al Departamento de Suelos; profesores Sr. Erick Zagal, Sr. Juan Alberto Barrera B., al Perito Técnico Sr. Manuel Zapata, laborante del Laboratorio de física de suelos.

A la Universidad de Córdoba, por darme un lugar en su programa de doctorado, comenzar y concluir este proceso de aprendizaje y crecimiento. A Alfonso García-Ferrer P., por darnos el puntapié inicial. A mis profesores Gregorio Blanco R., por su apoyo

desde los inicios de mi proceso; a Jose Manuel Recio E., querido profesor, siempre con sabias palabras, preocupado más allá de su labor de guía doctoral, sólido ejemplo del profesor, guía e imagen a seguir.

A Marco Antonio Sandoval E., profesor del Departamento de Suelos y Recursos Naturales, director del Laboratorio de Análisis Físico de Suelos, donde realizamos diversos análisis de mi trabajo, mi guía y colaborador en el proceso doctoral en Chile. Con su ayuda, apoyo, compromiso y esfuerzo, fue pilar fundamental desde donde pudimos desarrollar nuestro trabajo. Sus enseñanzas, palabras de apoyo, guía en los conocimientos, soporte en los momentos difíciles, motivación en los de debilidad, los recordaré por siempre con mucho respeto y cariño, ya que me ayudado a disfrutar este camino. Hoy para mi es más que mi profesor guía de trabajo de tesis en Chile, es un mentor, imagen a seguir y un gran amigo. Cariño para usted, Marcela y Benjamín.

INDICE

CAPÍTULO I CARACTERIZACION INICIAL DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN ÑUBLE	1
I.1 PREÁMBULO	3
I.2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
I.3. ANTECEDENTES AREA DE ESTUDIO Y OBJETIVOS	5
I.3.1 CARACTERIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SITIO DE INVESTIGACIÓN Y ZONA DE ESTUDIO	5
I.3.2 OBJETIVOS	9
I.4. SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHERO DE ZONA DE INVESTIGACIÓN	9
I.4.1. CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS EN LA PROVINCIA DE ÑUBLE	9
I.4.2. INTRODUCCIÓN	10
I.4.3. ALIMENTACIÓN	11
I.4.4 MANEJO SANITARIO	12
I.4.5 CRIANZA DE TERNERAS DE REEMPLAZOS	12
I.4.6 PRODUCCIÓN LECHERA	12
I.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	13
I.5.1. AMBITO GEOGRÁFICO	13
I.5.2. ENCUESTA	13
I.5.3. POBLACIÓN ESTUDIADA	14
I.5.4. ESTRATOS PRODUCTIVOS	14
I.6. ANALISIS INFORMACIÓN OBTENIDA A TRAVES DE ENCUESTRAS. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS UTILIZADOS	14
I.6.1. SUPERFICIE Y TENENCIA DE LA TIERRA	14
I.6.2. ANIMALES	15
I.6.3. TIPO DE LECHERIAS	17
I.6.4. ORDEÑA	17
I.6.5. DESTINO DE LA LECHE	18
I.6.6 PRODUCCIÓN DE LECHE	19

I.6.7. CONTROLES PRODUCTIVOS	20
I.6.8. PRODUCCIÓN POR VACA	21
I.6.9. MANEJO DE VACAS EN PRODUCCIÓN	22
I.6.9.1. ASPECTOS PRODUCTIVOS	22
I.6.9.2. PARICIONES	24
I.6.10. MANEJO DE REEMPLAZO.	24
I.6.10.1. TASA DE REEMPLAZO	24
I.6.10.2. CRIANZA DE TERNERAS	25
I.6.10.3. DESTETE	25
I.6.10.4. MANEJO SANITARIO	26
I.6.10.5. MANEJO DE TERNERAS	26
I.6.10.6. SELECCIÓN DE REEMPLAZO	27
I.6.10.7. ENCASTE DE VAQUILLAS	28
I.6.10.7.1. EDAD Y PESO DE ENCASTE	28
I.6.11. PRADERAS Y ALIMENTACIÓN	29
I.6.11.1. PRADERAS	29
I.6.11.2. RECURSOS FORRAJEROS	30
I.6.11.2.1. ALFALFA	30
I.6.11.2.2. MAIZ	30
I.6.11.3. ALIMENTOS CONCENTRADOS	30
I.6.12. MANEJO SANITARIO	31
I.6.12.1. ENFERMEDADES	31
I.6.12.1.1. MASTITIS	31
I.6.12.2 VACUNACIÓN	33
I.6.13 OTROS ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	33
I.6.13.1. ASISTENCIA TÉCNICA	33
I.6.13.2. CONSIDERACIONES DE ANALISIS ECONOMICOS	33
I.7. CONCLUSIONES CAPITULO I	34
I.8. BIBLIOGRAFIA	35
CAPÍTULO II CARACTERIZACIÓN REPRODUCTIVA, DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE REBAÑO NORMANDO Y HOLSTEIN	41

FRIESIAN, RELACIONADO CON MEDIDAS ZOOMÉTRICAS
DE AMBAS RAZAS

II.1. PREÁMBULO	43
II.2. ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS DEL GANADO EN ESTUDIO	43
II.2.1. RAZA HOLSTEIN FRIESIAN	44
II.2.2 RAZA NORMANDO	44
II.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	45
II.4. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN	45
II.4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	46
II.4.2. EVALUACIONES	46
II.4.2.1. CONTROL DE PESO	46
II.4.2.2. INDICES REPRODUCTIVOS	47
II.4.2.2.1. INDICE COITAL, PREÑEZ Y PARICIÓN	47
II.4.2.2.1.1. INDICE COITAL	47
II.4.2.2.1.2. FACILIDAD DE PARTO	48
II.4.2.2.2.VARIABLES ZOOMETRICAS	48
II.4.2.2.2.1. FRANTE Y CARA	48
II.4.2.2.2.2. ALTURA DE LA CRUZ	48
II.4.2.2.2.3. ANCHO DE LA GRUPA	48
II.4.2.2.2.4. LONGITUD	49
II.5. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DE RAZAS EN ESTUDIO	49
II.5.1. CRECIMIENTO Y GANANCIA DE PESO	49
II.5.1.1. REGISTRO DE PESO	49
II.5.1.2. GANANCIA DE PESO MENSUAL	50
II.5.1.3. GANANCIA DE PESO DIARIA	50
II.5.2. INDICADORES REPRODUCTIVOS	51
II.5.2.1. PORCENTAJE DE PARICIÓN	51
II.5.2.2. GESTACIÓN	52
II.5.2.3. INDICE COITAL	52
II.5.2.4. PORCENTAJE DE PREÑEZ	52

II.5.2.5. FACILIDAD DE PARTO Y TIPO DE CRIA	54
II.5.3. MEDIDAS ZOOMETRICAS	56
II.5.3.1. ALTURA DE LA CRUZ	56
II.5.3.2. LONGITUD	56
II.5.3.3. ANCHO DE GRUPA	56
II.5.3.4. LARGO DE CARA Y ANCHO DE FRENTE	57
II.6. CONCLUSIONES DEL CAPITULO II	58
II.7. BIBLIOGRAFIA	58
CAPÍTULO III PRODUCCIÓN DE PURINES. -CARACTERIZACIÓN DE PURINES Y DIETAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE	64
III.1. PREÁMBULO	66
III.2. ANTECEDENTES	66
III.3. OBJETIVOS	67
III.4. METODOLOGIA	68
III.4.1. ENCUESTA	68
III.4.2. MAPA	68
III.4.3. MUESTRAS DE PURINES	68
III.4.4. MUESTRAS DE ALIMENTOS	69
III.5. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DE PURINES	70
III.5.1. UBICACIÓN DE POZOS PURINEROS ACTIVOS Y LECHERIAS DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE	70
III.5.2. PURINES	71
III.5.3. FORMA DE APLICACIÓN	72
III.5.4. EPOCA DE APLICACIÓN	73
III.5.5. DELIMITACIÓN DE SECTORES DE APLICACIÓN	75
III.5.6. FRECUENCIA DE APLICACIÓN	76
III.5.7. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DEL POZO	76
III.5.8. CANTIDAD DE PURIN APLICADO	77
III.5.9. FRECUENCIA DE HOMOGENEIZACIÓN DEL POZO	78
III.5.10. ANÁLISIS DE PURINES	79

III.5.10.1. MATERIA SECA	79
III.5.10.2. MATERIA ORGÁNICA	81
III.5.10.3. pH	81
III.5.10.4. CONTENIDO NUTRICIONAL	82
III.5.11. ALIMENTACIÓN	84
III.6. CONCLUSIONES CAPITULO III	87
III.7. BIBLIOGRAFIA	87
CAPITULO IV ALTERACIÓN ANTROPOGENICA DE HIERRO DISPONIBLE, AMORFO Y TOTAL EN UN ANDISOL CON APLICACIONES DE PURINES DE LECHERÍA POR DOCE AÑOS (GUAJARDO et al, 2017)	95
IV.1. PREAMBULO	97
IV.2. ANTECEDENES	97
IV.3. OBJETIVOS	100
IV.4. METODOLOGÍA	100
IV.4.1. UBICACIÓN.	100
IV.4.2. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.	103
IV.4.3. TOMA DE MUESTRAS.	103
IV.4.4. ANÁLISIS QUÍMICO	103
IV.4.4.1. EXTRACCIÓN ÓXIDOS DE FE DISPONIBLE.	103
IV.4.4.2. EXTRACCIÓN ÓXIDOS DE FE AMORFO.	104
IV.4.4.3. EXTRACCIÓN FE TOTAL.	104
IV.4.5. LECTURA EN ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA (EEA).	105
IV.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	105
IV.5. RESULTADOS	105
IV.5.1. EXTRACCIONES SELECTIVAS DE FE DISPONIBLE, AMORFO Y TOTAL	106
IV.5.2. RELACIONES DE LAS DISTINTAS FORMAS DE FE EVALUADAS	109
IV.5.3. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS SELECCIONADAS: PH EN AGUA, SALINIDAD (CE) Y MATERIA ORGÁNICA (MO).	110

IV.6. CONCLUSIONES CAPITULO IV.	114
IV.7. BIBLIOGRAFIA.	115
CAPITULO V: PUBLICACIONES	121
CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS EN LA PROVINCIA DE ÑUBLE (Estudio preliminar).	123
CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS FORRAJEROS UTILIZADOS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE	127
CARACTERIZACION REPRODUCTIVA, DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE REBAÑO NORMANDO Y HOLSTEIN FRIESIAN, CORRELACIONADAS CON MEDIDAS ZOMETRICAS DE AMBAS RAZAS	132
ANTECEDENTES PRELIMINARES DE EVOLUCIÓN DE PARAMETROS QUÍMICOS EN UN ANDISOL CON APLICACIONES DE PURÍNES DE LECHERÍA POR 12 AÑOS	136
ANTHROPOGENIC ALTERATION OF AVAILABLE, AMORPHOUS, AND TOTAL IRON IN AN ANDISOL FROM DAIRY SLURRY APPLICATIONS OVER A 12-YEAR PERIOD	140
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA	143
ANEXOS	146
ANEXOS CAPITULO I	146
I.1. Antecedentes solicitados en encuesta realizada a los productores lecheros de la Provincia de Ñuble.	146
ANEXOS CAPITULO II	147
II.1. Protocolo de sincronización para vacas lecheras.	147
II.2. Protocolo de Inseminación artificial.	148
II. 3. Estimación de composición en base a tablas.	149
ANEXOS CAPITULO III	151
III.1. Antecedentes solicitados en encuesta realizada a los productores de la Provincia de Ñuble.	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedad de la tierra de productores lecheros de la Provincia de Ñuble, 2012 (% productores por estrato).	15
Tabla 2. Porcentaje de razas utilizadas en producción de leche por estrato.	15
Tabla 3. Dotación y composición promedio del rebaño lechero por estrato (Ñuble, 2012).	16
Tabla 4. Días a destete y consumo total lácteo promedio en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012.	19
Tabla 5. Producción promedio de leche en la Provincia de Ñuble, 2012.	19
Tabla 6. Porcentaje de registros considerados en el control reproductivo (Ñuble, 2012).	23
Tabla 7. Frecuencia y porcentaje promedio de valores de Lapso Parto-Preñez (LPP) de vacas en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012.	24
Tabla 8. Edad promedio de destete de los terneros, en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	26
Tabla 9. Aspectos de manejo de los terneros en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	27
Tabla 10. Crianza y momento de selección de hembras de reemplazo en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	28
Tabla 11. Suministro de concentrado a vacas en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	31
Tabla 12. Control de mastitis, terapia de secado y frecuencia del test CMT en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	32
Tabla 13. Manejo de vacas positivas al test de mastitis en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	33
Tabla 14. Tipo de análisis económico que realizan los productores en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	34
Tabla 15. Ganancia de peso diaria promedio obtenida de rebaño	51

Normando y Holstein Friesian durante el periodo de investigación	
Tabla 16. Indicadores reproductivos, obtenidos de rebaño Normando y Holstein Friesian.	52
Tabla 17. Medidas de resumen obtenidas de ambos grupos durante el periodo de investigación.	53
Tabla 18. Facilidad de parto, sexo crías y pesos al nacimiento obtenida de rebaño en investigación.	55
Tabla 19. Longitud, ancho de grupa y altura a la cruz, obtenida durante el periodo de estudio para ambas razas.	56
Tabla 20. Medidas de largo de cara y ancho de frente, obtenidas por ambas razas, durante el periodo de investigación.	58
Tabla 21. Recolección de purines en patios de alimentación e incorporación de éstos a las praderas de productores en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).	71
Tabla 22. Métodos de incorporación de purines a las praderas que utilizan los productores en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).	73
Tabla 23. Época, delimitación del sector y frecuencia de aplicación de purines, en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).	75
Tabla 24. Característica de pozos purineros, cantidad de purines aplicados y frecuencia de homogeneización de pozos pertenecientes a lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).	77
Tabla 25. Parámetros promedio de purines de la Provincia de Ñuble, pertenecientes a los tres estratos analizados.	80
Tabla 26. Características promedio de una dieta de las lecherías de la Provincia de Ñuble.	85
Tabla 27. Resultados del análisis de varianza para Fed, Feox, Fet, pH, CE, MO.	106
Tabla 28. Resultados de la extracción selectiva de Fed, Feox y Fet para ambos horizontes genéticos.	107
Tabla 29. Relaciones de las diferentes formas de hierro evaluadas para	110

ambos horizontes genéticos (A y B).

Tabla 30. Propiedades físico-químicas seleccionadas para los horizontes genéticos estudiados, donde fueron evaluados los contenidos de hierro. 112

Tabla 31. Correlación de Pearson entre las distintas variables estudiadas para el horizonte A. 113

Tabla 32. Correlación de Pearson entre las distintas variables estudiadas para el horizonte B. 113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa político de Región del Biobío, Chile	7
Figura 2: Mapa político de Región de Ñuble	8
Figura 3. Destinos de la leche en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).	18
Figura 4. Promedio de producción de leche en litros por año de estudio de caracterización de sistemas productivos lecheros en la Provincia de Ñuble.	21
Figura 5. Registro de pesos (kg), rebaño Holstein y Normando, periodo Marzo del 2015 - Noviembre de 2015.	50
Figura 6. Ancho de grupa de rebaño Normando y Holstein Friesian durante el periodo de investigación.	57
Figura 7. Mapa de ubicación de lecherías y pozos purineros en la Provincia de Ñuble.	71
Figura 8. Perfil de suelo Estación Experimental M. Tima P. El Alazán	102

CAPÍTULO I
CARACTERIZACIÓN INICIAL DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN
ÑUBLE

I.1.- PREÁMBULO.

La generación de subproductos de explotaciones lecheras a la forma de purín se debe entender como una alternativa para la obtención de nutrientes de bajo costo, más que un problema a resolver. Aunque presentan una alta variabilidad en su composición, deben ser utilizados en la explotación agrícola (Salazar *et al.*, 2007). Una vaca lechera, genera entre 40 y 60 kilos de estiércol fresco por día, sumándole a esto el agua de lavado en una relación 1 : 1, totalizando entre 80 a 120 kilos de purín diarios por animal (Pedraza, 2002).

Se le denomina purín, a la mezcla de fecas, orina, aguas lluvia, agua de lavado y restos de alimentos provenientes de patios de alimentación o galpones donde se mantienen los animales (Dumont, 2006). Salazar (2003), menciona que el 46 % del volumen de los efluentes corresponden a las aguas lluvias durante el periodo otoño - invierno, 29 % a aguas de lavado, y solo un 25 % a fecas y orina.

Los purines se pueden considerar, una fuente de nutrientes para la fertilización del suelo (nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K)), además de micro elementos (Hirzel y Walter, 2008). Demanet *et al.* (1999), mencionan que la composición de los purines varía y va a depender de factores como el estado fenológico del forraje utilizado por los animales, el tipo de alimentación y la estación del año, también va a depender de las características y manejo del pozo, además de la pluviometría de la zona. Sumado a esto, Moral *et al.* (2005) mencionan que las características fisicoquímicas y microbiológicas de los purines que son almacenados en tanques abiertos, son altamente afectadas.

La aplicación de purines en praderas de pequeños agricultores, es su una fuente de nutrientes, debido a que les permite usar limitadas cantidades de fertilizantes comerciales y en algunos casos evitar su utilización (Snijders *et al.*, 2009).

El uso de recurso suelo como base para el desarrollo de praderas, entrega al productor la responsabilidad de su cuidado y mantención. Es por ello que su manejo bajo la incorporación de purines, puede traer modificaciones o alteraciones desde el punto de vista químico, físico y microbiológico. En la determinación de la fertilidad del suelo con manejo ganadero, se utilizan herramientas como la toma de muestras de suelo para su posterior análisis físico/químico en laboratorio, comparación con

modelos de calidad de suelo (Amacher *et al*, 2007), los que permite tomar decisiones en el mediano plazo.

I.2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El complejo y en algunas oportunidades desconocido escenario productivo dentro de las explotaciones ganaderas que se sustentan en base a praderas permanentes, trata de unificar, tanto criterios reproductivos, productivos y de conservación del medio ambiente, por lo que se debe realizar un manejo sitio específico de los nutrientes entregado al suelo para la producción final (Melchiori, 2002).

En Chile, se ha decretado la “Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales” .D.S. N° 90 de 2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (DO 07.03.2001), que tiene por objetivo principal el proteger la calidad de las aguas marinas y superficiales y que mantengan o alcancen la condición de libres de contaminación (Decreto Supremo 90, 2001). Se dan a conocer una serie de definiciones como “Carga contaminante media diaria”, “Contenido de captación”, “Demanda bioquímica de oxígeno”, “Descarga de residuos líquidos” y “Fuente emisora”, con sus respectivos niveles e identificadores por parte del organismo emisor. Además, se entregan valores de permisividad máxima y de niveles de aceptación para los contaminantes, sumando a esto el número mínimo de monitoreo de las fuentes emisoras según su producción de efluentes. Sin embargo, no se entrega un valor cercano de los niveles de los efluentes de origen animal como tal. Se recalca que las fuentes emisoras deben cumplir con los límites máximos permitido en la norma respecto de los contaminantes. Esto deja una ventana, respecto de ello ya que, en ocasiones, por desconocimiento de las Normas, los agricultores o productores lecheros utilizan de mayor manera los efluentes de origen animal, esto sin realizar ningún tipo de análisis de ellos, lo que puede ser perjudicial para el medio ambiente y se transforma finalmente en una práctica ineficiente. Esto queda de manifiesto ya que algunos investigadores, aseguran que el uso de purines

utilizados como fertilizantes, tienen efectos similares y por un periodo de tiempo prolongado sobre el suelo, en relación a los nutrientes que entregan. Sumado a ello, el aumento en los niveles de materia orgánica del suelo y de la actividad biológica, además el uso prolongado en el tiempo de cantidades adecuadas para el suelo, puede causar efectos sobre el agua y las propiedades físicas del suelo (Edmeades, 2003). Sin embargo, estos pueden causar una contaminación directa de los cauces de agua, producto de una mala planificación en su aplicación y uso, además de la posibilidad de una contaminación difusa desde la zona de aplicación hacia el entorno productivo (Jarvis, 2002).

I.3. ANTECEDENTES ÁREA DE ESTUDIO Y OBJETIVOS

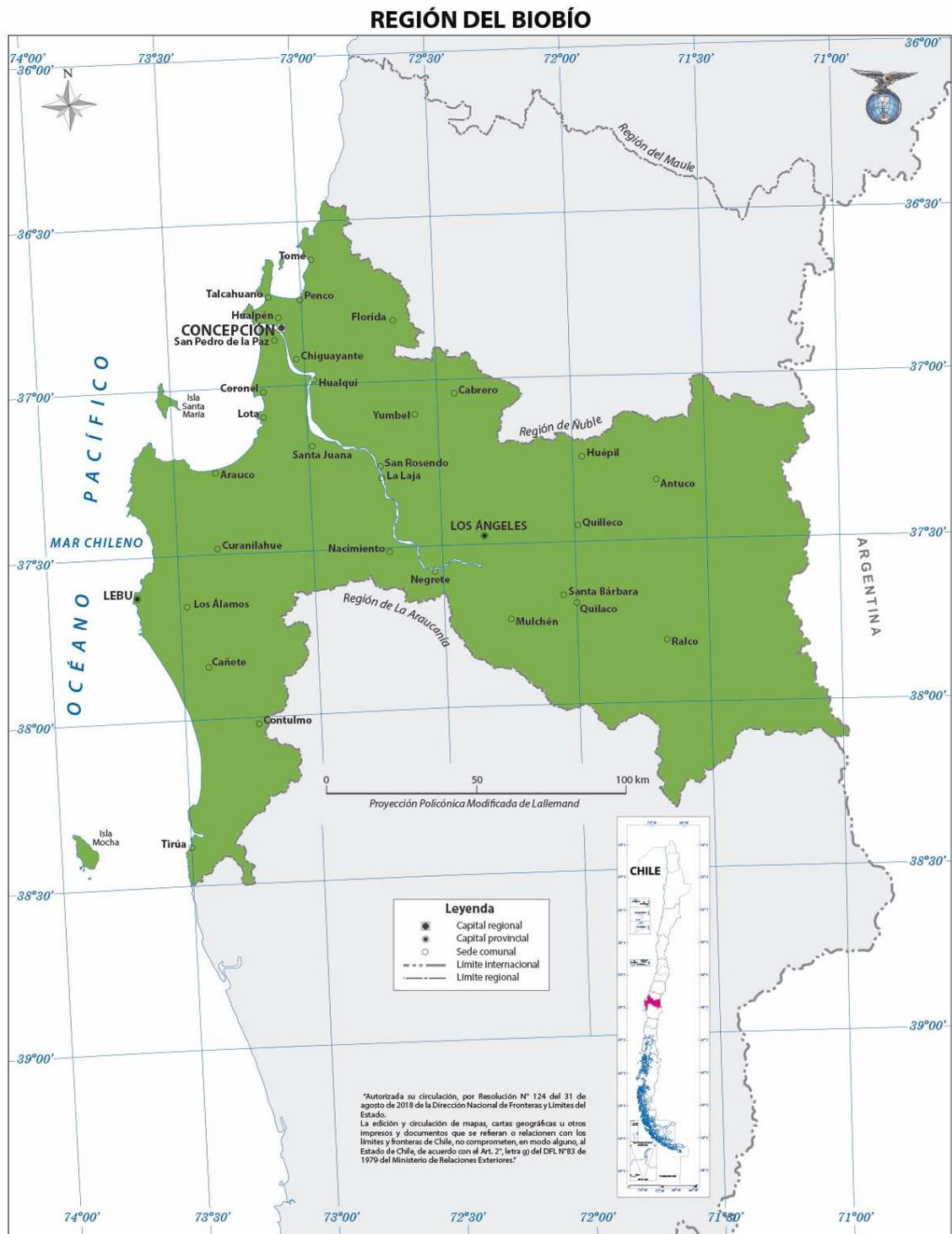
I.3.1 CARACTERIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SITIO DE INVESTIGACIÓN Y ZONA DE ESTUDIO

Región del Biobío / Región del Ñuble

La Región del Biobío (Figura 1), Chile, hoy sub dividida originando la región de Ñuble (Figura 2), se caracteriza por ser una zona de transición, donde se encuentran incluidos dentro de un predio diversos rubros (Bórquez *et al*, 1995). Dorner (1993), menciona que dentro de ellos se encuentra la producción de leche, que históricamente ha sido incapaz de satisfacer la demanda del país debiendo realizar importaciones para satisfacer el consumo interno. Posteriormente, en el período 1986 - 1993 el consumo creció más rápido que la producción, por lo cual las importaciones aumentaron significativamente. Datos de INE (2005), demostraron que en la provincia de Ñuble un 58 % de las explotaciones lecheras desarrollan la única actividad como fuente de ingreso. Antecedentes del comercio exterior del sector lechero del primer trimestre de 2012, indica que las importaciones aumentaron en 38 millones de litros aproximadamente, equivalentes a US \$ 17,8 millones, cifra superior en 9,3 % más sobre el volumen a igual periodo de 2011. Por su parte el comercio exterior, del sector lechero del primer trimestre de 2012, muestra un aumento en las exportaciones, que alcanza a 77,5 millones de litros, que alcanzaron a US \$ 43,5 millones, cifra superior en un 9,2 % sobre el volumen a igual periodo de 2011. Actualmente Argentina es el país más relevante de las

importaciones de lácteos en Chile teniendo una participación de un 37,1 % de ellas, seguido por Estados Unidos con un 36,5 %. Los tres principales destinos de las exportaciones de productos lácteos son: México con 26,6 %, seguido por Venezuela con un 20,1 % y Brasil con 16 % (ODEPA, 2012). En los últimos 15 años el consumo de leche por habitante en Chile ha variado, presentando valores en el año 1993 de 120 litros per cápita (Ñíguez, 1993), hasta valores para el año 2010, con un consumo promedio histórico de 135 litros per cápita (ODEPA 2012). Sin embargo, estos valores son inferiores a los 160 litros recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y al consumo de los países más desarrollados, donde el consumo promedio per cápita para el año 2000 alcanzó niveles de 250 litros por habitante al año (Fundación Chile, 2000), y para el año 2010 fue de 244 litros per cápita (Bahamonde, 2011).

Figura 1: Mapa político de Región del Biobío, Chile.

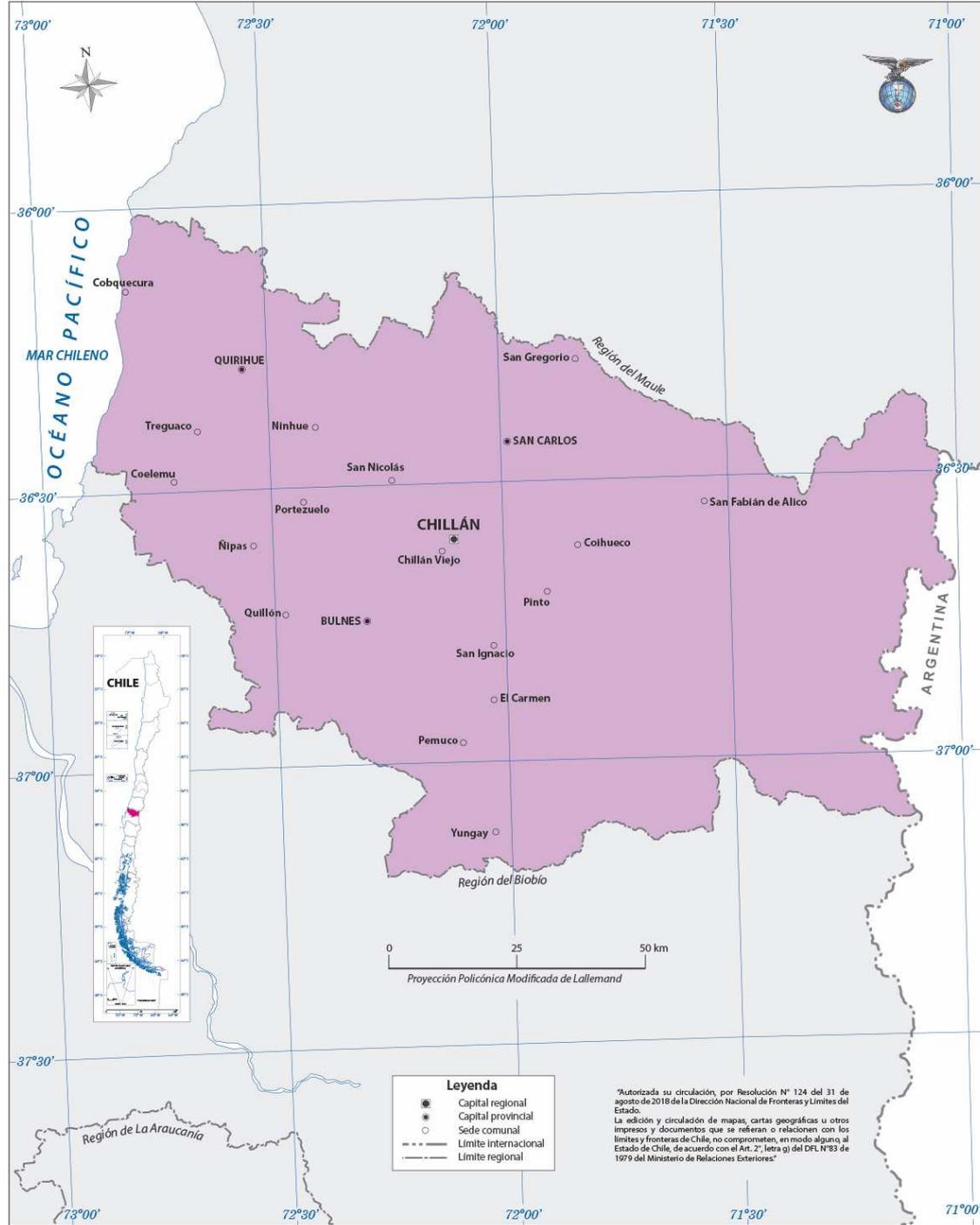


062

Fuente: Ministerio de Educación Chile (curriculumnacional.mineduc.cl/614/w3-article-132547.html).

Figura 2: Mapa político de Región de Ñuble.

REGIÓN DE ÑUBLE



068

Fuente: Ministerio de Educación Chile (curriculumnacional.mineduc.cl/614/w3-article-132545.html).

I.3.2.OBJETIVOS

El objetivo general de la investigación es:

- Realizar la caracterización de los sistemas productivos lecheros de la Provincia de Ñuble, Región de Ñuble, Chile y el impacto que se genera producto de la producción de purines y el manejo de ellos.

Como objetivos particulares se despenden:

- Caracterización de sistemas lecheros asociados a producción en praderas.
- Caracterización de la alimentación de vacas lecheras en sistemas productivos basados en praderas.
- Caracterización de principales razas bovinas utilizadas en producción de leche en la Provincia de Ñuble, Región de Ñuble.
- Determinación de efecto de la aplicación de purines de lechería y efectos en la calidad de un suelo derivado de cenizas volcánicas (Andisol), con manejo ganadero.

I.4. SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHERO DE ZONA DE INVESTIGACIÓN

I.4.1. CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS EN LA PROVINCIA DE ÑUBLE

Con la finalidad de tener antecedentes actualizados de la producción lechera de la zona de estudio, se realizó en la Provincia de Ñuble una caracterización de productores agrícolas que tiene como rubro principal la producción de leche. Durante la década del 70, se inicia la producción industrial de leche en la Región del Biobío, la que el año 2018 es fraccionada, creándose la Región de Ñuble y Región del Biobío, realizándose un catastro de productores y obteniendo información que refleja la realidad de la zona productiva. Periódicamente, desde inicio de la década de los setenta, instituciones gubernamentales y académicas realizaron algunas actualizaciones de la información generada, sin embargo con el correr del tiempo estas se descontinuaron, dejando un vacío de información, que impide la retroalimentación de los diferentes estamentos que participan en la producción lechera, productor – industria – gobierno, disminuyendo el ingreso del

productor, progreso del sector, toma de decisiones gubernamentales y desarrollo del sector.

I.4.2. INTRODUCCIÓN

Un sistema productivo lechero se define como: el conjunto de prácticas agropecuarias, factores fijos y variables que, al ser integrados en forma organizada en un proceso, definen los niveles de producción y eficiencia que pueden alcanzar la explotación lechera (Smith *et al.*, 2002), los que se caracterizan por una alta complejidad, con variables y factores que los regulan, limitan o motivan (Navarro, 2001).

A nivel mundial, la producción de leche en el año 2008 se concentró en el continente Europeo y Asiático, representado con un 33,6 % y 33,5 % respectivamente. En Sudamérica la producción lechera representa un 8,0 % del total mundial, siendo Brasil el principal productor con un 3,8 %, mientras que Chile representa solo un 0,3 % a nivel global (INE, 2006). En Chile, la producción lechera estimada durante el año 2011 fue de 2.620 millones de litros elevándose en un 3,6 % respecto al año 2010. En el transcurso del año 2012 la producción de leche estimada está cercana a los 2.700 millones de litros (ODEPA, 2012).

En la Zona Centro Sur de Chile las lecherías se ubican en el valle regado, las que se basan principalmente en praderas con mezclas de ballica perenne - trébol blanco, alfalfa y ensilaje de maíz (Jahn *et al.*, 2000a y 2000b).

La Región del Biobío se caracteriza por ser una zona de transición, donde se encuentran dentro de un predio diversos rubros (Bórquez *et al.*, 1995). INE (2005), muestra que, en la Provincia de Ñuble, 58 % de las explotaciones lecheras desarrollan la única actividad como fuente de ingreso. Dorner (1993), menciona que dentro de ellos se encuentra la producción de leche, que históricamente ha sido incapaz de satisfacer la demanda del país debiendo realizar importaciones para satisfacer el consumo interno. Antecedentes del comercio exterior del sector lechero del primer trimestre de 2012, indica que las importaciones aumentaron en 38 millones de litros aproximadamente, equivalentes a US \$ 17,8 millones, cifra superior en 9,3 % más sobre el volumen a igual periodo de 2011. Por su parte el

comercio exterior, del sector lechero del primer trimestre de 2012, muestra un aumento en las exportaciones, que alcanza a 77,5 millones de litros, que alcanzaron a US \$ 43,5 millones, cifra superior en un 9,2 % sobre el volumen a igual periodo de 2011.

Actualmente Argentina es el país más relevante de las importaciones de lácteos en Chile teniendo una participación de un 37,1 % de ellas, seguido por Estados Unidos con un 36,5 %. Los tres principales destinos de las exportaciones de productos lácteos son México (26,6 %), Venezuela (20,1) % y Brasil (16 %) (ODEPA, 2012). En los últimos 15 años el consumo de leche por habitante en Chile ha variado, presentando valores en el año 1993 de 120 litros per cápita (Ñíguez, 1993), hasta valores para el año 2010, con un consumo promedio histórico de 135 litros per cápita (ODEPA 2012). Sin embargo, estos valores son inferiores a los 160 litros recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y al consumo de los países más desarrollados, donde el consumo promedio per cápita para el año 2000 alcanzó niveles de 250 litros por habitante al año (Fundación Chile, 2000), y para el año 2010 fue de 244 litros per cápita (Bahamonde, 2011).

Durante el primer trimestre del 2012 la recepción de leche en la industria láctea a nivel nacional registró una caída de 2,4 % entre enero y marzo en relación con similar período del año 2011, al igual que la Región del Biobío, donde la recepción de leche industrial tuvo un descenso de un 1,8 %, respectivamente (ODEPA, 2012). En el año 2007, la Región del Biobío incrementó su producción de leche un 14,6 % con respecto al 2006 (Esnaola, 2006 y 2007). El volumen de leche procesada en la Región en el año 2008 fue de 42.273.967 litros (Velis *et al.*, 2008). Respecto a las plantas procesadoras de leche en Chile existen alrededor de 20, dentro de las cuales destacan: Soprole, COLUN y Nestlé (Esnaola, 2010). Éstas en conjunto, procesan aproximadamente el 90 % de la leche producida a nivel nacional (Velis, 2010).

I.4.3. ALIMENTACIÓN

El manejo alimenticio de las vacas influye en la expresión del potencial lechero, la alimentación es uno de los factores más limitantes de la producción y

eficiencia productiva, por lo general constituyen entre el 50 - 70 % de los costos directos de la producción. Una correcta alimentación a las vacas se expresa desarrollando con normalidad todas las funciones orgánicas, para el proceso de producción (ODEPA, 2012).

I.4.4. MANEJO SANITARIO

En general las lecherías consideran un calendario sanitario para combatir: brucelosis, tuberculosis, leucosis, clostridiosis y desparasitaciones (SAG, 2011).

En la Provincia de Ñuble la brucelosis se encuentra en proceso de erradicación desde las lecherías, por medio de programas de control efectuados por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), en donde a lo menos se debe realizar cuatro diagnósticos al año. También se desarrollan sistemas de vigilancia y control para enfermedades como la leucosis bovina y tuberculosis (SAG, 2011).

I.4.5. CRIANZA DE TERNERAS DE REEMPLAZOS

En el sistema de producción de leche, la crianza de terneras de reemplazos juega un rol de importancia para el crecimiento del rebaño lechero, y en mejoramiento de la productividad de los animales (Lanuza, 2006a). Tiene como objetivo final el obtener hembras que lleguen a temprana edad al encaste con buen estado de desarrollo. Lo óptimo es alcanzar los 15 meses, con pesos que fluctúen entre los 315 a 350 kilos, para obtener el primer parto a los 24 meses de edad (Uribe y Lanuza, 2006).

Para la selección de las hembras se debe tener consideración la cantidad de años que la vaca estará en producción; desde el primer parto hasta que es eliminada del rebaño, esto se produce al alcanzar la mayoría de edad aproximadamente a los siete años (Bórquez *et al.*, 1996).

I.4.6 PRODUCCIÓN LECHERA

La producción lechera de una vaca depende de su adecuada función reproductiva. Idealmente una vaca lechera debe parir un ternero al año, lo que indica que debe quedar preñada no más allá de 90 días luego del parto y cuando está en su máxima producción láctea.

La última caracterización de sistemas productivos lecheros en la Provincia de Ñuble perteneciente a la Región Biobío fue realizada por Ñiguez (1993). Posteriormente, no hay registro de ningún trabajo que identifique el progreso de los sistemas productivos lecheros; lo que se traduce en una limitante, ya que se desconoce la información sobre los factores que intervienen en los sistemas productivos.

Por esto, se hace necesario realizar un trabajo en donde se identifiquen y se caractericen algunas categorías involucradas dentro de la producción lechera que tiene la Provincia de Ñuble.

Por ello se piensa que los productores lecheros de la Provincia de Ñuble han evolucionado técnica y productivamente desde la década de los noventa, presentándose como un objetivo el realizar un diagnóstico que permita conocer la evolución de sistemas de producción de leche en la Provincia de Ñuble.

I.5. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

I.5.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La investigación se realizó en la Provincia del Ñuble, Región del Biobío, ubicado en la Zona Centro Sur de Chile, con una superficie agrícola de 768.154,48 ha (Velis, 2009).

I.5.2. ENCUESTA

Con la finalidad de obtener la información para desarrollar la caracterización de sistemas productivos lecheros en la Provincia de Ñuble, se confeccionó una encuesta que presenta los parámetros: antecedentes generales del predio, manejo del rebaño, ordeña, crianza de reemplazos, alimentación, praderas, manejo de residuos y manejo sanitario. Esto permitirá recopilar información de la realidad de los predios lecheros (Anexo 1). Finalizada la confección de la encuesta, se distribuye en todas las lecherías. En algunos casos se realizó una segunda visita, a modo de supervisar el llenado de la encuesta en terreno. Finalmente, en una visita final se procedió al retiro de la encuesta y comenzar el análisis de la información. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva utilizando el programa de Microsoft Office Acces 2007

I.5.3. POBLACIÓN ESTUDIADA

El universo estudiado se obtuvo desde registros de productores lecheros de la Provincia de Ñuble, asociados a la Asociación de productores de Leche, APROLECHE. Éste está constituido por 75 productores, de los cuales 44 respondieron la encuesta.

I.5.4. ESTRATOS PRODUCTIVOS

Dado que existen volúmenes de producción diferentes, se establecieron tres niveles productivos basados en la producción anual. La estratificación y segmentación en los estratos I, II y III, son los utilizados por Ñíguez (1993) y basado en la caracterización de productores lecheros en la Región de Los Lagos realizada por Smith et al (2002).

- Estrato I: menos de 300.000 L año⁻¹
- Estrato II: 300.001 a 1.000.000 L año⁻¹
- Estrato III: más de 1.000.000 L año⁻¹

Con los resultados de la encuesta se conoció el número de predios que incorporan cada nivel. Así el Estrato I consta de 24 lecherías, el Estrato II de 13 y el Estrato III de 7 lecherías.

I.6. ANALISIS INFORMACIÓN OBTENIDA A TRAVES DE ENCUESTRAS. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS UTILIZADOS

I.6.1. SUPERFICIE Y TENENCIA DE LA TIERRA.

Al menos un 91 % de los productores lecheros pertenecientes a la Provincia de Ñuble son propietarios de la tierra donde desarrollan su producción. La Tabla 1 muestra que en los estratos I y II existen algunos productores que además arriendan un predio para desarrollar su explotación. Esto concuerda con Ñíguez (1993), quien determinó que la mayoría de los productores lecheros son propietarios de la tierra, existiendo en los estratos I y II algunos productores que eran arrendatarios, o bien, además de trabajar su predio arrendaban una extensión vecina del mismo.

Tabla 1. Propiedad de la tierra de productores lecheros de la Provincia de Ñuble, 2012 (% productores por estrato).

Condición	Estrato		
	I	II	III
Propietario	91,7	92,3	100
Arrendatario	8,3	7,7	--

I.6.2. ANIMALES.

En general, las lecherías cuentan con inventario actualizado de los animales; con valores de 79,2 %, 92,3 % y 100 % para los estratos I, II y III.

En relación a las razas utilizadas (Tabla 2), se pudo observar que 51,2 % de las lecherías poseen animales de raza Holstein Friesian en el Estrato I, siendo la segunda raza más utilizada la Holando Europeo con un 41,7 %. También 12,5 % de las lecherías poseen en su rebaño otras razas. En el Estrato II la mayoría de los predios utiliza animales de la raza Holstein Friesian (84,6 %) y tan sólo un 7,7 % de los predios tiene en su rebaño raza Holando Europeo. Para el estrato III, todas las lecherías componen su rebaño sólo con animales de raza Holstein Friesian.

Tabla 2. Porcentaje de razas utilizadas en producción de leche por estrato.

Raza	Estrato		
	I	II	III
Holstein Friesian	51,2	84,6	100
Holando Europeo	41,7	7,7	0
Otras	12,5	15,4	0

Riquelme (1970), menciona que un 76 % de los animales utilizados en las explotaciones lecheras de Ñuble eran de la raza Holando Europeo. Moenne, (1982), determinó que la utilización del Holando Europeo había bajado a un 36 %, pasando a ser la raza Holando Americano (Holstein Friesian), ya sea pura o en cruce, la de mayor porcentaje, con un 86 %. Esta raza se mantuvo en la década del 90 entre un 75 - 88 % del rebaño. Este cambio se puede atribuir a que hoy en día los predios

tienden a especializar la producción lechera y buscan aumentar el potencial productivo de sus animales, debido a las exigencias del mercado y para ello necesitan de razas que puedan satisfacer las demandas en cuanto a producción y a la calidad de la leche.

La dotación de animales así como la composición del rebaño (Tabla 3), difiere en los tres niveles de producciones lecheras de Ñuble. El valor de vaca masa varía entre los tres estratos, siendo el Estrato III el que posee el mayor número.

La disponibilidad de hembras de reemplazo, en promedio es cercana al 25 % de las vacas. Al relacionar la cantidad de hembras de reemplazo y la dotación de vacas, podría reflejar problemas reproductivos o de mortalidad de terneros.

Tabla 3. Dotación y composición promedio del rebaño lechero por estrato (Ñuble, 2012).

Tipo de animales	Estrato		
	I	II	III
	N°	N°	N°
Vacas masa	30,7	93,8	190,2
Vaquillas 2-3	8,7	24,5	52,1
Vaquillas 1-2	6,7	21,5	46,4
Novillos 2-3	0,4	4,2	5,7
Novillos 1-2	0,6	10,0	17,0
Terneros	5,0	9,6	11,7
Ternereras	8,9	21,2	44,7
Cabezas promedio	61,0	184,8	367,8

Existen diferencias entre los estratos, como por ejemplo que el número de vacas y número de vaquillas se incrementaba, mientras mayor era el tamaño de la lechería. Es así como en el Estrato I existe un promedio de 15 vaquillas, en el Estrato II 46 y en el Estrato III 99 vaquillas. Resultados similares se reflejaron con los datos obtenidos por Ñiguez (1993), para esta variable lo que indicaría que se ha mantenido una intensificación constante a través del tiempo.

Se puede visualizar que el número promedio de vaquillas de 2 - 3 años, para los distintos estratos es variable, con números promedios de: 9, 25 y 52 animales para los estratos I, II y III (Tabla 3). Estos promedios son mayores a los obtenidos para el rango de vaquillas de 1 - 2 años, lo que pudiera indicar que los productores lecheros poseen un mayor número promedio de vaquillas que tienen su primer parto a más temprana edad, demostrando que existe una intensificación en la producción, o una disminución de masa, hay una tendencia a retener vientres y eliminar machos, que se relaciona con la intensificación a la que tienden.

I.6.3. TIPO DE LECHERÍAS.

Ñíguez (1993), indica que para el Estrato I existía 83 % de lecherías permanentes y un 17 % de lecherías estacionales. Al analizar los resultados desde los años 1970 hasta hoy, se observa que desaparecen las lecherías estacionales, quedando en la actualidad solo las de tipo permanente

I.6.4. ORDEÑA.

Todos los predios lecheros, de los tres estratos, realizan ordeña mecánica dos veces al día, cuya duración por ordeña es aproximadamente de dos horas. Los horarios de ordeña fluctúan entre las 03:00 a 07:00 a.m. y 14:00 a 19:00 p.m. con intervalos de 11 a 12 horas entre cada ordeña.

Los equipos de ordeña utilizados en las lecherías van desde dos unidades a las dieciocho unidades en las lecherías con mayor número de animales. La línea de leche utilizada varía con líneas bajas, medias y altas. Las líneas altas, requieren trabajar con un mayor nivel de vacío, lo que demanda un mayor gasto energético y además estaría asociado a una probable incidencia de mastitis en el rebaño lechero (Navarro, 2006). Los predios lecheros de todos los estratos realizan controles al equipo de ordeña, principalmente: control de pezoneras, pulsadores, vacío y manguera de leche. La frecuencia de los controles es desde una vez al mes, hasta cada seis meses, lo cual nos indica que los productores lecheros tienen interés en mejorar su nivel productivo.

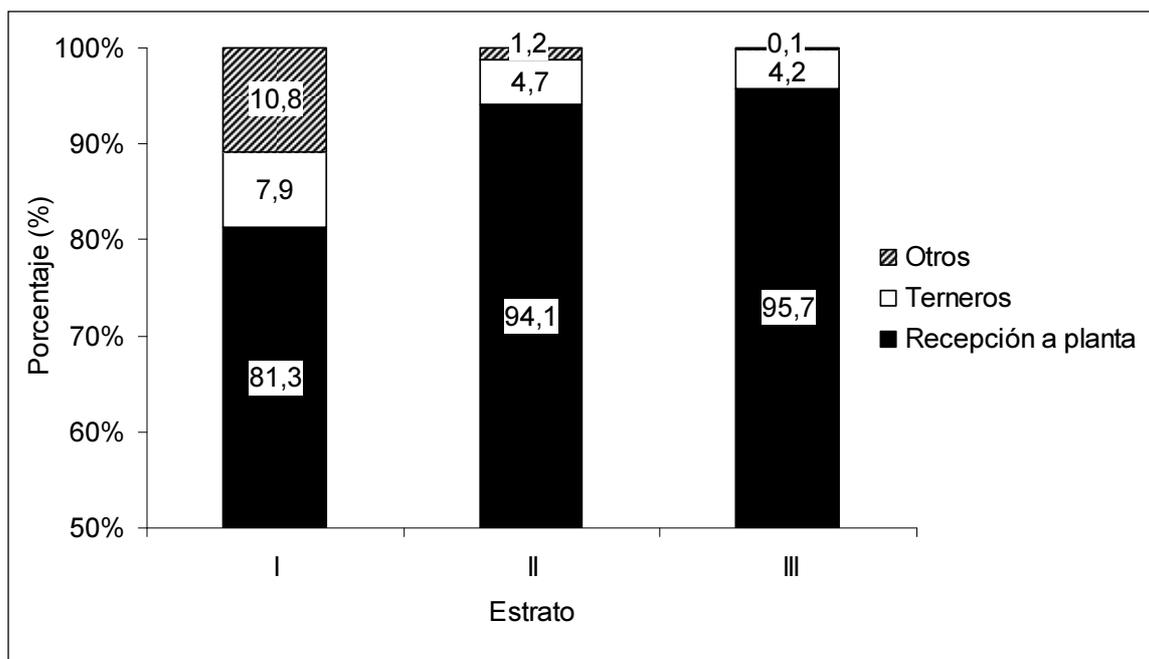
La tenencia de estanques de leche refleja un incremento en relación a lo

obtenido por Ñíguez (1993), donde lecherías del Estrato II y III poseían estanques (63 % y 75 % respectivamente), y el Estrato I almacenaba la leche principalmente en tarros lecheros. Actualmente la totalidad de las lecherías posee estanques y sus capacidades varían según nivel productivo, desde 1.500 litros hasta mayores a 3.000 litros.

I.6.5. DESTINO DE LA LECHE.

A medida que la explotación lechera se intensifica, aumenta la recepción de leche en planta (Figura 3).

Figura 3. Destinos de la leche en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).



El porcentaje de leche destinada a los terneros, disminuye mientras mayor sea el nivel productivo. A medida que aumenta el nivel productivo se le entrega a los terneros concentrados como suplemento de la dieta, acortando así los tiempos de destete y sustituto lácteo (Klee *et al.*, 1984). Porcentualmente se demuestra, que la cantidad de leche destinada a terneros disminuye en los estratos de mayor producción (Figura 1), sin embargo, se debe considerar, que en términos absolutos

los estratos superiores utilizan mayor cantidad de leche destinada a terneros al año por poseer un mayor número de animales en sus rebaños. Los valores son similares a los obtenidos por Ñíguez (1993), mostrando una tendencia similar para los destinos de la leche.

Tabla 4. Días a destete y consumo total lácteo promedio en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012.

	Estrato		
	I	II	III
Tiempo promedio de destete (días)	126	84	78
Consumo total (L ternera ⁻¹)	504	336	312

El consumo de leche para los estratos II y III se pueden considerar adecuados, debido a la cantidad de leche utilizada, siendo mayor el Estrato I lo que incrementa el costo del sistema productivo. El suministro lácteo promedio en todos los estratos es de cuatro litros al día por animal. Al optar por un sistema de crianza artificial, se logra un ahorro de leche, sin reducir el consumo diario, disminuyendo el período hasta el destete (Lanuza, 2006a).

I.6.6. PRODUCCIÓN DE LECHE

Los valores promedios de producción han aumentado desde la década de los 70 lo que indicaría que a través de los años se ha incrementado la producción de las lecherías alcanzando mayores volúmenes.

Tabla 5. Producción promedio de leche en la Provincia de Ñuble, 2012.

	Estrato			Promedio
	I	II	III	
Producción vaca masa	4.375	4.923	6.143	5.147
Producción vaca ordeña	4.458	5.346	6.357	5.387

Desde la década del 70 hasta los años 90, el promedio de producción de leche vaca ordeña aumento un 61 % aproximadamente. Esto se puede explicar por

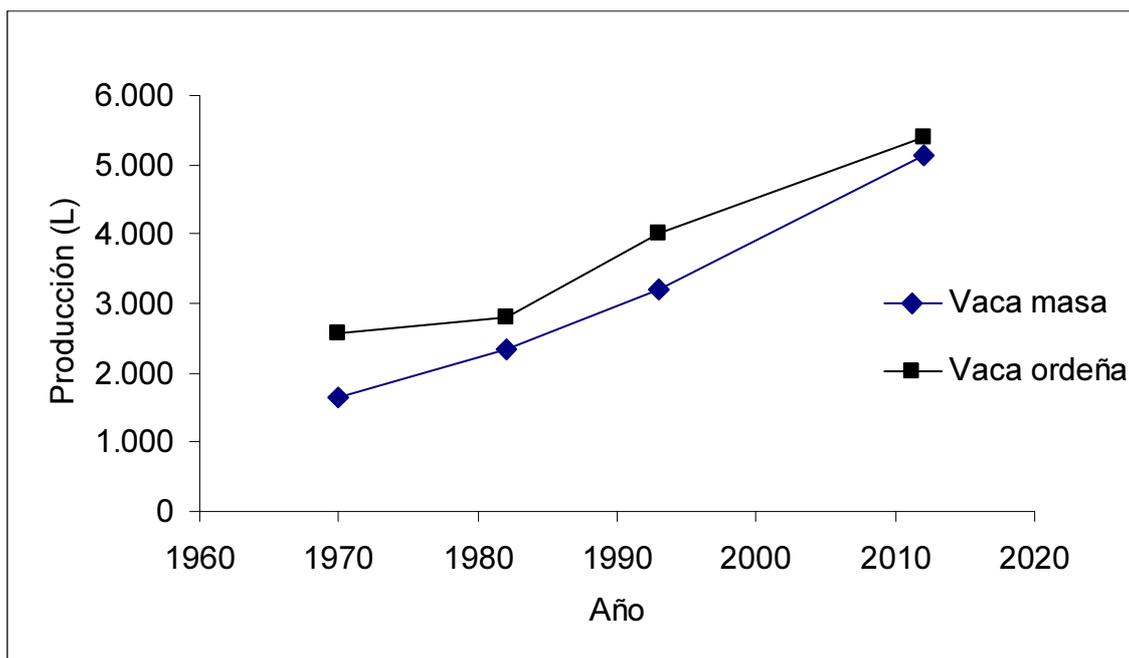
lo descrito por Lanuza (2006b), donde menciona que los productores de leche, pequeños, medianos y grandes, manejan sus predios como un sistema de producción agrícola, buscando una mayor eficiencia o la mayor seguridad en el uso de los factores productivos.

I.6.7. CONTROLES PRODUCTIVOS.

Los tres estratos llevan control de producción de leche diaria, ya sea este interno u oficial, como también registros de la leche entregada a plantas procesadoras y usada para la alimentación de terneros. Ñíguez (1993), obtuvo que las lecherías de los tres estratos mantenían un control de producción de leche diaria, marcando clara diferencia el Estrato III, donde todos los productores encuestados controlaban la producción individual y llevaban al día los registros.

La producción promedio de leche en la provincia de Ñuble, ha aumentado reflejado a través en las décadas, un aumento en sus producciones de un 60 % aproximadamente desde las décadas de los 70 hasta la actualidad, por el eficiente manejo de variables productivas.

Figura 4. Promedio de producción de leche en litros por año de estudio de caracterización de sistemas productivos lecheros en la Provincia de Ñuble.



I.6.8. PRODUCCIÓN POR VACA.

Es importante conocer el comportamiento individual de la producción, así como también el potencial productivo de cada vaca. Se determinó que la frecuencia con que se realiza el control vaca ordeña, varía desde una, dos hasta tres veces al mes, siendo lo más frecuente hacer un control mensual. Al comparar la producción promedio, se pueden determinar diferentes niveles dentro de cada estrato. En el Estrato I, la cantidad de productores que producen menos de 3.000 litros por periodo de lactancia, fue de un 13 %; en el rango de 3.000 - 5.000 litros se encuentra un 58 % de los productores; 25 % de los productores se encuentra en el rango de 5.000 - 7.000 litros y por último un 4 % producen más de 7.000 litros. Mientras que en el Estrato II, más del 50 % de los encuestados se encuentra en el rango de 5.000 - 7.000 litros (54 %), seguido por el rango de 3.000 - 5.000 litros en donde se sitúa un 38 %; por último 8 % se encuentra en el rango mayor a 7.000 litros. En el Estrato III, 43 % de los productores se encuentra en el rango mayor de 7.000 litros, 43 % está entre 5.000 - 7.000 litros y 14 % se ubica en el rango de los 3.000 - 5.000 litros de producción promedio por lactancia.

Ñiguez (1993), observó tres niveles de producción diferentes, en el Estrato III se determinó una producción promedio sobre 5.000 litros, encontrándose más de un

60 % sobre los 6.000 litros, en el Estrato II la mayoría de los encuestados (62,5 %) se encontraron en el rango de 4.000 – 4.500 litros. Por último, para el Estrato I, 50 % de los predios tenían una producción inferior a los 3.500 litros. Moenne, (1982) en la década del 80, se registró un promedio de producción de 3.150 litros para el Estrato III; esto refleja que entre los años 80, 90 y hasta la actualidad hay un aumento de producción promedio en el estrato, con niveles superiores a 7.000 litros por lactancia.

Se observa que, en las explotaciones lecheras de la Provincia de Ñuble, hoy Región de Ñuble, con mayor número de vacas se mantienen dentro de un sistema con animales de más producción. La diferencia en producción no se debe sólo al mayor número de animales, sino que también está relacionado a una mayor producción individual de las vacas. Esto podría atribuirse a que productores con volúmenes superiores de leche son eficientes en variables claves como en la alimentación balanceada y de mejor calidad, con el uso de suplementos minerales y alimentos concentrados, como también la selección de genotipos que expresen su potencial, programas de reemplazo adecuados y de calidad genética, programas de ordeña que estimulan la obtención de máxima producción, manteniendo programas preventivos de salud animal, así como instalaciones y equipos que promuevan el máximo beneficio de las vacas (Navarro, 2006).

I.6.9. MANEJO DE VACAS EN PRODUCCIÓN

I.6.9.1. ASPECTOS REPRODUCTIVOS.

A partir de los registros considerados por todos los predios se determinó como los más usados: el parto, el celo y el encaste, mientras que los factores menos considerados fueron el índice coital (estratos I y II), y el porcentaje de abortos en todos los estratos (Tabla 6).

Cabe destacar que esta jerarquización se ha mantenido en el tiempo ya que en el estudio realizados por Ñiguez (1993), se indica que los predios de los tres estratos consideraban el parto y el encaste, debido a que son más fáciles de controlar sin necesidad de contar con un personal especializado.

Tabla 6. Porcentaje de registros considerados en el control reproductivo (Ñuble, 2012).

Registros	Estrato		
	I	II	III
Partos	83,3	76,9	71,4
Celo	66,7	46,2	100,0
Encaste	58,3	61,5	28,6
Palpaciones	37,5	69,2	57,1
Periodo seco	16,6	46,2	28,6
Abortos	12,5	23,1	28,6
Índice coital	8,3	15,4	42,9
Porcentaje de parición	45,8	30,8	42,9

En la Tabla 7 se puede observar que el resultado obtenido respecto al Lapso Parto-Preñez (LPP), en todos los estratos se concentran en torno a los tres meses. Uribe y Lanuza (2006), sostienen que para un sistema productivo sustentable el LPP no debe superar los 80 días. 70 % de los predios en los tres estratos se encuentran dentro de valores considerados aceptables, sin embargo, en las lecherías del Estrato I y II, donde el LPP supera los 4 meses, esta situación podría reflejar problemas de fertilidad en el rebaño. Riquelme (1970), informó que 55 % de los predios encuestados, el LPP de las vacas fue de 60 días y el 34 % de 90 días. Esta diferencia podría tener su explicación en el sistema de encaste utilizado, ya que, en el año 1970, se utilizaban toros para cubrir las vacas, lo que disminuía los problemas de detección de celos, eficiencia del inseminador, y la menor producción de leche que influye en el anestro posparto. Ñíguez (1993), informa un porcentaje de lecherías con un rango de cuatro meses de LPP para los tres estratos (Estrato I 16,6 %, Estrato II 25 % y Estrato III 25 %), extendiéndose hasta los cinco meses para el Estrato III, seis meses para el Estrato II y hasta más de 6 meses para el Estrato I.

Tabla 7. Frecuencia y porcentaje promedio de valores de Lapso Parto-Preñez (LPP) de vacas en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012.

LPP (meses)	Estrato
-------------	---------

	I	II	III
2	29,2	15,4	14,3
3	50,0	53,8	57,1
4	16,6	23,1	28,6
Mayor a 4	4,2	7,7	--

I.6.9.2. PARICIONES.

En todos los estratos el porcentaje de parición anual de las vacas fue similar; teniendo la mayoría de los productores porcentajes de pariciones anuales entre 80 - 90 %. Existe un bajo número de predios lecheros que se encuentran sobre la media, registrando valores sobre el 90 % de pariciones anuales. Ñíguez (1993), registro que sobre 75 % de los predios de cada estrato tenían más de 80 % de pariciones anuales, llegando en algunos valores que superan el 90 % de pariciones anuales. Respecto de las pariciones, 50 % de las lecherías, concentra sus pariciones en alguna época del año. Especialmente las lecherías del Estrato II y III, intentan concentrar sus pariciones entre otoño invierno y otoño primavera, lo cual es concordante con lo descrito por Moenne (1982). El cambio de esta tendencia a tener pariciones durante todo el año indicaría la especialización que busca el rubro lechero.

De acuerdo a lo informado por los predios de los diferentes estratos, la mayoría de las lecherías poseían un porcentaje de muerte de terneros inferior al 5,0 %, indicando como posibles causas las neumonías, diarreas, enterotoxemias y los ataques de perros (Lanuza *et al.*, 1990).

I.6.10. MANEJO DE REEMPLAZO

I.6.10.1. TASA DE REEMPLAZO.

El porcentaje de reemplazo de vacas, para los diferentes estratos fluctúa entre el rango de 10 - 15 % anual. Este aspecto se relaciona con el número de partos y edad a que se eliminan las vacas. Las causas de eliminación de vacas son numerosas y variadas, estas son: la baja producción, edad, mastitis, cojeras e infertilidad. Existen también eliminación de animales por enfermedades como

tuberculosis y brucelosis, aunque estas últimas en un bajo porcentaje. El resultado obtenido concuerda con Ñíguez (1993), que determinó que las causas de eliminación de vacas, era principalmente la baja producción, además la edad también fue considerada en el estrato I y II; la mastitis se considera en los estratos II y III. Riquelme (1970), determinó que las causas más importantes de eliminación de vientres en las lecherías en ese periodo fueron los problemas relacionados con el aspecto sanitario de animales, entre ellos brucelosis y tuberculosis, lo que indica que en la actualidad ha disminuido gracias a los programas de erradicación.

I.6.10.2. CRIANZA DE TERNERAS.

50 % de los predios lecheros de los diferentes estratos cría todas sus terneras. La crianza la realizan principalmente en jaulas individuales, corral colectivo o en potreros. La jaula individual se usa en algunos casos combinada con el corral colectivo. De acuerdo a los datos obtenidos, las terneras en las jaulas pasan alrededor de dos a cinco meses, posteriormente pasan a corral colectivo, en donde permanecen alrededor de dos a ocho meses aproximadamente.

I.6.10.3. DESTETE.

En el estrato II y III la totalidad de las lecherías realizan el destete en los terneros durante los tres y cuatro meses edad, mientras que en el estrato I un 75 % de los predios destetan a los tres meses de edad, existiendo 16,7 % de los predios del estrato I que realizan el destete a los seis meses de edad (Tabla 8).

La edad promedio de destete en todos los estratos es alrededor de los tres meses, aproximadamente 70 % de los productores en cada estrato. Dentro de los criterios considerados por las lecherías para efectuar el destete, se mencionan: la edad, el peso y el consumo tanto de forraje como de concentrado.

Ñíguez (1993), menciona que los terneros recibían leche por períodos que estaban entre los dos y medio hasta los ocho meses. Situación similar presentó Moenne (1982), en cuanto a la edad de destete, con edades promedio de 6, 5 y 4 meses para los estratos I, II y III respectivamente, lo que reflejó una tendencia a un destete algo más temprano en las lecherías medianas y grandes y más tardío en

las pequeñas.

Tabla 8. Edad promedio de destete de los terneros, en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

Edad	Estrato		
	I	II	III
3 meses	75,0	69,2	71,4
4 meses	8,3	30,8	28,6
5 meses	--	--	--
6 meses	16,7	--	--

I.6.10.4. MANEJO SANITARIO.

La frecuencia con que se realizan los tratamientos antiparasitarios no varía de un estrato a otro y en general se puede decir que tanto el tratamiento gastrointestinal - pulmonar como el de parásitos externos se realizaba cada tres meses, cada seis meses y en algunos casos una vez al año, en todos los animales.

Ñíguez (1993), sostuvo que los parásitos internos se controlaban dos veces al año (otoño y primavera) en todos los animales; los parásitos externos se controlaban, en la mayoría de los casos cuando se presentaban, siendo este control de tipo curativo.

I.6.10.5. MANEJO DE TERNERAS.

El corte de cuernos, es el manejo más realizado, con el fin de facilitar el manejo en comederos y salas de ordeña (Tabla 9).

El control de peso es una práctica de las menos consideradas por los productores lecheros de los diferentes estratos, esto se podría deber a que la mayoría de los predios no cuenta con balanza en sus instalaciones.

Tabla 9. Aspectos de manejo de los terneros en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

Manejo	Estrato		
	I	II	III

Corte de cuernos	91,7	100,0	100,0
Corte de pezones supernumerarios	66,7	53,8	85,7
Control de peso	12,5	38,5	57,1
Registro de los padres	25,0	61,5	57,1
Vacunación brucelosis	66,7	84,6	100,0
Desinfección del ombligo	66,7	76,9	100,0

Existe una tendencia a llevar más controles y registros que lo mencionado por Ñíguez, 1993. Uno de los controles importantes realizados es la vacunación contra la brucelosis, donde un porcentaje mayor a 66 % de lecherías de cada estrato lo realiza.

I.6.10.6. SELECCIÓN DE REEMPLAZO.

71,4 % de los tres estratos productivos crían todas las terneras. Algunos no las conservan en su totalidad, realizando una selección de las que según antecedentes puedan ser mejores productoras.

Los criterios de selección utilizados para los tres estratos son desiguales, es así como para el estrato I, el criterio más usado es la producción de las hembras al primer año. Para los estratos II y III, el pedigree de los animales es el criterio más relevante para el productor al momento de realizar la selección.

Para el momento en que realiza la selección de reemplazo, el estrato I, menciona que lo efectúa en terneras como también en vacas de primer parto con un 37,5 %, cada criterio, y un porcentaje de 12,5 %, mencionan seleccionar a nivel de vaquilla. En el estrato II, se menciona que la selección de reemplazo se realiza a nivel de vaquilla y vaca de primer parto con un 23 % en cada criterio de selección, no realizando selección de terneras en este estrato. Para las lecherías del estrato III el 42,9 % selecciona en vaca de primer parto y un 28,6 % en vaquilla, no realizando selección de ternera. Ñíguez (1993), determinó que para el estrato I, la selección reemplazo se realizaba preferentemente a nivel de ternera (62 %), y en los estratos II y III se seleccionaba tanto vaquilla como vaca de primer parto, no realizando selección de terneras. Riquelme (1970), determinó que el 50 % de los

productores encuestados realizaba selección de vaquillas exclusivamente en base al tipo, el 15 % en base a pedigree y el 10 % en base a la producción de la primera lactancia.

El hecho que se realice una selección de vacas al primer parto, podría incidir en una mayor tasa de reemplazo del rebaño y en mantener una baja edad promedio de éste.

Tabla 10. Crianza y momento de selección de hembras de reemplazo en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

Crianza de hembras	Estrato		
	I	II	III
Las cría todas	58,3	84,6	71,4
Las selecciona y cría	41,7	15,3	28,6
Momento de selección			
Ternera	37,5		
Vaquilla	12,5	23,0	28,6
Vaca de primer parto	37,5	23,0	42,9

I.6.10.7. ENCASTE DE VAQUILLAS.

El encaste de vaquillas se realiza generalmente durante todo el año en los tres estratos, pero 29,5 % de los productores señaló específicamente que realizaba el encaste entre otoño y la primavera.

Los criterios de encaste utilizados por los predios lecheros en los tres estratos son: edad, peso y una parte de los productores conjuga peso con la edad para determinar el momento del encaste.

I.6.10.7.1. EDAD Y PESO DE ENCASTE.

En los tres estratos el 50 % de las lecherías encasta las vaquillas entre los 15 - 18 meses, realizando el restante número de productores el encaste a sus vaquillas en edades que fluctúan entre los 18 - 24 meses, obteniendo así las pariciones entre los 24 a 30 meses de edad en vacas de primer parto.

En todos los estratos, el 75 % de los productores encasta con pesos estimados de 300 - 350 kg de peso vivo, mientras que un 25 % de productores encasta con pesos estimados de 350 - 400 kg. Fisiológicamente la vaquilla está apta para desarrollar una gestación cuando comienza a ciclar, aproximadamente a los 250 kg de peso. Lo óptimo es alcanzar los 15 meses como mínimo, con un peso aproximado entre 315 a 350 kilos, dependiendo de la raza, para obtener el primer parto a los 24 meses de edad (Uribe y Lanuza, 2006). Con respecto al peso de encaste de las vaquillas se puede determinar que en la mayoría de los casos, para los tres estratos, el encaste se realiza con pesos superiores a los 300 kg. La edad y peso que alcanzan las vaquillas al primer parto, está en estrecha relación con la edad y peso con que se encastaron, es así como la totalidad de los productores se encuentran en los rangos de edad al primer parto de 24 a 30 meses, con pesos que fluctúan entre los 400 a 550 kg.

I.6.11. PRADERAS Y ALIMENTACIÓN

Las vacas lecheras deben disponer en todo momento de alimento a su disposición (Hazard y Christen, 2006). Una correcta alimentación permite a la vaca desarrollar con normalidad todas las funciones orgánicas, para el proceso de producción de leche (Lanuza y Parga, 2006).

I.6.11.1. PRADERAS

La principal fuente de recurso forrajero utilizada por los productores lecheros en los tres estratos consiste en el uso de la pradera mixta, compuesta de trébol - gramínea, seguida por maíz, avena - vicia, avena, trébol rosado, alfalfa y brásicas. Ñíguez (1993), observó que todos los productores del estrato I utilizaban mezcla de gramíneas - leguminosas, siendo también importante el uso de avena sola o con vicia, los productores del estrato II y III usaban como recursos praderas mixtas, trébol rosado, avena y mezcla avena - vicia.

I.6.11.2. RECURSOS FORRAJEROS.

I.6.11.2.1. ALFALFA.

El cultivo de alfalfa fue registrado a partir del estudio realizado por Ñíguez (1993), puesto en los estudios realizados anteriormente por Riquelme (1970) y Moenne (1982) no fue posible establecer antecedentes sobre el cultivo de esta forrajera en la Provincia de Ñuble. Es usada por los tres estratos en un promedio de 27 % de los productores; en su mayoría es utilizada en pastoreo, alternando con cortes. La variedad utilizada posee latencia invernal, que es la recomendada para la zona centro sur, aunque un 4 % de productores del estrato I, usan variedad sin latencia invernal.

I.6.11.2.2. MAÍZ

En el estrato I, el maíz es utilizado por un 79,2 % de los predios, mientras, que la totalidad de las lecherías del estrato II, utilizan el maíz como alimentación y para el estrato III un 86 % lo utilizan, siendo el principal forraje dentro de las praderas suplementarias. Ñíguez (1993) y Moenne (1982), determinaron que el ensilaje de maíz tenía mayor importancia en los estratos II y III, esto probablemente como consecuencia del alto costo del cultivo, establecimiento y elaboración del ensilaje.

Respecto a las pérdidas de forrajes, se determinó un 15 % de pérdida en los productores que producen ensilaje, sea de maíz o de pradera.

I.6.11.3. ALIMENTOS CONCENTRADOS

Los suplementos alimenticios como concentrados son usados en un mayor porcentaje en lecherías grandes, tanto en el período que las vacas están secas, como el periodo en que las vacas se encuentran en lactancia (Tabla 11).

Ñíguez (1993), registró que los suplementos proteicos eran utilizados por lecherías medianas y grandes, el uso de concentrado en vacas secas era bajo, alrededor de un tercio de los predios encuestados, pero tendía a aumentar en lecherías del estrato superior.

Tabla 11. Suministro de concentrado a vacas en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

Uso de concentrado	Estrato
--------------------	---------

	I	II	III
Vacas en periodo seco	20,8	7,7	71,4
Vacas en lactancia	62,5	84,6	85,7

I.6.12. MANEJO SANITARIO

I.6.12.1. ENFERMEDADES.

La totalidad de los encuestados señalaron que sus predios estaban libres de brucelosis, en cambio, la tuberculosis bovina es una de las enfermedades que afecta a algunos estratos. Es así como en el estrato I, todos los predios se encuentran libres de la enfermedad, en el estrato II, un 93 % de los predios se encuentran libres y en el estrato III, 86 % están libres de ésta, donde los restantes predios están en proceso de saneamiento del rebaño.

Para el caso de la leucosis, en el estrato I, 29 % se encuentra libre de esta enfermedad, mientras que en el estrato II, 39 % de las lecherías se encuentra libre de leucosis y en el estrato III no se registraron antecedentes por parte de los predios de la enfermedad. Ñiguez (1993), registró que gracias al plan de saneamiento realizado por el SAG, más de un 50 % de los predios en todos los estratos se encontraban libres de brucelosis, mientras que para la tuberculosis un menor porcentaje de predios se encontraba libre, a pesar de encontrarse dentro del programa de saneamiento. A medida que el manejo se hace más intensivo, es mayor la preocupación por el manejo sanitario, por lo tanto son más los predios que se encuentran libres de enfermedades.

I.6.12.1.1. MASTITIS.

Es la enfermedad más importante dentro del ganado lechero, dado que afecta directamente la producción de leche. Se puede apreciar que a medida que aumenta el nivel de producción, el manejo tanto al momento del secado como el control de mastitis se realiza en mayor porcentaje, llegando a la totalidad de los productores en el estrato III (Tabla 12).

El California Mastitis Test (CMT), es un método sencillo para determinar la presencia de mastitis subclínica, basado en la presencia de células somáticas en la

leche. Para el estrato I, el CMT se realiza en un 79,2 %, en el estrato II, en un 92,3 % y en el estrato III en un 100 % de los predios. La frecuencia con la que se realiza el CMT en los predios, es variable para cada estrato, desde una vez por semana hasta una vez al año. Ñíguez (1993), determinó que el estrato I poseía una menor incidencia de mastitis, debido a que en éste se realizaba, en gran proporción, ordeña manual y también ordeña con ternero, lo que disminuía la incidencia de la enfermedad.

Tabla 12. Control de mastitis, terapia de secado y frecuencia del test CMT en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

	Estrato		
	I	II	III
Terapia de secado	75,0	92,3	100,0
Control de mastitis (CMT)	79,2	92,3	100,0
Frecuencia			
Semanal	4,2	--	14,3
Una vez al mes	16,7	53,8	85,7
Cada dos meses	37,5	30,8	--
Cada tres meses	12,5	7,7	--
Cada cuatro meses	8,3	--	--
Una vez al año	20,8	7,7	--

El manejo de vacas positivas al test se debe basar principalmente en el uso de un antibiótico en él o los cuartos afectados y una ordeña separada para apartar la leche con antibióticos (Ñíguez, 1993).

Tabla 13. Manejo de vacas positivas al test de mastitis en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

Manejo	Estrato		
	I	II	III
Tratamiento con antibióticos	87,5	92,3	85,7

Venta	12,5	7,7	--
Separación del rebaño	37,5	46,2	57,1
Ordeña al final	66,7	69,2	100,0

Un porcentaje de productores de los estratos I y II, vende sus vacas positivas al test de mastitis, así se evita seguir el tratamiento y los gastos económicos que se tienen con vacas enfermas.

Se determinó que las vacas positivas al test de mastitis, se manejaban con antibióticos y una ordeña separada del rebaño para separar la leche. Estos manejos fueron similares a los realizados por Ñíguez (1993).

I.6.12.2. VACUNACIÓN.

La totalidad de los productores en todos los estratos, realizan vacunaciones contra carbunco sintomático, carbunco bacteriano, hemoglobinuria, *Clostridium* y leptospirosis.

I.6.13. OTROS ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

I.6.13.1. ASISTENCIA TÉCNICA.

Las lecherías del estrato II y III tienen asesoría agronómica, la que contempla principalmente manejo de praderas y alimentación del rebaño lechero, es de 53,8 y 57,1 % respectivamente, inferior a lo mostrado en el estrato I, que cuenta con un 12,5 % de asesoría agronómica. La asistencia veterinaria es realizada en los diferentes estratos, con 58,3 %, 92,3 % y 100 % de los productores en los estratos I, II y III respectivamente.

I.6.13.2. CONSIDERACIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO.

En los estratos I y II un porcentaje de sus productores mantienen sus lecherías por tradición familiar, no realizando ningún tipo de análisis económico, 33,3 % y 15,4 % cada estrato (Tabla 14).

Los productores que desarrollan análisis económico se concentran principalmente en gastos y entradas, rentabilidad anual y costo de alimentación

tanto anual como invernal.

Tabla 14. Tipo de análisis económico que realizan los productores en lecherías de la provincia de Ñuble, 2012 (% predios por estrato).

Tipo de análisis	Estrato		
	I	II	III
Rentabilidad anual	50,0	61,5	85,7
Costos de alimentación anual	42,7	61,5	71,4
Costos de alimentación invernal	42,7	53,8	57,1
Gastos y entradas	42,7	61,5	100,0
Ocasional	16,7	15,4	--
Ninguno	33,3	15,4	--

I.7. CONCLUSIONES CAPITULO I

De acuerdo a los resultados expuestos en este capítulo se concluye.

1. Ha existido una evolución positiva en el manejo del rebaño lechero que se ha traducido en un incremento de la producción.
2. A nivel de producción las lecherías que manifestaron una mejor evolución son las del estrato III, que prácticamente han duplicado su producción en las últimas décadas.
3. La dotación de animales promedio del rebaño lechero en la provincia de Ñuble ha disminuido.

I.8. BIBLIOGRAFIA.

1. Amacher M.C., K.P. O'Neill and C.H. Perry. 2007. Soil vital signs: a new soil quality index (SQI) for assessing forest soil health [en línea]. United States Department of Agriculture. <http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_rp065.pdf>.

2. Bahamonde, F. 2011. Chile y el mercado mundial de productos lácteos: mirando hacia el año 2020 [en línea]. Boletín Veterinario Oficial N°14..SAG. <http://www2:sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO_14_II_semestre_2011/PDF_articulos/mercado_productos_lacteos.pdf>. [Consulta: 09 junio 2012].
3. Bórquez, F., M. Figueroa, M. Tima y R. Dörner. 1996. Diagnóstico de los sistemas de producción de leche II. Provincia de Bio Bio, año 1990. Agro-Ciencia 12(1): 57-67.
4. Bórquez, F., M. Tima, M. Figueroa y G. Ñíguez. 1995. Diagnóstico de los sistemas de producción de leche. I. Provincia de Ñuble (VIII Región) año 1990. Agro-Ciencia 11(1): 27-38.
5. Decreto Supremo N°90. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 07 marzo 2001. Santiago, Chile.
6. Demanet, R., M. Aguilera y M.L. Mora. 1999. Efecto de la aplicación de purines sobre el sistema suelo - planta. Frontera Agrícola 5(1-2): 87-94.
7. Dorner, R.A. 1993. Diagnóstico de la situación lechera en la Provincia de Bio-Bio. Memoria de título, Ing. Agrón. Universidad de Concepción, Fac. Agron. Chillán, Chile.
8. Dumont, J.C. 2006. Manejo de purines e infraestructura para la lechería. pp: 137-146. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
9. Esnaola, V. 2006. Industria láctea: avance de la temporada. Temp. Agríc. (26): 69-88.
10. Esnaola, V. 2007. Lácteos: resultados de 2006 y perspectivas para 2007. Temp. Agríc. (28): 5-28.
11. Esnaola, V. 2010. Situación del sector lechero y perspectivas [en línea]. ODEPA. <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2337.pdf>>. [Consulta: 23 marzo 2011].

12. Fundación Chile. 2000. Productos lácteos: alta disponibilidad en el mercado. *Agroeconómico* (55): 14-20.
13. Hazard, S. y M. Christen. 2006. Como variar el contenido de proteína y grasa en la leche: a través de la alimentación. *Tierra Adentro* (66): 36-37.
14. Hirzel, J. and I. Walter. 2008. Availability of nitrogen, phosphorous and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. *Chilean J. Agric. Res.* 68(3): 264-273.
15. INE (Chile). 2005. Estudio de la ganadería bovina: regiones del Maule, del Biobío, de La Araucanía y de Los Lagos. INE. Santiago, Chile.
16. INE (Chile). 2006. Producción de leche [en línea]. INE. <http://www.ine.cl/filenews/files/2006/agosto/pdf/produccion_leche.pdf>. [Consulta: 23 marzo 2011].
17. Jahn, E., A. Vidal y P. Soto. 2000a. Sistemas de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro-sur. I. Producción de leche. *Agric Téc. (Chile)* 60(1): 43-51.
18. Jahn, E., A. Vidal y P. Soto. 2000b. Sistemas de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur. II. Consumo y calidad del forraje. *Agric Téc. (Chile)* 60(2): 99-111.
19. Jarvis, S.C. 2002. Environmental impacts of cattle housing and grazing. p. 10-23. In Kaske, M., H. Scholz and M. Höltershinken (eds.). Recent developments and perspectives in bovine medicine. Keynotes lectures of the 22nd World Buiatrics Cong. (WBC), Hannover, Germany. 18-23 August. WBC, Hannover, Germany.
20. Klee, G., I. Ruiz y H. Acuña. 1984. Evaluación de sistemas de producción de carne en la precordillera de BioBio. II. Utilización de pradera de trébol subterráneo mejorada y uso limitado de concentrado. *Agric. Téc. (Chile)* 44(1): 45-54.
21. Lanuza, F. 2006a. Crianza de terneros y reemplazos de lechería. pp: 109-128. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
22. Lanuza, F. 2006b. Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. pp: 35-50. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). Manual

- de producción de leche para pequeños y medianos productores. Boletín INIA Remehue N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
23. Lanuza, F. y J. Parga. 2006. Suplementación invernal de vacas lecheras. pp: 73-78. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
 24. Lanuza, F., G. Stehr y N. Butendieck. 1990. Niveles de leche y uso de calostro ácido diluido en crianza de terneros nacidos en otoño. *Agro-Ciencia* 6(1): 17-22.
 25. Melchiori, R., Barbagelata, P.; Christiansen, C.; Von Martini, A., 2002. Manejo sitio específico de nitrógeno en maíz: evaluación del n-sensor. Red de Agricultura de Precisión (en Línea). INTA. 2009.
 26. Moenne, E.R. 1982. Análisis técnico económico de la situación actual de las empresas lecheras en la Provincia de Ñuble. Aplicación de una metodología. Tesis, Méd. Vet. Universidad de Concepción, Fac. Cien. Agropec. y For. Chillán, Chile.
 27. Moral, R., M.D. Perez-Murcia, A. Perez-Espinosa, J. Moreno-Caselles and C. Paredes. 2005. Estimation of nutrient values of pig slurries in southeast Spain using easily determined properties. *Waste Manag.* 25(7): 719-725.
 28. Navarro, H. 2001. El enfoque de sistemas en el desarrollo de predios lecheros. En: L. Opazo, N. Teuber y E. Siebald (Eds.). Seminario de leche. 31 de octubre, 2001. Serie Actas N°13. Recinto SAGO. INIA Remehue. Osorno, Chile.
 29. Navarro, H. 2006. Antecedentes da la producción de leche en el sur de Chile. pp: 7-16. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
 30. Ñíguez, M.G. 1993. Diagnóstico de la situación lechera en la Provincia de Ñuble. Memoria de título, Ing. Agrón. Universidad de Concepción, Fac. Agron. Chillán, Chile.
 31. ODEPA (Chile). 2012. Leche: producción, recepción, precios y comercio exterior [en línea]. ODEPA. <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Lacteos/informe_lacteo_0312.pdf>. [Consulta: 17 mayo 2012].
 32. Pedraza, C. 2002. Manejo de estiércol de lechería, una imperiosa necesidad. *Revista Tattersall* (175): 10-11.
 33. Riquelme, E. 1970. Análisis de la situación lechera en la Provincia de Ñuble. Tesis, Ing. Agrón. Universidad de Concepción, Esc. Agron. Chillán, Chile.

34. SAG (Chile). 2011. Informe de situación sanitaria de Chile año 2011 [en línea]. SAG. <http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO_15_I_semestre_2012/quehacer_unidades/descargables/situacion_sanitaria_animal_2011.pdf>. [Consulta: 11 octubre 2011].
35. Salazar, F. 2003. Buenas prácticas agrícolas y aspectos ambientales: 1. Antecedentes generales. En: N. Teuber, H. Uribe y L. Opazo (Eds.). Seminario hagamos de la lechería un mejor negocio. Del 28 de agosto al 04 de septiembre, 2003. INIA Remehue. Osorno, Chile.
36. Salazar, F.J. Dumont, J.; Chadwick, D.; Saldaña, R.; Santana, M., 2007. Characterization of Dairy Slurry in Southern Chile Farms. *Agric. Téc.*, 67, 155-162.
37. Smith, R., V. Moreira y L. Latrille. 2002. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X Región de Chile mediante análisis multivariable. *Agric. Téc. (Chile)* 62(3): 375-395.
38. Snijders, P., O. Davies, B. Wouters, L. Gachimbi, J. Zake, P. Ebanyat, K. Ergano, M. Abduke and H. van Keulen. 2009. Cattle manure management in east Africa: review of manure quality and nutrient losses and scenarios for cattle and manure management. *Livestock Research*. Lelystad, The Netherlands.
39. Uribe, H. y F. Lanuza. 2006. Reproducción. pp: 97-108. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
40. Velis, H. 2009. Industria láctea menor: informe anual 2008. INE. Santiago, Chile.
41. Velis, H. 2010. Pecuarias: primer semestre 2010. INE. Santiago, Chile.
42. Velis, H., G. Vidal y C. Cristi. 2008. Agricultura familiar campesina: Lecherías, estudio zona sur 2006-2007. INE / ODEPA. Santiago, Chile.

CAPÍTULO II
CARACTERIZACIÓN REPRODUCTIVA, DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO
DE REBAÑO NORMANDO Y HOLSTEIN FRIESIAN, RELACIONADO CON
MEDIDAS ZOOMÉTRICAS DE AMBAS RAZAS

II.1. PREAMBULO

El rubro lechero en Chile, está desarrollado por aproximadamente 6.000 productores, los cuales cuentan con cerca de 500.000 vacas lecheras, concentrando su producción entre la Región de Los Ríos y Los Lagos (ODEPA, 2017). Según el último Censo Agrícola y Ganadero, en Chile existen praderas naturales con una superficie de 11.914.918 ha, praderas mejoradas, 1.010.048 ha y sembradas permanentes o de rotación, 453.532 ha, con un total de 13.378.498 ha (Apey *et al.*, 2009). En Chile al año 2007, había 3.789.000 cabezas bovinas y en la Región del Biobío 216.727 cabezas, con una disminución promedio del 12,1 % en relación al censo anterior (Agacino, 2015). En la Provincia de Ñuble existen 8.735 productores de ganado bovino con 163.629 cabezas, de estos, 2.460 poseen rebaños de entre 10 y 49 cabezas de ganado con una población de 49.179 cabezas bovinas. En este estrato existe un total de 220 lecherías con 1.487 vacas lecheras. Las comunas que concentran el mayor número de vacas para este estrato son San Carlos, Bulnes y Coihueco (Velis, 2008).

El Instituto Nacional de Estadística (INE) indica que entre el periodo 2008 - 2013 la recepción nacional de leche de las plantas industriales fue de en promedio 2.303 millones de litros (Agacino, 2015). Del total de litros, el 43,5 % lo aporta la Región de los Lagos, le sigue en importancia la Región de los Ríos con un 28,3%, y en tercer lugar se encuentra la Región del Biobío con un 10,4 % (Velis, 2008). La producción de quesos y otros derivados, alcanza las 130 mil toneladas, y el consumo nacional promedio de lácteos per cápita anual en Chile es 147 litros (Velis, 2008).

II.2. ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS DEL GANADO EN ESTUDIO.

El ganado lechero presenta una conformación de triple cuña para alojar ubres desarrolladas y de gran tamaño, son animales largos de cuerpo amplio y profundo, descarnado, observándose bajo la piel el perfil de los huesos (Bavera, 2009b). El ganado doble propósito son animales de doble producción (leche-carne). Es así que presentan la triple cuña del tipo lechero, pero en menor grado debido al mayor largo de la espalda. También las glándulas mamarias son bien desarrolladas como en el tipo lechero pero su producción láctea es menor, si bien es abundante, no llega a

obtener los mismos volúmenes. El mayor desarrollo de su musculatura es en realidad lo que la distingue del tipo lechero, lo que dará pie a la producción de carne a partir de ellos (Müller, 1956).

II.2.1. RAZA HOLSTEIN FRIESIAN

Es la principal raza lechera en Chile cuyo mayor desarrollo ocurrió en Nueva Zelandia con animales especializados en pastoreo y en América del Norte (Estados Unidos y Canadá) adaptando animales al confinamiento.

Es un animal eficiente en la producción de leche que presenta entre sus características físicas más importantes está el color, su estructura larga, estilizada y su peso cercano a los 700 kg (Camiruaga *et al.*, 201?).

Las vacas Holstein Friesian son las mayores productoras de EE.UU., con una producción promedio de 10.430 litros de leche por lactancia de 305 días con un promedio de 34 litros día⁻¹. Según la asociación de Holstein de Estados Unidos, el año 2014 la leche producida por estas vacas tiene en promedio 3,67 % de grasa y 3,09 % de proteína. Las vaquillas llegan a madurez reproductiva a los 13 meses de edad cuando llegan a pesar 350 kilos (Holstein Association USA, 2012).

El primer parto ocurre normalmente entre los 23 y 26 meses de edad, con terneros que pesan en promedio entre 36 y 45 kilos. Sus características zoométricas indican que es un animal del tipo lechero, forma un triángulo visto de costado, es un animal voluminoso, el pecho es generalmente estrecho. En hembras, cabeza larga y angosta el cuerpo con paletas livianas con poca masa muscular. La ubre bien desarrollada, suave y con irrigación sanguínea abundante, pezones con buena conformación y separados formando un cuadrado. El tamaño se caracteriza por alzada a la cruz 1,28 y 1,45 metros y su largo o longitud 1,55 y 1,70 metros y peso vivo adulto hembra 650 y 800 kg (Müller, 1956).

II.2.2. RAZA NORMANDO

La raza Normando, originaria del Norte de Francia, Región de Normandía. Sus orígenes datan desde el siglo XVIII, que se inició con el cruzamiento de tres razas de ganado “Continente”, vaca de gran altura y de características lecheras,

“Augeronne”, vaca de tamaño moderado y conocida por su calidad en ganado de carne y la raza “Cauchoise”. En 1836 algunos criadores introdujeron al cruzamiento animales de raza Shorthorn con el objetivo de obtener animales más precoces (North American Normande Association, 201?).

En la actualidad, es una raza doble propósito cuya característica principal son su producción de carne y leche con altos contenidos de sólidos y en un gran volumen productivo (Asornormando, 2009). Se adapta a variadas condiciones, alta tasa de preñez, buena crianza de sus terneros, buena facilidad de partos y rusticidad (Romero, 2010). Presentan un promedio de producción de 8.474 litros de leche por lactancia con un 4,46 % de grasa y 3,66 % de proteína (Asonormando, 2015). Müller, (1956) e Inchausti y Tagle (1951) coinciden en que es una raza de gran tamaño, corpulenta, con buena constitución esquelética cabeza pequeña y fuerte, ancha y corta, ubre voluminosa, desarrollada, colgante de cuartos bien separados, pezones grandes, no siendo extraño los supernumerarios. En relación al tamaño se caracterizan por una altura a la cruz de 1,35 m a 1,45 m, peso vivo adulto entre 550 - 800 kilos (Müller, 1956).

II.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo general fue comparar el comportamiento reproductivo, crecimiento y desarrollo de ambos rebaños y los objetivos específicos evaluar el crecimiento de hembras raza Normando y Holstein Friesian entre el periodo de pre encaste y primer parto, evaluar los índices reproductivos de ambos grupos y caracterizar el ganado utilizado por medio de medidas zoométricas en los tipos lechero y doble propósito de ambas razas.

II.4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en la Estación Experimental Pecuaria Marcelo Tima Péndola, Fundo El Alazán, perteneciente al Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, ubicada en el kilómetro 25 del camino a Cato, nororiente de la ciudad de Chillán (36°32'44" S y 71° 5240" O; 208 m.s.n.m.). Se encuentra en la zona geográfica del Valle Central

Regado y clima templado mediterráneo con una temperatura media anual en la región de 13,9 °C con una mínima de 3 °C (Julio) y máxima de 28,6 °C (Enero), pluviometría anual normal de 1025 mm (del Pozo *et al.*, 2013).

La unidad productiva corresponde a una lechería de tamaño medio, régimen de alimentación en base de praderas permanentes de ballica - trébol blanco y trébol rosado, suplementadas con forraje conservado y concentrado. El material de estudio correspondió a 16 vaquillas raza Normando y 16 vaquillas raza Holstein Friesian, que fueron evaluadas en su desarrollo desde la etapa de pre encaste a parto (marzo de 2014 - noviembre de 2015). El promedio de edad para las vaquillas normando y Holstein al inicio del periodo de estudio fue de entre 15 a 18 meses y pesos promedios entre 320 kg y 360 kg.

Las vaquillas Normando provienen de la Fundación Mondión Mary ubicada en la comuna de Victoria, Región de la Araucanía de Chile y las vaquillas Holstein, fueron seleccionadas del rebaño de remplazos de la lechería de la estación experimental. A su llegada las vaquillas Normando, fueron sometidas a un periodo de adaptación a las nuevas condiciones de alimentación y climáticas, además se realizaron manejos sanitarios preventivos. Finalmente se conformaron dos grupos, donde cada animal correspondió a una repetición y cada grupo (raza) describió un tratamiento. Cabe mencionar, que durante toda la investigación, ambos grupos de animales fueron manejados en conjunto como un solo piño.

II.4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Fueron evaluados dos grupos, Normando y Holstein Friesian, cada uno con 16 animales (n=16). Los datos obtenidos fueron analizados utilizando la prueba t student para dos muestras de igual tamaño ($P \leq 0,05$). Los análisis se realizaron en el software estadístico Infostat versión 2008 y actualizaciones.

II.4.2. EVALUACIONES

II.4.2.1. CONTROL DE PESO. Durante el periodo de investigación se registró el peso de las hembras en la etapa de pre encaste a primer parto, además del peso de su cría al nacimiento. Se determinaron variaciones de peso de las vaquillas

durante cada mes. Este pesaje, se realizó con una romana marca Vesta (Modelo 3515 BT) ubicada en la estación experimental pecuaria. Los pesajes se realizaron una vez al mes. Sin destare de animales. Producto de la información se determinó ganancia de peso mensual y ganancia de peso diaria de cada grupo.

II.4.2.2. ÍNDICES REPRODUCTIVOS

II.4.2.2.1. ÍNDICE COITAL, PREÑEZ Y PARICIÓN. Fueron calculados para determinar la eficiencia reproductiva de ambos grupos que es un factor importante dentro del sistema de producción de leche ya que idealmente se espera que todas las vacas de un rebaño deben parir un ternero al año (Navarro *et al.*, 2006). Se determinó: índice coital, porcentaje de preñez, y porcentaje de parición.

Para encastar las vaquillas se realizó inseminación artificial, con las hembras de ambas razas, realizando una sincronización de celo bajo el protocolo de la Select Reproductive Selections, desarrollado por Select Sires (Anexo II.1). El objetivo de esta práctica es lograr controlar el ciclo estral con el propósito de que las hembras expresen o evidencien estro al mismo tiempo. En las hembras en que no se detectó celo después de este protocolo fueron sometidas a protocolo de inseminación a tiempo fijo, 36 - 42 horas post aplicación segunda dosis de Benzoato de Estradiol. Una vez detectado el celo, se realizó la inseminación de las vaquillas, utilizando el protocolo descrito por Alta Genetics (Alta genetics, 2012) (Anexo II.2). Para determinar el momento de la inseminación se utilizó la regla “am-pm”, que establece que las vacas que muestren celo en la mañana serán inseminadas en la misma tarde y las que muestran celo en la tarde son inseminadas a la mañana siguiente (Select Sires, 2015).

II.4.2.2.1.1 ÍNDICE COITAL. Mide el grado de eficiencia en obtener la preñez de las vacas, determinando la relación entre la cantidad de servicios promedio para obtener una hembra preñada.

Una vez que la totalidad de las vaquillas presentaron preñez, se determinó el índice coital por grupo, utilizando la siguiente relación:

$$\text{Índice Coital} = (\text{N}^\circ \text{ Servicios} / \text{N}^\circ \text{ Vacas Preñadas})$$

El porcentaje de preñez se calculó de acuerdo la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Preñez} = (\text{N}^\circ \text{ Vacas Preñadas} / \text{N}^\circ \text{ Vacas Encastadas}) * 100$$

El porcentaje de parición relaciona número de terneros nacidos con el total de vacas del rebaño, y se determinó con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Parición} = (\text{N}^\circ \text{ Terneros Nacidos} / \text{N}^\circ \text{ Vacas del Rebaño}) * 100$$

II.4.2.2.1.2. FACILIDAD DE PARTO. Se evaluó el proceso del parto, con la finalidad de identificar si se presentan algunas anomalías. Se registró si las vaquillas requieren de asistencia en el proceso. Una vez ocurrido el parto, se observó el sexo y se registró el peso al nacer de cada cría.

II.4.2.2.2. VARIABLES ZOMÉTRICAS

Se evaluaron medidas para realizar la caracterización de cada raza, estas fueron:

II.4.2.2.2.1. FRENTE Y CARA. Corresponde la base ósea los huesos parietales, frontales, nasales y una pequeña porción de los lagrimales, y la mayor parte de los maxilares. Se extiende desde la nuca hasta las ventanas nasales y tiene por límites: nuca, ollares, labios, orejas, ojos y mejillas (Bavera, 2008). El largo de frente fue medido desde la testuz al morro y el ancho de cara se determinó entre los ollares de los ojos. Para estas mediciones se utilizó una forcípula de 60 cm.

II.4.2.2.2.2. ALTURA DE LA CRUZ. Las evaluaciones se realizaron midiendo entre cuello y dorso, tiene como base ósea las apófisis espinosas de las vértebras dorsales hasta la quinta – sexta. (Müller, 1956). Para esta medición se utilizó un pie de metro adosado a la estructura de la báscula donde se pesaron los animales.

II.4.2.2.2.3. ANCHO DE LA GRUPA. La grupa corresponde a la pelvis y tiene por base ósea el sacro y los coxales, recubiertos principalmente por los músculos glúteos. En el interior están los órganos de la reproducción. El ancho de grupa se toma entre las tuberosidades coxales (Bavera, 2008). Para esta medición se utilizó

una forcípula de 60 cm.

II.4.2.2.4. LONGITUD. Medido desde el dorso hasta el anca, donde comienza el empalme de la cola. Estas mediciones fueron tomadas con una huincha flexible de tres metros, en la estructura de la báscula de pesaje. Todas estas mediciones se realizaron utilizando la metodología propuesta por Müller, (1956).

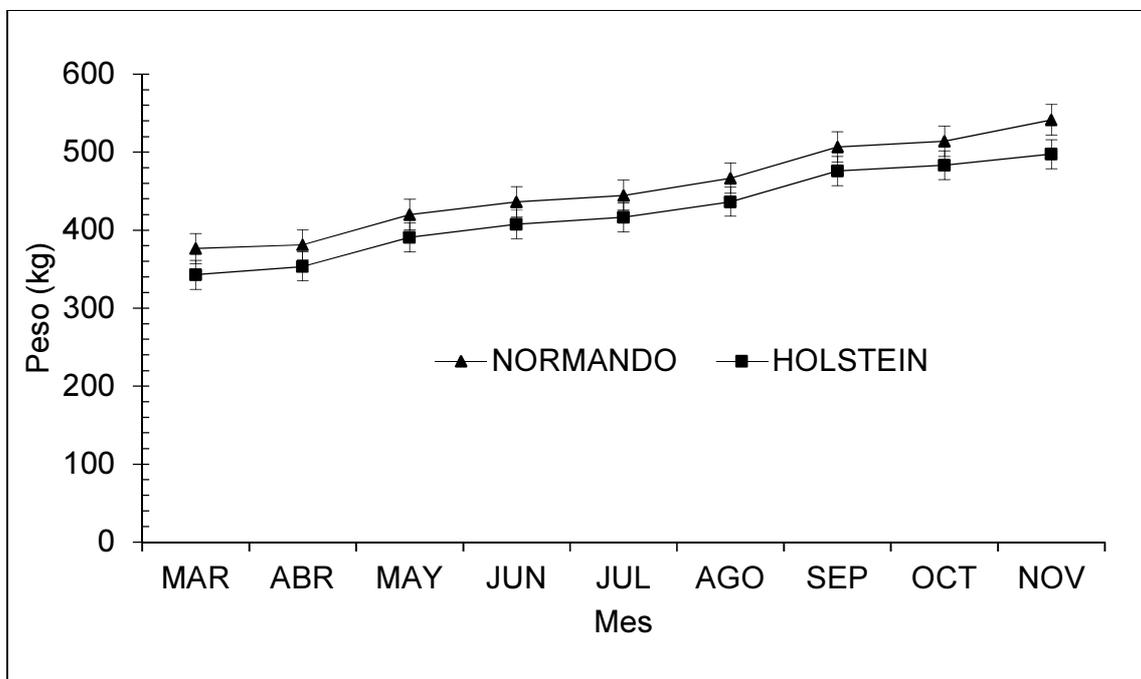
II.5. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DE RAZAS EN ESTUDIO

II.5.1. CRECIMIENTO Y GANANCIA DE PESO

II.5.1.1. REGISTRO DE PESO. Entre la etapa de pre-encaste y parto, el peso promedio fue de 400 kg para la raza Holstein y 433,57 kg para la raza Normando, siendo el peso final obtenido de 541 kg para la raza Normando y 497 kilos para la raza Holstein Friesian. Estos resultados se acercan a los informados por Castle y Watkins (1988) y Phillips (2003), quienes mencionan que el ganado Holstein Friesian debería alcanzar pesos promedios al momento del parto de entre 500 y 520 kg, respectivamente. Para la raza Normando, Troccon *et al.*, (1993), indican que deberían alcanzar un peso al parto entre 499 kg y 579 kg, por tanto los resultados obtenidos de ganancia de peso, coinciden con los descritos por dichos autores; las variaciones mensuales de peso son diferentes entre razas ($P \leq 0,05$), lo que podría estar influido por diferencias significativas obtenidas en los meses de marzo y noviembre (Figura 5).

La diferencia obtenida en mes de marzo, podrían ser atribuibles a la heterogeneidad presentada por el grupo Holstein, en comparación al grupo Normando, al inicio de la investigación. El resultado del análisis de coeficiente de variación, determinó que el valor obtenido por el grupo Normando fue 5,65 y el grupo Holstein 14,43. Al ser coeficientes alejados en términos numéricos, se puede afirmar que al inicio del estudio ambos grupos eran heterogéneos entre sí. En noviembre, esta variación podría estar sujeta a que los animales inseminados en los meses de marzo y abril, se encontraban en el último tercio de gestación, lo que genera un aumento marcado de peso, ya que, el crecimiento de mayor importancia para la cría, ocurre durante el último tercio de gestación (Uribe y Lanuza, 2006).

Figura 5. Registro de pesos (kg), rebaño Holstein y Normando, periodo marzo del 2015 - noviembre de 2015.



II.5.1.2. GANANCIA DE PESO MENSUAL. Los resultados obtenidos indican que no existen diferencias significativas en la ganancia de peso mensual de ambos grupos ($P > 0,05$). Para los análisis de razas, Normando obtuvo una ganancia media de peso de $20,15 \text{ kg mes}^{-1}$, y para el rebaño Holstein una media de $18,78 \text{ kg mes}^{-1}$. Troccon *et al.*, (1997), mencionan que las vaquillas Holstein deberían obtener ganancias de peso mensual entre los $20,1 \text{ kg mes}^{-1}$ y $23,6 \text{ kg mes}^{-1}$. En cuanto las vaquillas Normando deberían obtener $20,7 \text{ kg mes}^{-1}$ y $24,1 \text{ kg mes}^{-1}$ de ganancia de peso mensual, situación que se asemeja a lo obtenido en esta investigación.

II.5.1.3. GANANCIA DE PESO DIARIA. Se puede mencionar que no se observan diferencias significativas entre ambos grupos ($P > 0,05$) (Tabla 15). Castle y Watkins (1988), indican que una vez obtenida la preñez las vaquillas Holstein Friesian podrían obtener ganancias de peso diarias de $0,5 \text{ kg dia}^{-1}$ y este valor podría llegar a los $0,7 \text{ kg dia}^{-1}$, lo que coincide con los resultados obtenidos. Troccon *et al.*, (1993), mencionan que encontrándose ambos grupos bajo las mismas condiciones ambientales, el ganado Normando podría ganar desde el encaste la parto desde $0,5$

kg día⁻¹ hasta 0,8 kg día⁻¹ antes del parto. Esto coincide con lo obtenido por el mismo autor en otra investigación (Trocon *et al.*, 1997), donde menciona que dicho valor es 0,664 kg día⁻¹. Se debe considerar que ambas razas fueron alimentadas con la misma ración invernal en estabulación y que esta cumplía con los requerimientos de vaquillas en crecimiento de 400 kg, con ganancias de peso diario de 0,600 kg día⁻¹. (Anexo II.3). Este resultado podría demostrar la mayor rusticidad del ganado Normando, por sobre el Holstein Friesian.

Tabla 15. Ganancia de peso diaria promedio obtenida de rebaño Normando y Holstein Friesian durante el periodo de investigación

Raza	Promedio ganancia de peso diaria (kg día ⁻¹)
Normando	0,620
Holstein Friesian	0,590

II.5.2. INDICADORES REPRODUCTIVOS

II.5.2.1. PORCENTAJE DE PARICIÓN. Según los resultados obtenidos, ambos grupos presentarían bajos porcentajes de parición. Bavera, (2005) indica que el porcentaje de parición de vacas, se considera normal en el rango de 86,7 % y 94,5 % y que este valor va a depender del peso de encaste de las vaquillas. Para esta investigación, el peso de encaste de las vaquillas fue en promedio 320 – 260 kg, el que es considerado adecuado por Catrileo (2005) y Broster y Swan (1983) por tanto este factor no sería el determinante. Se debe considerar que en vaquillas se puede esperar un menor porcentaje de parición, debido a factores esperables como esterilidad y abortos (Salisbury, *et al.*, 1964). Para el grupo Normando, este índice fue afectado debido a que se presentaron abortos y presencia de vaquillas con problemas reproductivos, generando un menor número de terneros nacidos. En el caso del rebaño Holstein este valor se pudo ver afectado por un problema de preñez ya que un 85,7 % de las vaquillas inseminadas en el mes de Junio no obtuvieron preñez en la palpación realizada en Septiembre. Este resultado podría estar afectado por los factores anteriormente descritos (Tabla 16).

Tabla 16. Indicadores reproductivos, obtenidos de rebaño Normando y Holstein Friesian.

Indicador	Normando	Holstein
Índice coital	1,9	2,0
Porcentaje preñez (%)	88	63
Porcentaje parición (%)	81	56
Días gestación	Días	270

II.5.2.2. GESTACIÓN. Los días de gestación presentada por el total del rebaño se asemejan a lo indicado por Neumann (1989), quien informa que el periodo de gestación de las vacas va desde 280 a 290 días. El resultado obtenido en la gestación de las vaquillas fue de 278 días para el rebaño Normando y 270 días el rebaño Holstein Friesian (Tabla 16).

II.5.2.3. ÍNDICE COITAL. El rebaño Normando requirió de 1,9 servicios de inseminación por preñez, inferior al rebaño Holstein Friesian quien presentó dos inseminaciones por preñez. Uribe y Lanuza (2006), mencionan que para las vacas inseminadas el índice coital ideal es de 1,5. González-Stagnaro y Soto (2005), mencionan que un índice coital de 1,5 es excelente, si este está entre 1,5 y 1,8 es bueno y si el valor es mayor a dos, es cuestionable. Troccon *et al.* (1993), mencionan que el índice coital promedio del rebaño Normando es 1,6 y el rebaño Holstein Friesian 1,9. Si bien los resultados obtenidos se acercan a los esperados, los altos índices coitales obtenidos podrían estar determinados por problemas en la detección de celo e inseminación (Tabla 16).

II.5.2.4. PORCENTAJE DE PREÑEZ. El resultado de este indicador se ve afectado por diversos factores, siendo uno de ellos es la edad de las vacas. Olds (1964) menciona que es difícil determinar con exactitud la variación que genera el factor edad por si solo en la fertilidad del rebaño, pero sí que la fertilidad de las vaquillas aumenta ligeramente después de la primera o segunda gestación. Neumann (1989), en tanto indica que con uso de inseminación artificial, los valores óptimos de preñez

a obtener en vacas son cercanos al 85 %, pero son considerados normales entre un 50 % y 60 %. Según los resultados obtenidos para el grupo Normando podría considerarse un porcentaje de preñez adecuado (Tabla 16), contrariamente a los resultados obtenidos del grupo Holstein Friesian, el cual lo dejaría bajo el rango considerado normal. La Tabla 17 indica los coeficientes de variación obtenidos, y los pesos límites obtenidos, para ambos grupos durante el periodo de investigación. Esta variación en los pesos obtenidos, podría explicar el bajo porcentaje de preñez obtenido por el grupo Holstein, ya que siempre fue de menor homogeneidad presentando vaquillas de bajos pesos y altos pesos al momento del encaste.

Tabla 17. Medidas de resumen obtenidas de ambos grupos durante el periodo de investigación.

Grupo	Variable	Media	D.E.	CV	Mín.	Max.
Holstein	Peso (kg)	400,01	85,65	21,41	219	600
Normando	Peso (kg)	433,57	70,46	16,25	293	594

D.E: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, Mín: Peso mínimo, Max: Peso máximo.

Otro factor que pudo determinar el porcentaje de preñez fue la detección de celos; Sturman *et al.*, (2000), mencionan que es el principal factor que afecta la reproducción. Sepúlveda y Rodero (2003), mencionan que desde el 21 % al 28 % de las inseminaciones se realizan cuando las hembras no se encuentran en estro. Asociado a esto se puede mencionar que otro factor determinante en el éxito de la reproducción de hembras bovinas, es el manejo. Giraldo (2007), indica que este factor influye en la fertilidad del rebaño ya que la mayoría de las personas encargadas en la detección de celos no se encuentran entrenadas o tienen problemas para evidenciar los signos del celo. Finalmente, un factor que pudo afectar el porcentaje de preñez del rebaño Holstein, es el determinado por las ganancias de peso bajas durante el periodo de inseminación. Phillips (2003), indica que es la principal razón de obtener bajas tasas de concepción, por tanto, el resultado obtenido podría estar influido a la época del año en que se realizó el encaste de las vaquillas. Esto coincide con lo mencionado por Olds (1964), que indica el orden de las estaciones del año en sentido de mayor a menor fertilidad es, primavera, otoño, invierno y verano. En este periodo las vaquillas ganaron en

promedio entre 0,3 – 0,34 kg día⁻¹. En términos generales se puede atribuir estos resultados a la mayor rusticidad que presenta la raza Normando por sobre Holstein Friesian, ya que, estando ambas razas bajo las mismas condiciones ambientales, alimentación y manejo, la raza Normando en el análisis de razas, presentó mayor porcentaje de preñez. Villa (2010), explica el concepto de rusticidad en un animal al conjunto de características heredables que le permiten superar variables adversas del medio ambiente, tales como capacidad de amortiguar situación de déficit nutricional, adaptación a variables del clima, adaptación a accidentes topográficos y resistencia a enfermedades infecciosas y parasitarias sin disminuir su capacidad productiva.

II.5.2.5. FACILIDAD DE PARTO Y TIPO DE CRÍA. Neumann (1989), define como distocia a los casos en que el parto ha sido prolongado y difícil, y que existe cuando la hembra requiere ayuda en el parto. Considerando como normal ausencia de distocia en alrededor del 70 a 95 % de los partos. Los resultados obtenidos indican que el rebaño Normando no presenta distocias al momento del parto, sin embargo, el ganado Holstein Friesian, presentó 56 %, sobrepasando el límite indicado para partos normales (Tabla 18). Según Neumann (1989), existen diversos factores a los que se les puede atribuir un alto porcentaje de partos distócicos, como el tamaño del ternero, el tamaño de la vaca, edad y raza.

Grunert y Ebert (1999), mencionan que las características de la pelvis representan el 50 % de las causas de presencia de partos distócicos en vaquillas de primer parto. Sin embargo, este factor disminuye en importancia cuando las vaquillas son encastadas en su primer servicio con 16 a 18 meses de edad. McDonald *et al.*, (1993), indican que los partos distócicos son más frecuentes en vaquillas de primer parto, además que las vaquillas del ganado Holstein pueden llegar a presentar un 66,5 % de los partos distócicos. En cuanto al ganado Normando, Góngora (2006), indica que el ancho a nivel de las articulaciones coxofemorales y la ligera inclinación del anca, confiere a las vacas Normando la facilidad suficiente para parir sin intervención de terceros. Un factor importante a considerar es el ancho de grupa, ya que este tiene una relación directa con la

facilidad de parto, y que según las mediciones realizadas en esta investigación, se demuestra que las vaquillas de la raza Normando, obtuvieron en promedio 3 cm más que las Holstein Friesian. También es importante considerar el peso de nacimiento de las crías, ya que en esta investigación se realizaron cruzamientos a ambas razas de vaquillas con padres de la raza Normando, obteniendo así, terneros puros Normando, Normando x Holstein Friesian, cuyos pesos promedios al nacimiento fueron $35,6 \pm 3,89$ kilos para el grupo Normando y $39,1 \pm 4,49$ kilos para el grupo Holstein Friesian. Por tanto, el tamaño de los terneros nacidos de las madres Holstein, fue superior, pudiendo afectar el desarrollo de un parto normal.

Tabla 18. Facilidad de parto, sexo crías y pesos al nacimiento obtenida de rebaño en investigación.

Indicador	Normando (%)	Holstein (%)
Facilidad de parto		
Distócico	0	56
Normal	100	44
Sexo cría		
Macho	30	67
Hembra	70	33
Peso nacimiento (kg)	$35,6 \pm 3,89$	$39,1 \pm 4,49$

Finalmente un factor que pudo afectar la presencia de partos distócicos en el grupo Holstein Friesian es el peso al parto de las vaquillas, el cual según los registros obtenidos en esta investigación fue de 497 kg para el grupo Holstein Friesian en relación a lo obtenido por el grupo Normando que alcanzaron en promedio 541 kg.

II.5.3. MEDIDAS ZOOMÉTRICAS

II.5.3.1. ALTURA A LA CRUZ. Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre ambas razas ($P > 0,05$) (Tabla 19). Para la raza Normando, Müller (1956), indica que la altura a la cruz debe estar entre 1,20 y 1,45 m. Lo que se asemeja a lo descrito por Inchausti y Tagle (1951), quien menciona que debe

estar entre 1,35 y 1,45 m. Estos valores coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación para la raza Normando. Müller, (1956) indica que la raza Holstein Friesian debe estar entre los 1,28 y 1,45 m, coincidente con lo descrito por Inchausti y Tagle (1951), quien menciona que la altura debe estar entre los 1,30 y 1,42 m, al igual que Cequeria *et al.* (2013) quienes mencionan que la altura a la cruz esperada para vaquillas de primer parto ha de estar entre 1,24 y 1,54 m. Resultados que coinciden con los obtenidos en esta investigación.

Tabla 19. Longitud, ancho de grupa y altura a la cruz, obtenida durante el periodo de estudio para ambas razas.

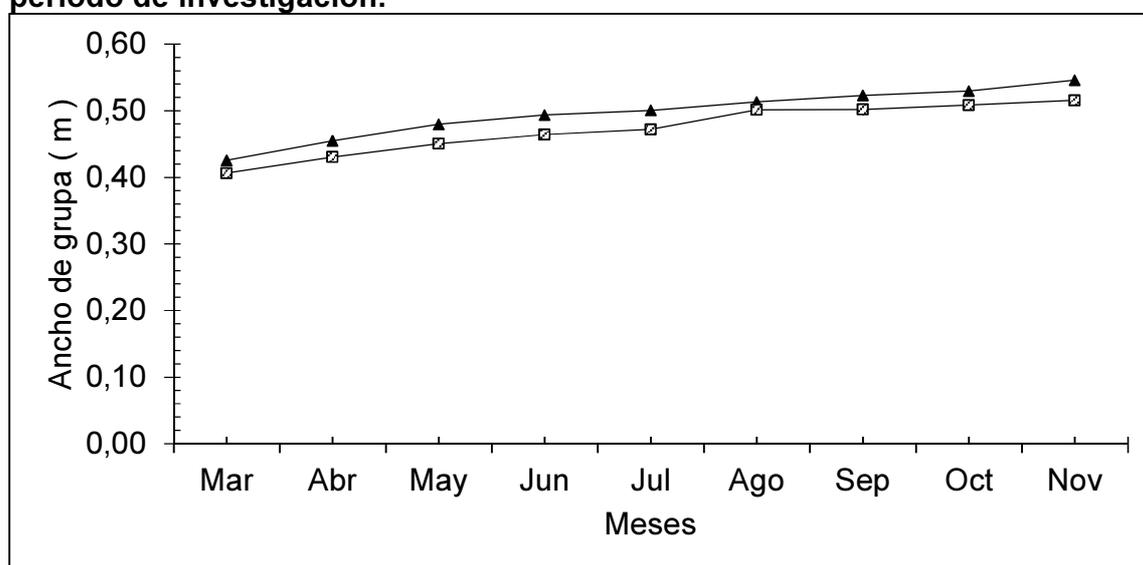
Medida	Normando (m)	Holstein (m)
Altura a la cruz	1,34 ± 0,04	1,34 ± 0,05
Longitud	1,28 ± 0,07	1,25 ± 0,09
Ancho de Grupa	0,50 ± 0,04	0,47 ± 0,05

II.5.3.2. LONGITUD. Se obtuvieron diferencias significativas entre ambas razas ($P \leq 0,05$), obteniendo la raza Normando, 3 cm más de longitud respecto a Holstein Friesian (Tabla 19). Müller (1956), Indica que la longitud esperada para el ganado Holstein Friesian está entre 1,5 y 1,7 m, similar a lo descrito por French *et al.* (1968), quienes mencionan que la longitud de vacas adultas podría llegar a 1,52 m. Es importante mencionar que las vaquillas Holstein Friesian utilizadas en esta investigación son resultado de cruzamientos realizados con Holstein Neozelandés, lo que implica una disminución de tamaño de los animales utilizados.

II.5.3.3. ANCHO DE GRUPA. Se obtuvieron diferencias significativas entre ambas razas ($P \leq 0,05$) (Tabla 19, Figura 6), donde la raza Normando obtuvo 3 cm más de ancho en comparación a la raza Holstein Friesian. En el análisis de raza, los resultados obtenidos por la raza Normando, coinciden con las descritas por French *et al.* (1968), quien indica que entre su primer y segundo año de edad debe estar entre los 45 cm a 55 cm. Para el análisis de la raza Holstein Friesian, French *et al.* (1968), menciona que el ancho de grupa debe ser de entre 54 – 58 cm, esto no coincide con los resultados obtenidos, esto podría estar definido por la edad de las

vaquillas, ya que este valor se espera en vacas adultas. Cequeira, *et al.* (2013), menciona que el ancho de grupa para vaquillas de primer parto Holstein Friesian, puede medir entre 41 cm y 66 cm como máximo, Coincidente con los resultados obtenidos. Este resultado es determinante en el manejo de un rebaño Bovino ya que la raza Normando al presentar 3 cm más de ancho de grupa, implica tener mayor facilidad de parto en comparación al ganado Holstein Friesian, esto sumado al menor tamaño de las crías obtenidas del grupo Normando, confieren a la raza una ventaja en términos de rusticidad por sobre el ganado Holstein Friesian

Figura 6. Ancho de grupa de rebaño Normando y Holstein Friesian durante el periodo de investigación.



II.5.3.4. LARGO DE CARA Y ANCHO DE FRENTE. Según los análisis de largo de cara, no existen diferencias significativas entre ambas razas ($P > 0,05$) (Tabla 20). Cequeira *et al.* (2013), indican que el largo de cara esperado para vaquillas de primer parto está entre 46 y 58 cm. Estos valores son similares a los obtenidos en esta investigación. No así, los resultados obtenidos en ancho de frente los cuales indican que existen diferencias significativas entre ambas razas ($P \leq 0,05$), la variación es de 1 cm entre las razas Normando y Holstein Friesian. El mismo autor determinó que el ancho de frente esperado en vaquillas Holstein Friesian debe estar entre los 17 y 25 cm, lo que coincide con los resultados obtenidos.

Tabla 20. Medidas de largo de cara y ancho de frente, obtenidas por ambas razas, durante el periodo de investigación.

Medidas	Normando	Holstein (cm)
	(cm)	
Largo cara	0,43	0,44
Ancho frente	0,23	0,22

Para el análisis de raza el grupo Normando obtuvo una cara levemente más ancha y corta, que el grupo Holstein Friesian las cuales tendrían una cara levemente más larga y menos ancha. Estos resultados coinciden con los descritos por Leroy (1973), Müller (1956), Inchausti y Tagle (1951), en la descripción y caracterización de ganados tipo Lechero y doble propósito.

II.6. CONCLUSIONES DEL CAPITULO II

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir:

- 4.- Entre el periodo de pre encaste y primer parto, la raza Normando y Holstein Friesian presentaron igual potencial de crecimiento, no así en los resultados obtenidos en índices reproductivo, donde la raza Normando demostró una ventaja por sobre la raza Holstein Friesian.
- 5.- De acuerdo a las medidas zoométricas, ambas razas cumplirían con la descripción del tipo lechero y doble propósito descrito por autores.

II.7 BIBLIOGRAFIA

1. Agacino, R. 2015. Medio ambiente, informe anual 2014. INE. Santiago, Chile.
2. Alta Genetics. 2012. Manual de inseminación artificial [en línea]. Alta Genetics, México. <http://web.altagenetics.com/mexico/DairyBasics/Details/567_Manual-de-Inseminacion-Artificial.html>. [Consulta: 25 marzo 2015].
3. Apey, A., A. Gumucio, B. Tapia, J. Ramirez y E. Polit. 2009. Variaciones en el uso del suelo agropecuario y forestal chileno: comparación de los censos agropecuarios de 1976, 1997, 2007. Agricultura en Cifras N°1. ODEPA. Santiago, Chile.

4. ASONORMANDO (Colombia). 2015. Nuestra raza [en línea]. Asociación de Criadores de Ganado Normando, Colombia. <<http://www.asonormando.com/menuSup.php?id=19>>. [Consulta: 29 mayo 2015].
5. Bavera, G.A. 2005. Primer entore [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/17-primer_entore.pdf>. [Consulta: 08 septiembre 2015].
6. Bavera, G.A. 2008. Regiones del exterior del bovino [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/exterior/01-regiones_del_exterior_del_bovino.pdf>. [Consulta: 29 mayo 2015].
7. Bavera G. A. 2009a. Biotipos bovinos. Cursos de producción bovina de carne. FAV UNRC. Argentina.
8. Bavera, G.A. 2009b. Biotipos bovinos [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/06-biotipos_carne_%20leche_y_trabajo.pdf>. [Consulta: 29 mayo 2015].
9. Broster, W.H. y H. Swan. 1983. Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción. A.G.T. Editor. México D.F., México.
10. Camiruaga, M., C. Claire, P. Hirsh, C.Garcia-Huidobro, A. Hernández, M. Olivares, C. Valle, A. Guzmán y C. Menéndez. 201? Razas bovinas de leche y sus características [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Chile. <http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/mamif/siii8.htm>. [Consulta: 28 mayo 2015].
11. Castle, M.E. y P. Watkins.1988. Producción de leche moderna: principios y aplicaciones para estudiantes y ganaderos. Acribia. Zaragoza, España.
12. Catrileo, A. 2005. Producción y manejo de carne bovina en Chile. Colección Libros INIA N°16. INIA Carillanca. Temuco, Chile.
13. González-Stagnaro, C. y E. Soto. 2005. Manual de ganadería doble propósito, índices reproductivos. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela.
14. Holstein Association USA. 2012. Facts about Holstein cattle [en línea]. Holstein Association USA. <http://www.holsteinusa.com/pdf/fact_sheet_cattle.pdf>. [Consulta: 28 mayo 2015].

15. Inchausti, D. y E.C. Tagle. 1951. Bovinotecnia: exterior y razas. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
16. Müller, R. 1956. Bovinotecnia argentina. Ediciones Agro. Buenos Aires. Argentina.
17. Müller, R. 1956. Bovinotecnia argentina. Ediciones Agro. Buenos Aires. Argentina.
18. Navarro, H. 2006. Antecedentes da la producción de leche en el sur de Chile. pp: 7-16. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
19. Neumann, A.L. 1989. Ganado vacuno para producción de carne. Limusa. México D.F., México.
20. North American Normande Association. 201? Normande cattle-The high value, all-purpose breed [en línea]. North American Normande Association. <<http://www.normandeassociation.com/normande-breed.html>>. [Consulta: 24 octubre 2015].
21. ODEPA (Chile). 201? Leche y derivados [en línea].Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Chile. <<http://www.odepa.cl/rubro/leche-y-derivados>>. [Consulta: 25 mayo 2015].
22. Olds, D. 1964. Causas hereditarias, anatómicas y patológicas de la disminución de la eficiencia reproductiva. pp: 641-705. En: W.G. Salisbury, N.L. VanDemark y J.R. Lodge (Eds.). Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. Acribia. Zaragoza, España.
23. Phillips, C.J.C. 2003. Principios de reproducción bovina. Acribia. Zaragoza, España.
24. Pozo, A. del, I. Matus, M.D. Serret and J.L. Araus. 2013. Agronomic and physiological traits associated with breeding advances of wheat under high-productive Mediterranean conditions. The case of Chile. Environ. Exp. Bot. 103: 180-189.
25. Salisbury, G.W., N.L. VanDemark y J.R. Lodge. 1964. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos. Acribia. Zaragoza, España.
26. Select Sires. 2015. Detección de celos y tiempo de inseminación [en línea]. Select Sires Inc, USA.

- <http://www.selectsires.com/programs/images/Brochures/pdf/HeatDetectionAndTimingofAI_Spanish_Web.pdf?version=20161206>. [Consulta: 03 marzo 2016].
27. Sturman, H., E.A.B. Oltenacu and R.H. Foote. 2000. Importance of insemination only cows in estrus. *Theriogenology* 53(8): 1657-1667.
 28. Troccon, J.L., A. Muller, J.R. Peccatte et M. Fargetton. 1997. Effet du niveau d'alimentation énergétique de génisses laitières de races Holstein et Normande jusqu'à l'âge de 14 mois sur les performances durant les périodes d'élevage et de lactation. *Ann. Zootech.* 46(1): 27-41.
 29. Troccon, J.L., E. Daburon, Y. Gallard et A. Muller. 1993. Système d'élevage des génisses laitières. Comparaison des races Holstein et Normande. *INRA Prod. Anim.* 6(4): 277-288.
 30. Uribe, H. y F. Lanuza. 2006. Reproducción. pp: 97-108. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
 31. Velis, H. 2008. Agricultura familiar campesina: lecherías, estudio zona sur, 2006-2007. INE. INDAP. Santiago, Chile.
 32. Sepúlveda, N. y E. Rodero. 2003. Comportamiento sexual durante el estro de vacas lecheras. *Interciencia* 28(9): 500-503.
 33. Giraldo, J.J. 2007. Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista Lasallista Investigación* 4(1): 51-57.
 34. Villa, C.E. 2010. El concepto de rusticidad [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_en_general/15-rusticidad.pdf>. [Consulta: 09 enero 2015].
 35. Grunert, E. y J.J. Ebert. 1999. Obstetricia del bovino. (2a. ed.). Impreso Grafhika Copy Center. Santiago, Chile.
 36. McDonald, P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1993. Nutrición animal. (4a. ed.). Acribia. Zaragoza, España.
 37. Góngora, J.F. 2006. Evaluación del comportamiento productivo, reproductivo y composición de la leche de vacas Normando puras y en diferentes porcentajes de sangre en la Finca de Chuguaca, Municipio de San Francisco. Trabajo de grado, Zootecnista. Universidad de La Salle, Facultad de Zootecnia. Bogotá, Colombia.

38. Cequeira, J.O.L., J.P.P. Araújo, P.S. Vaz, J. Cantapiedra, I. Blanco-Penedo and J.J.R. Niza-Ribeiro. 2013. Relationship between zoometric measurements in Holstein-Friesian cow cubicle size in dairy farms. *Int. J. Morphol.* 31(1): 55-63.
39. French, M.H., I. Johansson, N.R. Joshi y E.A. McLaughlin. 1968. Razas europeas de ganado bovino. Volumen 1. FAO: Estudios Agropecuarios N°67. FAO, Roma, Italia.
40. Leroy, A.-M. 1973. La vaca lechera. Ediciones Gea. Barcelona, España.

CAPITULO III
PRODUCCIÓN DE PURINES. CARACTERIZACIÓN DE PURINES Y DIETAS EN SISTEMAS
PRODUCTIVOS LECHEROS DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE

III.1. PREAMBULO.

Navarro (2001), caracteriza los tres modelos de producción de leche en Chile, describiendo el modelo intensivo que usa raciones con alto nivel de concentrados bajo estabulación, logrando altas producciones por animal, en tanto el modelo extensivo, basado en la alimentación con praderas y bajo uso de concentrados, logrando una mayor producción por hectárea y menor producción por animal. Existe además un tercer sistema intermedio, el cual relaciona ambos sistemas, con el uso de praderas y concentrados.

Según estadísticas de FAO (2014), son 280 países productores de leche, con un total de 740 millones de toneladas año⁻¹. Son 20 países que cubren el 73 % de la producción mundial, encabezado por India, Estados Unidos, China, Rusia y Brasil. En Chile, la industria láctea se divide en dos segmentos; la industria láctea mayor, corresponde a aquellas industrias cuyos antecedentes productivos se recopilan mensualmente por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), denominándose así, debido a que se encuentran en este segmento las empresas procesadoras de mayores volúmenes de leche, y la industria láctea menor, referida a aquellas industrias cuyos antecedentes productivos son recopilados trimestralmente por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), y sus niveles de procesamiento y productivos son inferiores a la industria mayor (Neumann y Araya, 2011).

III.2. ANTECEDENTES.

Parga y Lanuza (2006), indican que los requerimientos de nutrientes deben ser aportados por los alimentos, según el estado fisiológico en el que se encuentren los animales y su nivel de producción. FAO (2014), menciona que los carbohidratos son la principal fuente de energía y los compuestos principales de grasa y azúcar en la leche de la vaca. En cuanto a las praderas, Lanuza (2006), afirma que son la principal fuente de alimentación, y el manejo de ésta, tiene una importante influencia en su rendimiento y persistencia, afectando en consecuencia su capacidad sustentadora.

Se le denomina purín, a la mezcla de fecas, orina, aguas lluvia, aguas sucias de lavado y restos de alimentos provenientes de patios de alimentación o

galpones donde los animales son mantenidos (Dumont, 2006). Un estudio realizado por Salazar (2003) en predios de la Región de los Lagos Chile, menciona que el 46 % del volumen de los efluentes corresponden a las aguas lluvias durante el periodo otoño - invierno, el 29 % a aguas de lavado, y solo un 25 % a fecas y orina. Pedraza (2002), en la zona sur, menciona que una vaca lechera, genera entre 40 y 60 kilos de estiércol fresco por día, sumándole a esto el agua de lavado en una relación 1 : 1, totalizando entre 80 a 120 kilos de purín diarios por animal. Los purines se pueden considerar, una fuente de nutrientes para la fertilización del suelo (nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K)), además de micro elementos (Hirzel y Walter, 2008). Demanet *et al.* (1999), mencionan que la composición de los purines varía y va a depender de factores como el estado fenológico del forraje utilizado por los animales, el tipo de alimentación y la estación del año, también va a depender de las características y manejo del pozo, además de la pluviometría de la zona. Con respecto al manejo del pozo, Moral *et al.* (2005), mencionan que las características fisicoquímicas y microbiológicas de los purines que son almacenados en tanques abiertos, son afectadas. Snijders *et al.* (2009), afirman que la aplicación de purines por los pequeños agricultores al campo, es su principal fuente de nutrientes, debido a que usan limitadas cantidades de fertilizantes comerciales. El objetivo de esta investigación, fue describir y evaluar las características del manejo de pozos purineros y dieta de los animales en los sistemas productivos lecheros de la Provincia de Ñuble, Región del Biobío, Chile.

III.3. OBJETIVOS

El objetivo principal de la investigación en esta sección es describir, determinar y evaluar las características de la dieta entregada en los sistemas productivos analizados y el manejo de pozos purineros existentes en cada explotación agrícola lechera.

III.4. METODOLOGIA

Se analizó información generada desde una encuesta respondida por 44 productores lecheros pertenecientes a la Provincia de Ñuble, Región del Biobío, la cual consta con información relacionada a la generación de purines, además de describir tres estratos según los niveles productivos: Estrato I producen menos de 300.000 L año⁻¹, Estrato II producen 300.001 a 1.000.000 L año⁻¹ y Estrato III producen más de 1.000.000 L año⁻¹. Se visitaron 71 lecherías de la Provincia de Ñuble pertenecientes a la Asociación de Productores Lecheros de Ñuble, APROLECHE, con la finalidad de obtener muestras de alimento de los animales estabulados y de los pozos acumuladores de purines. Además, se elaboró un mapa de cada lechería con la ubicación de los pozos purineros.

III.4.1. ENCUESTA

Según la encuesta realizada, 1,9 % de los productores pertenecientes a APROLECHE respondió la encuesta (44 productores), de los cuales el 45,5 % de ellos, tienen un pozo purinero. De la encuesta analizada, se obtuvo información detallada de cada productor, como el nivel de producción de leche, recolección e incorporación de purines, formas de aplicación, época y frecuencia de aplicación, frecuencia de homogeneización, material del pozo purinero, y además, información relacionada a la ración de alimentación, como el uso de concentrado, el tipo de concentrado, y manejo en general de cada predio.

III.4.2. MAPA

Con un sistema de posicionamiento global, se tomó el punto cardinal situándose en el lugar de cada lechería. Posteriormente, los datos fueron descargados al programa ArcMap 10.1, para su procesamiento y elaboración.

III.4.3. MUESTRAS DE PURINES

Se obtuvo información de los agricultores que tenían pozo purinero desde la encuesta, la cual menciona que son 20 productores que tienen uno. Para caracterizar los purines, se tomaron muestras desde los pozos purineros. Para esto, se usó la metodología desarrollada por Salazar (2012), la cual establece pasos

para la toma de muestras representativas. Se recorrió el pozo purinero y se ubicaron cuatro puntos seguros para la extracción de cuatro sub muestras. Con ayuda de un agitador, se mezcló el contenido del pozo para homogeneizarlo y con una pértiga con un vaso en su extremo, se alcanzó el centro del pozo y se tomó una sub muestra de cada punto, para luego ser llevada a un balde limpio, de esta manera se procedió a homogeneizar nuevamente. Se vació el contenido en un envase plástico hermético y limpio, hasta 5 cm más abajo del borde, se identificó con los datos del productor y un código asignado a cada uno de ellos. Se guardó la muestra en un lugar fresco y seco hasta el momento de análisis, el que debió ser menor a 24 horas, en caso contrario se refrigeró a una temperatura menor a 4,0 °C. Las muestras de purines se enviaron al Laboratorio de Análisis perteneciente a la empresa IRRIFER, ubicada en Chillán, Chile. Se realizó análisis de materia seca (MS), pH, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), boro (B) y conductividad eléctrica (CE), para conocer el contenido de macro y micronutrientes de las muestras.

III.4.4.MUESTRAS DE ALIMENTOS

Se tomó una muestra de las dietas de las vacas lecheras desde los comederos de cada uno de los productores que tienen pozos purineros y donde los animales se encontraban estabulados. Se recorrieron los comederos para observar cualquier tipo de desperfecto que pudiera alterar la homogeneidad del análisis. Una vez ubicado el lugar, se procedió a revolver el contenido, tomando una muestra de 500 g del centro de éste, para cerciorarse que el alimento estuviese homogeneizado. Se guardó en una bolsa hermética rotulada con los datos del productor y un código asignado a éste, para llevarla al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, en el caso que la muestra no fuese analizada inmediatamente, se refrigeró a una temperatura menor a 4,0 °C hasta el momento de su análisis. Se realizó análisis de materia seca liofilizada (MSL), cenizas totales (CT), proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), energía metabolizable

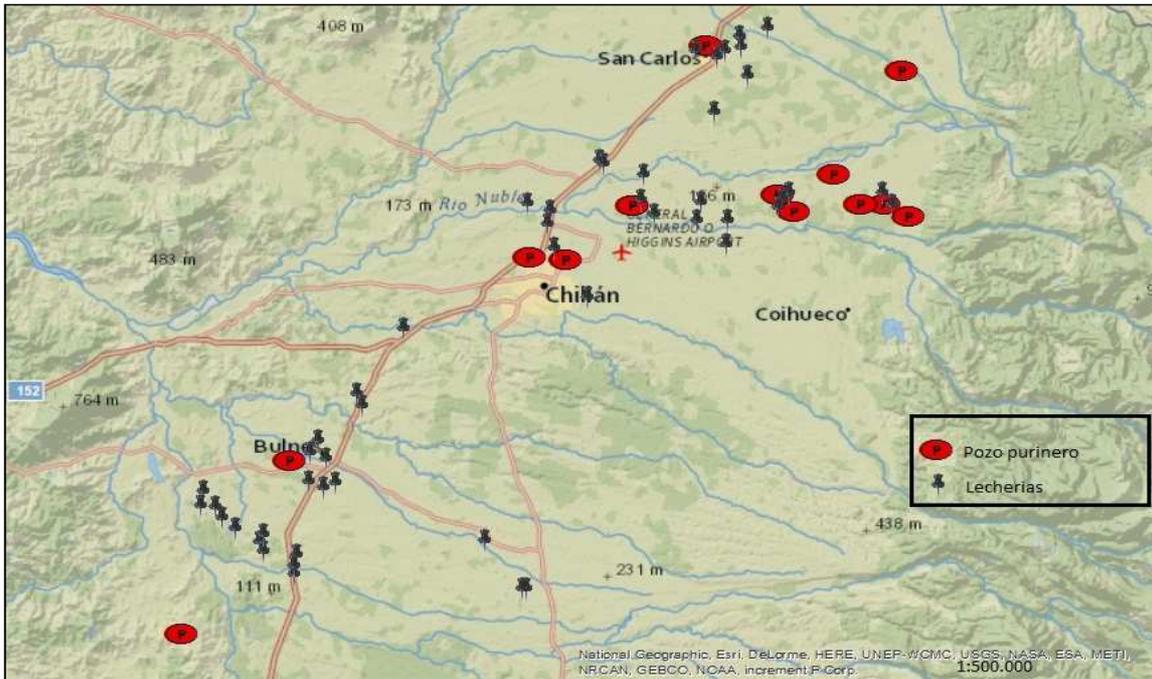
(EM), calcio (Ca) y fósforo (P).

III.5. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DE PURINES

III.5.1. UBICACIÓN DE POZOS PURINEROS ACTIVOS Y LECHERÍAS DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE

Según las visitas a terreno realizadas en este estudio, se observaron cinco nuevos pozos purineros que pertenecían a productores que no habían respondido la encuesta, por lo que, se procedió a incluirlos y solicitarles información sobre el ítem de purines de la encuesta en terreno. Según datos actuales de la encuesta y las visitas a terreno, un 32,6 % de los productores lecheros de Ñuble poseen pozo purinero activo (6 productores del Estrato I, 5 en el Estrato II y 5 en el Estrato III) y solo un 6 % de ellos, utiliza solamente recursos forrajeros, sin incluir concentrados en la dieta. Se observa en la Figura 7 la ubicación de las lecherías con sus respectivos pozos purineros, concentrándose éstos, entre las zonas de Chillán y Coihueco.

Figura 7. Mapa de ubicación de lecherías y pozos purineros en la Provincia de Ñuble.



Arcmap 10.1

III.5.2. PURINES

Más del 60 % de los productores que tienen pozo purinero recolectan purines del patio de alimentación y lo incorporan a las praderas, independiente del estrato en el que se encuentren, y valores cercanos a un 40 % de los agricultores que no los usa. (Tabla 21).

Tabla 21. Recolección de purines en patios de alimentación e incorporación de éstos a las praderas de productores en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).

Recolección e incorporación	Estrato I (%)	Estrato II (%)	Estrato III (%)
Recolecta y aplica	67	80	60
Recolecta y no aplica	33	20	40

Esto concuerda con lo obtenido por Contreras y Vilches (2007), quienes mencionan que la aplicación de purines es una práctica habitual en predios

ganaderos, pero estas tareas son realizadas sin control. En cambio, los predios que no tienen la posibilidad de aplicar purines al suelo, tienen el inconveniente de eliminar estos residuos, optando por algún tipo de tratamiento previo a su descarga a cauces de aguas, debiendo cumplir la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (D.S. N°90 / 2000) o la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas (D.S. N°46 / 2003). Se destaca el porcentaje de agricultores del Estrato III que recolecta, pero no incorpora purines, considerando que este estrato tiene la mayor producción, por lo tanto, se podría inferir que optan por otros métodos de utilización de purines, tales como biodigestores, lombricultura, entre otros.

III.5.3. FORMA DE APLICACIÓN

Dentro de las tecnologías usadas para la aplicación de purines a praderas, el carro de arrastre y estanque es preferido por más del 40 % de los productores del Estrato II y III, en cambio, la bomba con aspersor es preferido por aproximadamente un 20 % de los productores de la Provincia de Ñuble (Tabla 22). Cabe destacar, que el 50 % de los productores del Estrato I no responde éste ítem. Esto podría explicarse, porque no poseen ninguna de estas tecnologías debido al costo que implica. Salazar (2005), menciona que existen dos formas de aplicación de purines: aplicación en superficie sin incorporación (cobertura) y en superficie incorporándolos al suelo, lo que implica la destrucción de la pradera, por lo tanto una opción menos recurrente. Esta última forma, es mencionada por Mangado *et al.* (2009), afirmando que las pérdidas por volatilización, alcanzan hasta un 85 %, y pueden evitarse con el laboreo inmediato del suelo luego de su aplicación, siendo una manera efectiva de evitar una pérdida de nutrientes. Llop *et al.* (2010), mencionan que para minimizar los problemas de contaminación, es fundamental una correcta aplicación de purines, lo cual se logra teniendo conocimiento del contenido nutricional del purín, del manejo de los equipos de aplicación y su regulación. En el caso de los agricultores de la Provincia de Ñuble,

ninguno de ellos posee carros de inyección de purín al suelo, lo que implica mayor uso del sistema de cobertura, reflejando pérdidas de nutrientes al momento de la aplicación. Por lo tanto, según la literatura mencionada y en relación a la realidad de los productores de la Provincia de Ñuble, aplicaciones de purines con una posterior incorporación al suelo, para minimizar las pérdidas por volatilización, y aplicar en la época y en la cantidad adecuada según las características del suelo y condiciones climáticas, es el método más eficaz.

Tabla 22. Métodos de incorporación de purines a las praderas que utilizan los productores en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).

Método de aplicación	Estrato I (%)	Estrato II (%)	Estrato III (%)
Carro de arrastre y estanque	33	60	40
Bomba y aspersor	17	20	20
No responde	50	20	40

III.5.4. ÉPOCA DE APLICACIÓN

Bernier y Undurraga (2006), recomiendan dos épocas de fertilización, la primera a comienzos de otoño con el objeto de estimular el crecimiento de la planta a la salida del periodo estival, y la otra aplicación, a fines de invierno o comienzos de primavera cuando la planta comienza a salir de su estado de dormancia. Mangado *et al.* (2009), aluden a que la eficiencia fertilizante del N total de purines de bovinos de leche en praderas, alcanza el 82 % en aplicaciones de finales de invierno, y un 35 % en aplicaciones de mediados de primavera; agregan que, en las aplicaciones de fines de invierno, no se dan las condiciones de baja pluviometría y altas temperaturas, que favorecen la desnitrificación y volatilización, lo que ocurre en las aplicaciones de mediados de primavera. En cambio, Smith *et al.* (1995), informan que aplicaciones de purines a fines de invierno provocan asfixia y quemaduras en la planta, muy recurrentes debido a dosis de aplicación en exceso. Agregan que aplicaciones en época invernal

conlleven a pérdidas de nutrientes por lixiviación, por lo cual recomiendan aplicaciones tempranas en primavera, evitar dosis excesivas, y no aplicar purines después de un corte. Según Salazar (2012), los purines deben distribuirse cuando las praderas o cultivos se encuentren en crecimiento activo, para evitar pérdidas de nutrientes por procesos de lixiviación o escurrimiento superficial, siendo a fines de invierno y comienzos de primavera las épocas más recomendadas. Sin embargo, sus estudios demuestran que cuando las aplicaciones van en conjunto con una posterior incorporación al suelo, no existe diferencia entre las distintas épocas del año.

En el caso de los productores de la Provincia de Ñuble el 50 % del Estrato I aplican purines en otoño, época recomendada por Bernier y Undurraga (2006), no siendo recomendada por el resto de los autores mencionados (Tabla 23). En el caso de los productores pertenecientes a los Estratos II y III, un 40 % de ellos, recurren a aplicaciones de purines durante todo el año, lo cual podría tener relación con los volúmenes de purines generados (mayor a 10.000.000 L año⁻¹ aproximadamente), y la falta de capacidad de sus estanques para acumularlos especialmente en la época invernal donde la pluviometría es mayor (INE, 2011). Además, por observaciones realizadas en terreno, los pozos no tienen resguardos de las aguas lluvia, por lo tanto, hay mayor acumulación de agua. Sólo un 40 % de los productores del Estrato II y aproximadamente un 20 % de los productores de los Estratos I y III, aplican purines en primavera, que sería el momento de mayor aprovechamiento de nutrientes. Por lo tanto, más de un 40 % de agricultores de todos los estratos estarían utilizando sus purines de manera ineficiente, lo cual puede deberse a la saturación de los pozos, falta de información con respecto al tema y falta de tecnologías para la aplicación de los purines, lo que resulta en una ineficiente reutilización de nutrientes dentro del predio, según un estudio realizado por Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (SAG, 2006).

Tabla 23. Época, delimitación del sector y frecuencia de aplicación de purines, en lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).

Época de aplicación	Estrato I (%)	Estrato II (%)	Estrato III (%)
Primavera	17	40	20
Otoño	50	-	-
Todo el año	-	40	40
No responde	33	20	40
Delimitación del sector de aplicación			
Si	33,3	40	60
No	33,3	40	-
No responde	33,3	20	40
Frecuencia de aplicación			
Una vez al año	50	40	20
Cada 4 meses	-	20	-
Todo el año	-	20	40
No responde	50	20	40

III.5.5. DELIMITACIÓN DE SECTORES DE APLICACIÓN.

Un 33 % de los productores pertenecientes al Estrato I, un 40 % de los productores del Estrato II y un 60 % de los productores del Estrato III, conocen la superficie exacta de los sectores de aplicación de los purines almacenados (Tabla 23). Hartog y Sijtsma (2007), mencionan que el N, P, Cu, Zn y Se, son los nutrientes de mayor impacto ambiental, particularmente en el caso de los purines cuando se dispersan sobre el terreno en niveles que exceden las cantidades máximas a utilizar por los cultivos o partículas del suelo, convirtiéndose en un hecho perjudicial para el medio ambiente y las plantas. Por lo tanto, es necesario conocer la superficie de los potreros, para evitar dosis perjudiciales, que puedan alterar el rendimiento de los cultivos. Menos del 50 % de los agricultores del Estrato I y II, conocen la superficie exacta para la aplicación de purines, lo que según la literatura mencionada, podría estar afectando sus producciones, debido a que podría influenciar la composición botánica de las praderas, resultando en una menor calidad nutricional para sus animales. El 60 % de los productores del Estrato III, no tienen problemas de manejo para éste ítem, lo que significa mayor calidad de sus praderas, que en los otros estratos.

III.5.6. FRECUENCIA DE APLICACIÓN

Mayoritariamente los productores del Estrato I y II, realizan aplicaciones de purines una vez al año (Tabla 3). En el caso de los agricultores del Estrato III, 40 % de ellos aplica purines a las praderas durante todo el año, lo que podría relacionarse a los volúmenes generados y la capacidad de sus estanques mencionados anteriormente. Además, significa menor calidad en sus purines durante la época invernal debido a la lixiviación de nutrientes (Pain *et al.*, 1974). En cambio, para los agricultores del Estrato II, el 40 %, aplica purines una vez al año, realizándolo en periodo primaveral. Un diagnóstico realizado por el SAG (SAG, 2006), informa que la baja capacidad de almacenamiento de purines, especialmente en los periodos de invierno cuando el suelo se encuentra saturado y la falta de información técnica, serían las razones principales por que los productores realizan aplicaciones de purines durante todo el año.

III.5.7. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DEL POZO

Según Frietag (1996), pozos de tierra provocan que los líquidos penetren hasta las napas de aguas subterráneas, arrastrando además de gérmenes patógenos, amonio, el cual en contacto con ciertas bacterias del suelo se transforma en nitrito, ion peligroso para la salud humana. Cabe destacar, que el 60 % de los productores pertenecientes al Estrato III y sólo un 40 % de los productores del Estrato II, utilizan pozo revestido de hormigón, por lo tanto se puede considerar que estarían siguiendo las recomendaciones para evitar contaminaciones. En cambio, 67 % de los productores del Estrato I y un 40 % de los productores del Estrato II, poseen pozo purinero de tierra, lo que además, debería influir en el contenido de MS de los purines, debido a la percolación de líquidos (Tabla 24).

Tabla 24. Característica de pozos purineros, cantidad de purines aplicados y frecuencia de homogeneización de pozos pertenecientes a lecherías de la Provincia de Ñuble, 2013 (% productores).

Material de construcción	Estrato I (%)	Estrato II (%)	Estrato III (%)
Suelo	67	40	-

Hormigón	-	40	60
No responde	33	20	40
<hr/>			
Cantidad (L ha ⁻¹)			
<hr/>			
<150.000	50	20	20
150.001-200.000	-	40	20
No responde	50	40	60
<hr/>			
Frecuencia homogeneización			
<hr/>			
Semanal	-	40	40
Mensual	-	20	-
Semestral	17	20	20
No responde	83	20	40
<hr/>			

En Chile, existen recomendaciones del Consejo Nacional de Producción Limpia (2012) (CPL), que proponen que el pozo purinero debe contar con algún sistema de impermeabilización para evitar filtraciones y contaminación, el cual deberá considerar el tipo de suelo y características del sector donde se ubicará el pozo. Estas medidas deberían ser consideradas por parte de los agricultores, en su mayoría del Estrato I, adecuándose a la realidad de cada productor, optando por algún material más económico y resistente.

III.5.8. CANTIDAD DE PURÍN APLICADO

El 50 % de los productores del Estrato I y el 20 % del Estrato II y III, aplican hasta un máximo de 150.000 L ha⁻¹. En cambio, para el rango de 150.001 a 200.000 L ha⁻¹, existe un 20 % de los productores del Estrato III y un 40 % de los productores del Estrato II (Tabla 24).

Según la guía del CPL (2012), los purines son considerados residuos industriales líquidos, debido a sus características fisicoquímicas. Por lo tanto, basándose en la Norma Chilena NCh 1333.Of78 (INN, 1978), la dosis de aplicación de purines a praderas no deben superar los 150.000 L ha⁻¹. Aguilera *et al.* (1995a), demuestran que en aplicaciones de purines hasta 60.000 L ha⁻¹ con

un 11 % de MS, hay favorables respuestas en praderas. Pain *et al.* (1974), afirman que la producción total de MS de una pradera, es directamente proporcional a la cantidad de purín aplicado durante la época primaveral, considerando que sus tratamientos fueron con dosis de aplicación hasta 100.000 L ha⁻¹. Demanet *et al.* (1999), concluyeron que en dosis mayores a 90.000 L ha⁻¹, disminuye paulatinamente el aporte de trébol blanco (*Trifolium repens* L.), atribuido al rápido crecimiento que poseen las gramíneas debido a su capacidad de captar N y P del suelo. Por lo tanto, es importante que los productores se informen respecto de las dosis de aplicación y sus efectos, previo a realizar aplicaciones excesivas que podrían afectar la composición botánica y el rendimiento de sus praderas. Según los datos obtenidos en este estudio, la totalidad de los productores de la Provincia de Ñuble cumplen con la norma mencionada, sin embargo, aproximadamente un 40 % de los productores de los Estratos I y II, no conocen la superficie de aplicación ya que no tienen delimitados los sectores de aplicación, lo que refleja cierto desorden o desinformación con respecto a la cantidad real de purín que están aplicando por hectárea.

III.5.9. FRECUENCIA DE HOMOGENEIZACIÓN DEL POZO

Un 40 % de los productores del Estrato II y III realizan homogeneización de sus pozos purineros semanalmente, un 20 % de los productores del Estrato II homogeniza mensualmente, y aproximadamente un 20 % de los agricultores de los tres estratos homogeniza semestralmente (Tabla 24). Un estudio realizado por Zhu *et al.* (2004), afirma que, existiendo una correcta homogeneización de los purines, los sólidos totales presentes en éstos se mantienen constantes, independientemente de la profundidad del pozo, además de favorecer a la descomposición aeróbica y anaeróbica de los residuos orgánicos. En cambio, si no hay agitación, los sólidos totales decantarán al fondo de éste, especialmente el P y el N. Más del 60 % de los agricultores pertenecientes al Estrato II, debido a su frecuencia de homogeneización, mantienen sus purines en el estado recomendado, para la posterior aplicación a las praderas, lo que resulta en un

mayor aprovechamiento de los nutrientes. Cercano a un 80 % de los agricultores del Estrato I no responde este ítem en la encuesta, lo que tiene relación con observaciones realizadas en terreno, las cuales evidencian la ausencia de equipo homogeneizador de pozo, factor que se podría relacionar a una aplicación al año que este estrato realiza y además con la baja cantidad de purines que aplican a praderas.

III.5.10. ANÁLISIS DE PURINES

III.5.10.1. MATERIA SECA

El promedio de materia seca (MS) presente en los purines de las lecherías de la Provincia de Ñuble, es de 11,7 % (Tabla 5), resultado superior a los obtenidos por Demanet *et al.* (1999), en la Región de Los Lagos, quienes informan valores de MS contenida en purines de 6 %, mencionando que los valores dependerán del manejo del pozo purinero y de la pluviometría de la zona, que en ese caso es mayor que la Provincia de Ñuble (INE, 2011).

Se observó un mayor contenido de MS en purines pertenecientes al Estrato I y II (12,5 % y 14,6 %, respectivamente), en comparación al Estrato III (7,9 %), valores que coinciden con la literatura mencionada anteriormente (Frietag, 1996), con respecto a la penetración de líquidos a napas de aguas subterráneas por parte de pozos de tierra (Tabla 25). Smith y Chambers (1993), relacionan el contenido de MS presente en purines con el contenido de humedad del suelo al momento de aplicarlo, mencionando que son los factores más importantes en el proceso de pérdida de N por volatilización en forma de amonio. Consideran que valores de MS superiores a 5,2 % contenida en purines, aumentarían las emisiones de amonio, debido a que se mantienen sobre la superficie de praderas y suelos. Por lo tanto, el valor promedio de MS de purines de la Provincia de Ñuble (11,7 %), se considera superior al máximo informado por los autores mencionados, lo que reflejaría menor aprovechamiento de N. El Estrato III, posee el menor contenido de MS (7,9 %), por lo que debería ser el estrato que posee menores pérdidas de N al momento de fertilizar, pero solo un 20 % aplica en la época adecuada. Cabe destacar, que un 50

% de los agricultores del Estrato I y un 40 % de los agricultores del Estrato II, no aplican en las épocas recomendadas por la literatura, agregando que poseen los mayores valores de MS, lo que significaría mayores pérdidas de N al momento de fertilizar y mayor contaminación ambiental.

Tabla 25. Parámetros promedio de purines de la Provincia de Ñuble, pertenecientes a los tres estratos analizados.

Parámetro		Estrato I	Estrato II	Estrato III	Promedio
pH		7,80	7,20	6,70	7,20
Materia orgánica	(%)	75,80	77,70	82,40	78,60
Humedad	v(%)	87,50	85,40	92,10	88,30
MS	(%)	12,50	14,60	7,90	11,70
N	(%)	1,90	1,70	1,60	1,70
P	(%)	0,28	0,31	0,29	0,30
K	(%)	0,85	0,61	0,66	0,70
Ca	(%)	0,71	0,76	0,59	0,70
Mc	(%)	0,27	0,22	0,18	0,20
Na	(%)	0,07	0,05	0,06	0,10
Fe	(mg L ⁻¹)	348,00	433,08	181,68	322,6
Mn	v(mg L ⁻¹)	17,95	34,56	8,76	20,30
Zn	(mg L ⁻¹)	4,00	10,86	6,10	6,80
Cu	(mg L ⁻¹)	1,70	3,30	2,58	2,50
B	(mg L ⁻¹)	2,28	3,88	1,24	2,50

Base peso seco (mg kg⁻¹)

III.5.10.2. MATERIA ORGÁNICA

El promedio de Materia orgánica fue de 78,5 % (Tabla 25), resultado superior al obtenido por Aguilera *et al.* (1995b), quienes describieron valores de materia orgánica de 60 %, mencionando que poseen niveles adecuados de sustratos orgánicos disponibles para la micro flora y la actividad biológica. El contenido de materia orgánica en los purines de la Región de Los lagos de Chile,

en un estudio realizado por Salazar *et al.* (2007), fue de 68 %, mencionando que ésta ventaja se ve reducida, debido a que los suelos de la zona, contienen mayor contenido de materia orgánica. Un estudio realizado por Van Horn (2011), menciona que el contenido de materia orgánica disminuye con el tiempo de almacenamiento, debido a la digestión de ésta, bajo condiciones de almacenamiento aeróbicas o anaeróbicas. Esto se relaciona con este estudio, ya que existen diferencias en el contenido de materia orgánica, entre los tres estratos de la Provincia de Ñuble, lo cual se podría atribuir a la frecuencia de aplicación, debido a que el Estrato III, permanecen por menos tiempo almacenados que los del Estrato I y II, reflejando mayor contenido de materia orgánica (82,4 %) en sus purines, que los otros estratos. Los autores mencionan, además, resultados superiores de materia orgánica (83 %), calificando este porcentaje como deseado. Las características del pozo purinero también podría tener influencia en el contenido de materia orgánica, ya que la mayoría de los pozos de los Estratos I y II son de tierra, sin embargo, no se observa una clara relación entre el material del pozo y el contenido de materia orgánica, debido a la influencia de los otros factores mencionados.

III.5.10.3. pH

Aguilera *et al.* (1995a), mencionan que el rango de alcalinidad de los purines en general oscila entre 6,3 y 8,9, por lo tanto, se espera un efecto neutralizante a corto plazo en la acidez de los suelos. Whalen *et al.* (2000), afirman que hay evidencia que los purines de origen animal pueden aumentar el pH en suelos ácidos, debido al efecto buffer provocado por el contenido de bicarbonato y ácidos orgánicos. El pH de los purines de la Provincia de Ñuble, fue de 7,3, por lo que se considera normal para los valores mencionados anteriormente (Tabla 25).

III.5.10.4. CONTENIDO NUTRICIONAL

Snijders *et al.* (2009), informan que existe variación entre el contenido de

nutrientes de cada purín, entregando valores promedio de N que oscilan entre 0,5 % a 4 %. Para la Provincia de Ñuble, los valores promedio entre los tres estratos oscilan entre 1,6 % a 1,9 % (Tabla 25), considerándose dentro del promedio propuesto por Snijders *et al.* (2009). Por el contrario, Salazar *et al.* (2007), concluyen que el valor promedio de N total contenido en los purines de la Región de Los Lagos es de 11,2 %, diferencia que se podría asociar a los factores mencionados por Snijders *et al.*, (2009), los cuales afirman que las variaciones en el contenido de N dependen de la proporción de proteínas incluidas en la dieta, contenido de humedad, condiciones climáticas, condiciones de recolección y almacenamiento, observaron además, que mientras mayor contenido de orina presente en el purín, mayor eran las pérdidas de N soluble, por procesos de lixiviación. Smith y Chambers (1993), aseguran que los purines son una fuente de N, pero los agricultores no realizan los manejos necesarios para reducir las pérdidas por lixiviación, volatilización de amonio y desnitrificación, lo cual explicaría la menor concentración de N en purines y un aumento de contaminación ambiental. Santorum *et al.* (2008), mencionan que los pozos purineros con cubierta, retienen un 18 % más de N total y un 30 % más de N amoniacal, manejo que los agricultores de la Provincia de Ñuble no poseen, lo que puede reflejar menores contenido de N. Además, afirman que los purines almacenados por más de 60 días, presentaron una composición más diluida, tanto en MS, MO, y macro nutrientes, lo cual no coincide con los resultados de este estudio.

Para el contenido de P y K, Aguilera *et al.* (1995a) mencionan valores promedio de 0,2 a 1 % y 1 a 3 %, respectivamente. En la Provincia de Ñuble, el contenido de P total para los tres estratos, se encuentra dentro del promedio señalado (0,3 %), en cambio, la cantidad de K total (0,7 %) es inferior. Los autores afirman que los valores propuestos son considerables dentro de una propuesta de complementación para fertilizantes comerciales. Van Horn (2011), afirma que las recuperaciones de P y K dentro de un predio deberían ser cercanas a un 90 %, debido a que ambos nutrientes no se pierden por volatilización, pero cerca del

50 % del P presente en pozos purineros se encuentra en el fondo de éste, lo cual podría tener relación a la frecuencia de homogeneización de los pozos de la Provincia de Ñuble, ya que, la mayor concentración de P se encuentra en los purines del Estrato II (0,31 %), siendo este estrato el cual posee mayor frecuencia de homogeneización. Por el contrario, el Estrato I, posee la menor concentración de P (0,28 %), junto con la menor frecuencia de homogeneización antes mencionada. Osei *et al.* (2003), afirman que incorporar los purines al suelo, ayuda a reducir pérdidas de P total, medida que no es utilizada por ninguno de los estratos de la Provincia de Ñuble, lo que demuestra pérdidas adicionales de P.

Los valores promedio obtenidos para el Ca, Mg y Na, son de 0,7 %; 0,2 % y 0,1 %, respectivamente, valores inferiores a los obtenidos por Salazar *et al.* (2007), y por Duarte *et al.* (1990), los cuales mencionan que el tipo de alimentación tiene directa relación con la cantidad de estos nutrientes en la excreción. Sin embargo, los estudios mencionados solo relacionan los nutrientes ingeridos con los excretados, sin considerar el posterior almacenamiento de estos, por lo que la menor proporción de nutrientes presentes en los purines de éste estudio, se podría deber a condiciones de manejo y almacenamiento.

Respecto a los micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B), se observaron diferencias entre los tres estratos de la Provincia de Ñuble, donde las concentraciones promedio son de 322,6 mg L⁻¹; 20,3 mg L⁻¹; 6,8 mg L⁻¹; 2,5 mg L⁻¹ y 2,5 mg L⁻¹, respectivamente, valores inferiores respecto a los obtenidos por Salazar *et al.* (2007), y Duarte *et al.* (1990). Se observa además, que la concentración de micronutrientes de los purines pertenecientes al Estrato II es mayor, lo cual podría ser explicado por Chambers *et al.* (1998), quienes mencionaron que el contenido de metales pesados en los purines, reflejan la concentración de estos en la alimentación suplementada con sales minerales, información afirmada por Pederson *et al.* (2002), quienes mencionan que la concentración de metales pesados, tales como el Cu y Zn, varían según el tipo de animal y la alimentación de éstos, considerando que los purines de porcinos y aves de corral tienen mayores concentraciones de micronutrientes, en

comparación con los del ganado lechero. Las concentraciones de micronutrientes de los purines de la Provincia de Ñuble son considerados bajos, y las aplicaciones a suelos y praderas, no provocarían efectos negativos, según la Norma Chilena NCh 2880.Of2004 (INN, 2004), la cual establece concentraciones máximas de metales pesados presente en cualquier tipo de enmienda orgánica. Sin embargo, hay que considerar la acumulación de metales pesados en el suelo a lo largo del tiempo, Li *et al.* (2005), mencionan que hay una constante acumulación de éstos debido al uso de fertilizantes inorgánicos, agroquímicos, aplicaciones de purines y depositaciones atmosféricas. Por lo tanto, la acumulación a largo plazo, puede reducir la productividad del suelo y aumentar su toxicidad, ocasionando riesgos para el animal y la salud humana.

III.5.11. ALIMENTACIÓN

Según la encuesta realizada (Capítulo I), 80 % de los agricultores pertenecientes al Estrato II y III, incluyen en la ración alimenticia para vacas en producción de leche el uso de concentrados, en cambio, un 60 % de los agricultores del Estrato I, no realizan esta práctica, marcando diferencias en el tipo de alimentación proporcionada al ganado lechero de la Provincia de Ñuble. El valor promedio de una dieta de la Provincia de Ñuble, alcanza valores de PC de 12,28 %, 38,4 % de FDN, 22,1 % de FDA, 545,3 mg de Ca y 103,5 mg de P. En comparación a los valores promedio de una dieta proporcionada a vacas lecheras en producción (NRC, 2001), la dieta promedio entregada a las vacas de este estudio, para los tres estratos (Tabla 26), tiene un 20 % menos de PC, un 35 % de exceso de FDN y un déficit de más de un 50 % de P, manteniéndose todos los demás valores dentro del rango.

Tabla 26. Características promedio de una dieta de las lecherías de la Provincia de Ñuble.

Parámetro	Estrato I	Estrato II	Estrato III	Promedio
Materia Seca	38,20	55,50	48,02	47,20
Cenizas Totales %	5,87	6,86	6,50	6,41

Proteína Cruda %	9,30	14,14	12,90	12,28
FDN %	47,71	33,40	34,07	38,40
FDA %	28,75	18,00	19,60	22,10
EM (Mcal kg ⁻¹ M.S.)	2,30	2,60	2,60	2,50
Calcio mg	376,90	766,00	492,90	545,30
Fósforo mg	71,50	133,00	106,10	103,50

Valores en % base peso seco. Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), Energía metabolizable (EM)

Respecto de la dieta proporcionada por estratos, se observa que el Estrato II posee los mayores valores de MS, CT, PC, EM, Ca y P, lo que podría tener relación a el valor nutricional de los purines de este mismo estrato, los cuales también alcanzaron los valores más altos. Por lo tanto, se confirma que otro factor determinante de la calidad de los purines, es la calidad de la alimentación proporcionada.

Salcedo (2008), menciona que a mayor cantidad de EM dentro de la dieta de un animal, disminuye el N excretado, lo que no coincide con los datos obtenidos de este estudio, ya que el Estrato I posee el valor más bajo de EM (2,3 %) y de PC (9,3 %) en la dieta, sin embargo, poseen el mayor valor de N en sus purines, lo cual podría tener relación al manejo y conservación de éstos.

Salcedo *et al.* (2008b), muestran que a menor concentración de FDA en la dieta de un animal, el contenido de MS en heces se ve reducido, lo cual no coincide con los datos obtenidos (Tabla 25 y Tabla 26). El Estrato II, tiene el menor valor de FDA (18 %), sin embargo, es el estrato que posee mayor cantidad de MS (14,6 %) en sus purines, lo cual se podría asociar a las diferencias de manejo antes mencionadas. El contenido promedio de FDA de las dietas de la Provincia de Ñuble (22,1 %), se encuentra según la tabla de requerimientos de la NRC (2001), en su valor ideal (21 %).

En relación a la concentración de proteína presente en la dieta, y su influencia en las excreciones, Salcedo *et al.* (2008a) afirman que un aumento en la concentración de proteína en la dieta, mejoran la digestibilidad del N y de la FDN.

Consideran que en ciertas ocasiones las pérdidas de N por medio de las heces y orina, alcanzan hasta un 80 % de la proteína ingerida, por lo tanto, no recomiendan concentraciones proteicas mayores a un 18,9 %. La dieta utilizada por los productores de la Provincia de Ñuble, no excede la concentración proteica sugerida por los autores. Agregan además, que el bajo contenido de N en purines, podría tener relación a la baja concentración de proteínas presente en la dieta, pero según los análisis de alimentos y purines de la Provincia de Ñuble, el contenido de PC presente en la dieta, no es el único factor que influye en la concentración de éste macro elemento, ya que el Estrato I, posee la mayor concentración de N (1,9 %) en sus purines, pero les proporciona la menor cantidad de PC (9,3 %) en la dieta, en comparación con los otros estratos. Salcedo *et al.* (2008c), concluyen que la concentración de N presente en purines, está relacionado a la mayor cantidad de proteína ligada a FDA en la dieta, resultando en una menor utilización del N.

Respecto a la concentración de P en purines, Elizondo (2005), menciona que el 60 % del P consumido es excretado, además, Salcedo *et al.* (2008a), mencionan que en purines con contenido de MS superiores a un 12 %, la concentración de P aumenta, lo cual se aproxima a los resultados del Estrato II, ya que en comparación a los otros estratos, posee la mayor concentración de P en la dieta (133 mg), el mayor contenido de MS (14,6 %) y por tanto la mayor concentración de P en purines (0,31 %). En cambio, el Estrato III presenta el menor valor de MS (7,9 %) que los otros estratos y más cantidad P en la dieta (106,1 mg) en comparación al Estrato I (12,5 % MS y 71,5 mg P), sin embargo, la concentración de P es similar al de los otros dos estratos, lo cual se podría relacionar a la mayor frecuencia de homogeneización realizada por el Estrato III, evitando la sedimentación de P.

III.6. CONCLUSIONES CAPITULO III

De acuerdo a los resultados expuestos en este capítulo se concluye

6.- Existe heterogeneidad entre los purines de la Provincia de Ñuble, según el estrato al cual pertenezcan.

7.-No se aprecia una relación entre la alimentación entregada a los animales y la

calidad nutricional de los purines, lo que es atribuido al manejo realizado a los purines y pozos purineros.

III.7. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, M.E., G. Borie, M.L. Mora y R. Demanet. 1995b. Los purines en la fertilidad del suelo. *Frontera Agrícola* 3(1): 36-42.
2. Aguilera, S.M., G. Borie, P. Peirano, M.L. Mora y R. Demanet. 1995a. Caracterización de purines para su potencial uso como fertilizante y mejorador de suelos. *Agríc. Téc. (Chile)* 55(3-4): 251-256.
3. Bernier, R. y P. Undurraga. 2006. Fertilización de praderas permanentes para la producción de leche. pp: 17-24. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores*. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
4. Chambers, B.J., F.A. Nicholson, D.R. Soloman and R.J. Unwin. 1998. Heavy metal loadings from animal manures to agricultural land in England and Wales. In: J. Martinez and M. Maudet (Eds.). *Ramiran 98: 8th international conference on management strategies for organic waste use in agriculture*. Mayc26-29,c1998.cFAO/CEMAGREF.cRome,cItaly.
5. Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL). 2012. Guía de mejores técnicas disponibles para la aplicación de purines del sector bovino en praderas y cultivos del sector agropecuario [en línea]. Consejo Nacional de Producción Limpia, Chile. <<http://www.cpl.cl/archivos/documentos/11.pdf>>. [Consulta: 10 enero 2014].
6. Contreras, R. y R. Vilches. 2007. Diseño de un sistema de manejo y utilización de purines en predios de engorda bovina intensiva, basados en estudios de casos. Proyecto de título, Ing. Agrón. Pontificia Universidad Católica de Chile, Fac. Agron. e Ing. For. Santiago, Chile.
7. Decreto Supremo N°46. Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 17 enero 2003. Santiago, Chile.
8. Decreto Supremo N°90. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y

continentales superficiales. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 07 marzo 2001. Santiago, Chile.

9. Demanet, R., M. Aguilera y M.L. Mora. 1999. Efecto de la aplicación de purines sobre el sistema suelo - planta. *Frontera Agrícola* 5(1-2): 87-94.

10. Demanet, R., M. Aguilera y M.L. Mora. 1999. Efecto de la aplicación de purines sobre el sistema suelo - planta. *Frontera Agrícola* 5(1-2): 87-94.

11. Duarte, F., A. Magaña y F. Rodríguez. 1990. Utilización de heces en la alimentación animal. I caracterización químico- nutricional de heces de bovinos y porcinos. *Téc. Pec. Méx.* 28(1): 22-29.

12. Dumont, J.C. 2006. Manejo de purines e infraestructura para la lechería. pp: 137-146. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Boletín INIA N°148.* INIA Remehue. Osorno, Chile.

13. Elizondo, J. 2005. El fósforo en los sistemas ganaderos de leche. *Agromeso* 16(2): 231-238.

14. FAO (Italia). 2014. Producción lechera [en línea]. FAO, Italia. <<http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion%20lechera/es/#.U9Zi5PI5OoO>>. [Consulta: 28 agosto 2014].

15. Frietag, P. 1996. Infraestructura y equipos para el manejo de purines en el sur de Chile. En: Seminario taller: manejo y utilización aplicada de purines y efluentes de lechería. Agosto, 1996. Serie Remehue N°63. INIA Remehue. Osorno, Chile.

16. Hartog, L. den y R. Sijtsma. 2007. Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción de cerdos. En: P.G. Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos (Eds.). *XXIII Curso de especialización FEDNA: avances nutrición y alimentación animal.* 25-26 de octubre, 2007. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal. Madrid, España.

17. Hirzel, J. and I. Walter. 2008. Availability of nitrogen, phosphorous and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. *Chilean J. Agric. Res.* 68(3): 264-273.

18. INE (Chile). 2011. Medio ambiente: informe anual: 2011 [en línea]. INE, Chile. <http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/informe_anual_medio_ambiente_2011.pdf>. [Consulta: 18 enero 2014].
19. INN (Chile). 1978. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. NCh1333 Of.78: modificada en 1987. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile.
20. INN (Chile). 2004. Compost - clasificación y requisitos. NCh2880: Of.2004. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile.
21. Lanuza, F. 2006a. Crianza de terneros y reemplazos de lechería. pp: 109-128. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
22. Lanuza, F. 2006b. Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche. pp: 35-50. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Boletín INIA Remehue N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
23. Li, Y., D.F. McCrory, J.M. Powell, H. Saam and D. Jackson-Smith. 2005. A survey of selected heavy metal concentrations in Wisconsin dairy feeds. J. Dairy Sci. 88(8): 2911-2922.
24. Llop, J., J. Parera, J. Llorens y E. Gil. 2010. APLIPUR, herramienta para la regulación de los equipos de aplicación de purines. En: A. Bonmatí, J. Palatsi, F. Prenafeta, B. Fernández y X. Flotats (Eds.). II Congreso español de gestión integral de deyecciones ganaderas. 09-11 de junio, 2010. Ecofarm. Barcelona, España.
25. Mangado, J.M., J. Oiarbide, A. Barbería y A. Granada. 2009. Eficiencia y efecto residual del nitrógeno contenido en el purín de vacuno de leche aportado sobre prados en ambiente atlántico. pp: 205-212. En: R. Reine, O. Barrantes, A. Broca y C. Ferrer (Eds.). La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Madrid, España.
26. Moral, R., M.D. Perez-Murcia, A. Perez-Espinosa, J. Moreno-Caselles and C. Paredes. 2005. Estimation of nutrient values of pig slurries in southeast Spain using easily determined properties. Waste Manag. 25(7): 719-725.

27. Navarro, H. 2001. El enfoque de sistemas en el desarrollo de predios lecheros. En: L. Opazo, N. Teuber y E. Siebald (Eds.). Seminario de leche. 31 de octubre, 2001. Serie Actas N°13. Recinto SAGO. INIA Remehue. Osorno, Chile.
28. Neumann, E. y M. Araya. 2011. Encuesta de la industria láctea menor: informe primer semestre. [en línea]. INE, Chile. <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/2012/100112/lactea_menor_primer%20semestre_%202011.pdf>. [Consulta: 28 agosto 2014].
29. NRC (USA). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. (7th ed.). National Academy Press. Washington D.C., USA.
30. Osei, E., P.W. Gassman, L.M. Hauck, R. Jones, L. Beran, P.T. Dyke, D.W. Goss, J.D. Flowers, A.M.S. McFarland and A. Saleh. 2003. Environmental benefits and economic costs of manure incorporation on dairy waste application fields. *J. Environ. Manag.* 68(1): 1-11.
31. Pain, B.F., J.D. Leaver and D.M. Broom. 1974. Effects of cow slurry on herbage production, intake by cattle and grazing behaviour. *J. Br. Grass. Soc.* 29(2): 85-91.
32. Pain, B.F., J.D. Leaver and D.M. Broom. 1974. Effects of cow slurry on herbage production, intake by cattle and grazing behaviour. *J. Br. Grass. Soc.* 29(2): 85-91.
33. Parga, J. y F. Lanuza. 2006. Suplementación de vacas lecheras a pastoreo. pp: 63-72. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
34. Pederson, G.A., G.E. Brink and T.E. Fairbrother. 2002. Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: nitrogen, phosphorus, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* 94(4): 895-904.
35. Pedraza, C. 2002. Manejo de estiércol de lechería, una imperiosa necesidad. *Revista Tattersall* (175): 10-11.
36. Salazar, F. 2003. Buenas prácticas agrícolas y aspectos ambientales: 1. Antecedentes generales. En: N. Teuber, H. Uribe y L. Opazo (Eds.). Seminario

hagamos de la lechería un mejor negocio. Del 28 de agosto al 04 de septiembre, 2003. INIA Remehue. Osorno, Chile.

37. Salazar, F. 2005. Dosis, época y técnicas de aplicación de purines ganaderos. Tierra Adentro (60): 26-27.

38. Salazar, F.J. Dumont, J.; Chadwick, D.; Saldaña, R.; Santana, M., 2007. Characterization of Dairy Slurry in Sourthern Chile Farms. Agric. Téc., 67, 155-162.

39. Salcedo, G. 2008. Estimación de excretas en sistemas de producción de leche basados en el aprovechamiento de forrajes. En: A. Magri, F.X. Prenafeta y X. Flotats (Eds.). I Congreso español de gestión integral de deyecciones ganaderas: libro de actas. 16-18 de abril, 2008. Expoaviga. Barcelona, España.

40. Salazar, F. 2012. Manual de manejo y utilización de purines de lechería. Consorcio Lechero. Osorno, Chile.

41. Salcedo, G., L. Martínez-Suller e I. Tejero. 2008b. Excreción y composición química de las heces en vacuno lechero (1): efectos del porcentaje de almidón incluido en la dieta. En: A. Magri, F.X. Prenafeta y X. Flotats (Eds.). I Congreso español de gestión integral de deyecciones ganaderas: libro de actas. 16-18 de abril, 2008. Expoaviga. Barcelona, España.

42. Salcedo, G., L. Martínez-Suller e I. Tejero. 2008c. Excreción y composición química de las heces en vacuno lechero (2): efectos del porcentaje de proteína incluida en la mezcla del concentrado. En: A. Magri, F.X. Prenafeta y X. Flotats (Eds.). I Congreso español de gestión integral de deyecciones ganaderas: libro de actas. 16-18 de abril, 2008. Expoaviga. Barcelona, España.

43. Salcedo, G., L. Martínez-Suller, I. Tejero y C. Rico. 2008a. Composición química del purín en las explotaciones lecheras de Cantabria y su relación con la nutrición. En: A. Magri, F.X. Prenafeta y X. Flotats (Eds.). I Congreso español de gestión integral de deyecciones ganaderas: libro de actas. 16-18 de abril, 2008. Expoaviga. Barcelona, España.

44. Santorum, P., R. García y B. Fernández. 2008. Efecto del diseño del estercolero y de la frecuencia de abonado sobre la composición de los purines de vacuno de leche. En: A. Magri, F.X. Prenafeta y X. Flotats (Eds.). I Congreso español

de gestión integral de deyecciones ganaderas: libro de actas. 16-18 de abril, 2008. Expoaviga. Barcelona, España.

45. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2006. Diagnóstico de la problemática ambiental de los residuos generados por la producción de aves y vacunos de leche en Chile y capacitación en la evaluación de plantales pecuarios [en línea]. SAG, Chile. <http://www.sag.cl/sites/default/files/RESIDUOS_AVES_VACUNOS_LECHE.pdf>. [Consulta: 12 enero 2014].

46. Smith, K.A., B.J. Chambers. 1993. Utilizing the nitrogen content of organic manures on farms-problems and practical solutions. *Soil Use Manag.* 9(3): 105-111.

47. Smith, K.A., D.R. Jackson, R.J. Unwin, G. Bailey and I. Hodgson. 1995. Negative effects of winter- and spring-applied cattle slurry on the yield of herbage at simulated early grazing and first-cut silage. *Grass Forage Sci.* 50(2): 124-131.

48. Snijders, P., O. Davies, B. Wouters, L. Gachimbi, J. Zake, P. Ebanyat, K. Ergano, M. Abduke and H. van Keulen. 2009. Cattle manure management in east Africa: review of manure quality and nutrient losses and scenarios for cattle and manure management. *Livestock Research*. Lelystad, The Netherlands.

49. Van Horn, H.H. 2011. Nutrient recycling. pp: 399-407. In: J.W. Fuquay, P.F. Fox and P.L.H. McSweeney (Eds.). *Encyclopedia of dairy sciences*. (2nd. ed.). Elsevier. Boston, USA.

50. Whalen, J.K., C. Chang, G.W. Clayton and J.P. Carefoot. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64(3): 962-966.

51. Zhu, J., P.M. Ndegwa and Z. Zhang. 2004. Manure sampling procedures and nutrient estimation by the hydrometer method for gestation pigs. *Bioresour. Technol.* 92(3): 243-250.

CAPITULO IV

**ALTERACIÓN ANTROPOGENICA DE HIERRO DISPONIBLE, AMORFO Y
TOTAL EN UN ANDISOL CON APLICACIONES DE PURINES DE LECHERÍA
POR DOCE AÑOS (GUAJARDO et al, 2017)**

IV.1. PREAMBULO

El hierro (Fe), es un elemento abundante en los suelos agrícolas, pero mayoritariamente en formas no asimilables, con una dinámica determinada por variados factores, entre los cuales, la materia orgánica (MO) se presenta como relevante. La aplicación de purines de lechería es un recurso para incrementar los contenidos de MO en suelos deficitarios en este parámetro.

El objetivo de este estudio fue investigar las relaciones entre la aplicación de purines de lechería y las distintas formas de Fe en un suelo Andisol (Soil Survey Staff, 1999). Mediante extracciones selectivas se evaluaron los contenidos de Fe disponible (Fe_d), amorfo (Fe_{ox}) y total (Fe_t), utilizándose un diseño experimental completamente al azar, con seis tratamientos (2, 4, 6, 8, 10, 12 años de aplicación de purines) además de un control (sin aplicación de purines) con cuatro repeticiones.

La unidad experimental por tratamiento correspondió a parcelas de 200 * 200 m², con praderas permanentes de *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L donde se aplicaron purines a una dosis máxima promedio de 150.000 L ha⁻¹. La aplicación de purines en el suelo presentó un incremento significativo en los contenidos de Fe_d y MO hasta los 8 años en ambos horizontes estudiados, correlacionando de manera positiva con el Fe_d , lo que indicaría que la pedogénesis de este suelo puede verse acelerada consecuencia del incremento de la MO.

IV.2. ANTECEDENES

Los suelos predominantes en la zona Centro Sur de Chile son de origen volcánico y en ellos se desarrollan las principales actividades silvoagropecuarias. Actividades que, junto a procesos naturales, van modificando las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. En la zona de estudio, orden de suelo más importantes desde el punto de vista de la agricultura es el Andisol (Pizarro, 2000). Los suelos Andisoles cubren alrededor de 124 millones de hectáreas, lo que corresponde aproximadamente el 0,8 % de la superficie total de la tierra (Tsai *et al.*, 2010).

En general los suelos derivados de materiales volcánicos representan entre

el 50 - 60 % del total de las hectáreas arables que Chile dispone, donde se desarrolla gran parte de la producción de cereales y ganadería; además una parte considerable de los bosques se establecen sobre estos mismos suelos volcánicos (Besoain, 1985).

Su origen está fuertemente influenciado por las propiedades del material parental proveniente de cenizas volcánicas (Shoji *et al.*, 1993); se caracterizan por poseer una mineralogía dominada por componentes no cristalinos, como minerales de la arcilla, materia orgánica, óxidos de hierro y aluminio, que le confieren al suelo características propias como carga dependiente del pH y de la concentración de los electrolitos presentes en solución (Moustakas y Georgoulas, 2005).

Estas propiedades distintivas favorecen en gran parte, la formación de materiales amorfos y la acumulación de carbono orgánico (CO), que son los dos procesos pedogenéticos dominantes en suelos derivados en estas cenizas volcánicas. La fracción de arcilla de estos suelos está dominada por alofán, componentes para-alofánicos tipo imogolita y varios filosilicatos (esmectitas, cloritas) en diversa proporción, las cuales provienen de la meteorización de los materiales piroclásticos producto de depósitos volcánicos recientes (Besoain, 1985). Dentro de la mineralogía de estos suelos, el hierro (Fe) tiene un papel importante y permite explicar parte de los procesos de la pedogénesis, utilizándose como indicador de las condiciones ambientales del medio en las cuales se forma y desarrolla este tipo de suelos (Sánchez y Rubiano, 2015).

Tal como se ha comentado el Fe existe en los suelos en cantidades muy variables y generalmente altas; se considera que el Fe es el microelemento más abundante en los suelos, pero en la mayoría de los casos sólo una pequeña fracción corresponde a formas asimilables (Solís, 1998). A pesar de su abundancia en la Naturaleza es escasamente disponible debido a su facilidad con la que puede cambiar su estado de oxidación y la subsecuente formación de hidróxidos insolubles (Harrington y Crumbliss, 2009). Puede formar complejos de Fe-humus, óxidos de Fe (cristalinos y no cristalinos) y silicatos de ferromagnésio, (Aguado-Santacruz *et al.*, 2012).

Entre los principales minerales de Fe altamente cristalinos se encuentran la

magnetita, gohetita, hematite y ferrihidrita, y los de poca o ninguna estructura cristalina son los denominados oxihidróxidos amorfos (Torrent *et al.*, 1980; Pizarro, 2000). Como es sabido el punto de partida del Fe en el suelo son los minerales primarios, que incluyen silicatos ferromagnéticos, como olivino, augita, hornblenda o biotita (Juárez *et al.*, 2007). A partir de la meteorización de estos minerales primarios se libera Fe a la solución del suelo, que podrá ser utilizado por los organismos, unirse a distintos complejos orgánicos, o bien ser transformado a minerales secundarios tales como sulfuros, carbonatos, minerales de arcilla, pero principalmente óxidos e hidróxidos de distinta composición y grados de cristalización, que serán los que controlen principalmente la solubilidad de este elemento en el suelo (Murad y Fischer, 1988).

Los óxidos de Fe (término que incluyen los hidróxidos, óxidos y oxihidróxidos) promueven la agregación, adsorción de nutrientes y contaminantes, y también sirven como receptores de electrones (Stoppe *et al.*, 2015); por lo tanto, es relevante comprender la composición de los *pooles* de Fe del suelo y de los sedimentos.

La dinámica del Fe y su disponibilidad está gobernada por la cantidad y tipo de arcilla presente, pH, textura y aireación del suelo (Sierra, 2017). La materia orgánica (MO) es un factor importante en la disponibilidad del Fe ya que forma compuestos estables generando los denominados quelatos (complejos orgánicos solubles de Fe) (Solís, 1998). La MO favorece por otro lado el crecimiento de las poblaciones microbianas, las cuales pueden consumir oxígeno en condiciones de anegamiento (hidromorfía) o descomponer la MO para liberar el Fe de los compuestos orgánicos en formas asimilables para las plantas (Aguado-Santacruz *et al.*, 2012).

Se le denomina purín, a la mezcla de fecas, orina, aguas lluvia, aguas sucias de lavado y restos de alimentos provenientes de patios de alimentación o galpones donde los animales son mantenidos (Dumont, 2006). Entre los residuos orgánicos incorporados al suelo, la aplicación de purines de lechería constituye una práctica común, que representa una fuente de nutrientes, supliendo parcial o totalmente los requerimientos de fertilización de las praderas permanentes en el sur de Chile (Salazar *et al.*, 2003), además de aportar micro elementos en los mismos (Hirzel y

Walter, 2008). En suelos con bajos contenidos de MO la aplicación de purines representa un valioso recurso para incrementar este parámetro (Salazar, 2011).

Los contenidos de Fe se pueden determinar a través de métodos físicos: difracción de rayos X, análisis térmico diferencial, espectroscopia Mössbauer, espectroscopia infrarroja (Hernández y Meurer, 1997), y métodos químicos: tratamiento con ditionito-citrato-bicarbonato (Mehra y Jackson, 1960), que extrae Fe disponible (Fe_d) el cual corresponde a (cristalino y amorfo) de la mayoría de los minerales del Fe pedogénico. Esta técnica determina óxidos de Fe lábiles (Vásquez *et al.*, 2014).

Mediante la técnica del oxalato de amonio (Fe_{ox}) se extrae Fe amorfo, no cristalino y pobremente ordenado (Schwertmann, 1964); la extracción con pirofosfato de sodio o potasio obtiene el Fe presente en el suelo como parte de complejos orgánicos (Smith, 1994). Algunas relaciones de Fe son usadas para determinar la presencia de estos minerales en el suelo como: Fe ox/Fe dit. que es una medida de la proporción del total del Fe pedogénico, o la diferencia Fe dit-Fe ox. usada para estimar el Fe cristalizado (goethita y hematita) (Acevedo-Sandoval *et al.*, 2002).

IV.3. OBJETIVOS

El objetivo de la investigación que se refleja en este capítulo fue la de cuantificar y relacionar los contenidos de Fe disponible, Fe amorfo y Fe total, en un suelo tipo Andisol con aplicaciones de purines de lechería durante 2, 4, 6, 8, 10 y 12 años.

IV.4. METODOLOGÍA

IV.4.1. UBICACIÓN.

La zona de estudio se emplaza en las coordenadas 36°33'17" S y 71°52'45" O, en la Estación Experimental Pecuaria de la Universidad de Concepción, Comuna de Chillán, Región de Ñuble. Se encuentra en la zona geográfica de la depresión central y presenta un clima templado mediterráneo con una temperatura media anual en la región de 13,9 °C, con una mínima de 3 °C durante julio y una máxima

de 28,6 °C promedio en el mes de enero; pluviometría media anual de 1.025 mm (Pozo *et al.*, 2014).

El suelo se corresponde a la Serie Arrayán (Humic Haploxerands (Stolpe, 2006) desarrollado sobre una topografía plana o casi plana correspondiente a grandes abanicos aluviales asociados a la red que desciende de la próxima alineación andina y que atravesando la depresión central busca salida en dirección al mar. El sitio experimental presenta características de texturas medias con dominancia de la clase textural franco limosa, bien estructurado en superficie, con abundante porosidad asociada a un buen arraigamiento en todo el pedón., y una permeabilidad moderada y un escurrimiento superficial lento (Figura 8)

Figura 8. Perfil de suelo Estación Experimental M. Tima P. El Alazán



Fuente: Elaboración propia.

IV.4.2. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.

Este consistió en siete tratamientos en una superficie de 4 hectáreas por tratamiento. Los tratamientos consistieron en: **T0**: control (sin aplicación de purines), **T2**: 2 años con aplicación de purines, **T4**: 4 años con aplicación, **T6**: 6 años, **T8**: 8 años, **T10**: 10 años de aplicaciones y **T12**: 12 años con aplicación de purines. La composición botánica de las parcelas experimentales corresponde a praderas permanentes compuestas por *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L.,

Los purines utilizados fueron acumulados en un pozo, con capacidad de 15.000 litros. La dosis aplicada fue de 150.000 L ha⁻¹ año⁻¹, mediante un carro con capacidad de 5000 litros. La frecuencia promedio de aplicación fue cada 15 días. La fertilización de mantenimiento de las praderas se realizó anualmente en base a fertilizantes sintéticos y la dosis que se aplicó fue de 46 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), 120 kg ha⁻¹ de fósforo (P) y 60 kg ha⁻¹ de potasio (K).

IV.4.3. TOMA DE MUESTRAS.

Se realizó una calicata por tratamiento, con el objetivo de describir los horizontes genéticos, definir la profundidad y características morfológicas permitiendo diferenciar cada horizonte pedogenético. Se tomaron 25 sub muestras al azar de suelo, mediante el uso de una barrena cilíndrica, en forma alternada, conformando una muestra compuesta homogénea por hectárea, y por horizonte pedogenético. En consecuencia, cada tratamiento consideró 4 muestras compuestas.

Se dispusieron en envases de polietileno y fueron analizadas en el Departamento de Suelos y Recursos Naturales de la Facultad de Agronomía de nuestra Universidad. Previamente las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente y luego pasadas por un tamiz de 2 mm, para finalmente realizar las evaluaciones en laboratorio.

IV.4.4. ANÁLISIS QUÍMICO

IV.4.4.1. EXTRACCIÓN ÓXIDOS DE FE DISPONIBLE.

Para extraer selectivamente los óxidos de Fe disponible se utilizó el método

Ditionito-Citrato-Bicarbonato (DCB) propuesto por Mehra y Jackson (1960). Se pesaron 2 g de suelo homogenizado y previamente tamizado (< 2 mm) en una balanza analítica (marca BEL Engineering, modelo L5201), luego se agregaron 50 ml. en un matraz Erlenmeyer de una solución $(\text{NH}_4)_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7$ (0,26 M) - NaHCO_3 (0,11 M) y 1 g. de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$; se agitó durante 16 horas en un agitador incubador (marca Biobase, modelo BJPX-Wichita) a una temperatura de 25 °C y 120 rpm. Al cabo de este tiempo se filtra utilizando un papel filtro (Whatman™ n° 42 de 125 mm) y se almacena en un frasco de polietileno hasta realizar la lectura de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica (EAA).

IV.4.4.2. EXTRACCIÓN ÓXIDOS DE FE AMORFO.

Para esta fracción se pesaron 2 g de suelo homogenizado y previamente tamizado (< 2 mm) en una balanza analítica (marca BEL Engineering, modelo L5201). Luego, se adicionaron 50 ml del extractante $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,2 M) a pH 3,0 todo ello en un matraz Erlenmeyer de 100 ml según el método descrito por Schwertmann (1964). Se agitó la solución durante 120 minutos en oscuridad en un agitador incubador (marca Biobase, modelo BJPX-Wichita) a una temperatura de 25 °C y 120 rpm. Una vez concluido el tiempo de agitación se filtró utilizando un papel filtro (Whatman™ n° 42 de 125 mm) y se recuperó el extracto en un frasco de polietileno hasta realizar la lectura de las muestras en el EAA.

IV.4.4.3. EXTRACCIÓN FE TOTAL.

Para esta extracción se siguió el procedimiento de calcinación y digestión ácida (Sadzawka *et al.*, 2006). Se colocó 1 g de suelo en un crisol de porcelana; luego se llevó a una mufla y se realizó un calentamiento gradual, incrementando la temperatura del horno. Inicialmente a temperatura de 200 °C durante una hora, luego 300 °C durante una hora y finalmente se alcanzó una temperatura de 500 °C, dejando la muestra en el horno por 4 horas. Luego se deja enfriar a temperatura ambiente, los crisoles son retirados del horno evitando disturbar las cenizas. Posteriormente, se agregan 10 ml de HCl (2 M). Luego la muestra se calienta por 30 minutos a 120 °C, la solución obtenida se filtra y se lleva a un volumen final de

50 ml. Se almacena en un frasco de polietileno y se realiza la lectura de las muestras. en el filtrado proveniente de la calcinación, por espectrofotometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno (Unicam 969, modelo GE-503115).

IV.4.5. LECTURA EN ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA (EEA).

En función de los contenidos de Fe comprobado en el EAA, se realizaron diluciones 1:100 para todas las formas de Fe evaluadas. Se procedió al encendido del EAA (Unicam 969, modelo GE-503115), elección lámpara de Fe y longitud de onda de emisión. Se realizó la lectura de patrones, realización de curva de calibrado y lectura de las muestras correspondientes para las distintas formas de Fe. Los resultados se expresaron en g kg⁻¹ de muestra y de igual forma fueron analizados en el Laboratorio Químico de Suelos, Plantas y Aguas perteneciente al Departamento de Suelos y Recursos Naturales de la Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

IV.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El diseño se ajustó a un completo al azar, con seis tratamientos además de un control (sin aplicación de purines), con un total de cuatro repeticiones por tratamiento, la unidad experimental corresponde a parcelas de 200 * 200 m². La información obtenida se sometió a un análisis de varianza (ANDEVA), y las medias se analizarán con el test DMS a un 95 % de confianza. (SAS Institute, 1999).

IV.5. RESULTADOS

El análisis de varianza (Tabla 27) indica diferencias altamente significativas ($p \leq 0,001$) para todos los parámetros evaluados en relación a los tratamientos y horizontes genéticos de los suelos (horizontes A y B), además de existir una interacción entre los factores (Tratamiento x Horizonte (TxH)). Considerando estos resultados se procedió a evaluar por separado los horizontes genéticos, debido a que estos presentan características propias de su pedogénesis y de esta manera separar los efectos predominantes en los horizontes más superficiales de los de

mayor profundidad.

Tabla 27. Resultados del análisis de varianza para Fe_d, Fe_{ox}, Fe_t, pH, CE, MO.

F. de variación	gl	Fe _d	Fe _{ox}	Fe _t	pH	CE	MO
T	6	1171,97**	401,96**	1116,89**	6,11**	14,66**	190,68**
H	1	1559,81**	197,24**	667,36**	68,65**	110,34**	156,49**
T x H	6	174,80**	67,08**	112,79**	10,15**	7,90**	40,94**

T: Tratamiento; H: Horizonte; F. de variación: fuente de variación; gl: grados de libertad; Fe_d: hierro disponible, extraído con DCB; Fe_{ox}: hierro amorfo, extraído con oxalato de amonio; Fe_t: hierro total, extraído por digestión ácida; CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; (*): significativo ($p \leq 0,05$); (**): altamente significativo ($p \leq 0,001$).

IV.5.1. EXTRACCIONES SELECTIVAS DE FE DISPONIBLE, AMORFO Y TOTAL

Los contenidos de Fe extraíble (Fe_d), que corresponden al Fe lábil, variaron entre 4,55 a 9,85 g kg⁻¹ en el horizonte A, representando entre un 14,63 % a 29,09 % del contenido total de Fe (Tabla 28). Los resultados son inferiores a los determinados por Lu *et al.*, (2014), quienes informan en un Ultisol, rangos hasta 35,38 g kg⁻¹. Por su parte Kiliç *et al.*, (2018) en suelos de origen volcánico (Andisol) proporcionan valores similares a los obtenidos en esta investigación.

Los resultados del análisis estadístico para el horizonte superficial A indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en todos los tratamientos estudiados, registrándose un incremento de los niveles de Fe_d desde el tratamiento T2 al T6, disminuyendo significativamente en los tratamientos T8 a T12. Esta situación se repite en el horizonte B, sin embargo los valores en este horizonte B se presentaron menores respecto al horizonte superficial A en todos los tratamientos. Acevedo-Sandoval *et al.*, (2011), determinaron un comportamiento similar en la distribución de óxidos de Fe en tres perfiles de suelos de origen volcánico correspondientes a la Región noroeste del Estado de México.

Tabla 28. Resultados de la extracción selectiva de Fe_d, Fe_{ox} y Fe_t para ambos horizontes genéticos.

Horizonte	Tratamiento	Fe _d g kg ⁻¹	Fe _{ox} g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹
A	T0	5,73e	7,11b	37,80 ^a
	T2	7,03d	7,07b	34,92b
	T4	7,62c	7,79a	32,76d
	T6	9,85a	6,46c	33,86c
	T8	8,20b	5,70d	32,80d
	T10	5,36f	5,23e	32,35e
	T12	4,55g	7,05b	31,10f
C.V (%)		1,51	1,91	0,41
LSD		0,24	0,29	0,32
B	Tratamiento	Fe _d g kg ⁻¹	Fe _{ox} g kg ⁻¹	Fe _t g kg ⁻¹
	T0	4,50d	5,83c	38,35 ^a
	T2	6,80b	7,34a	30,95c
	T4	7,00b	6,75b	32,55b
	T6	7,49a	6,40b	31,10c
	T8	5,40c	5,48c	32,10b
	T10	3,95e	3,03d	30,95c
T12	3,30f	7,00a	29,70d	
C.V (%)		2,94	3,19	0,81
LSD		0,37	0,45	0,61

Datos expresados como media de 4 repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Tukey $p > 0,05$); Fe_d: hierro disponible, extraído con DCB; Fe_{ox}: hierro amorfo, extraído con oxalato de amonio; Fe_t: hierro total, extraído por digestión ácida; C.V: coeficiente de variación; LSD: diferencia mínima significativa.

Los contenidos de hierro amorfo (Fe_{ox}), compuestos no cristalinos y de poca estructura ordenada (Hernández y Meurer, 1997) obtenidos en este estudio para Fe_{ox} se presentaron más altos en el horizonte A respecto del horizonte B. Esto coincide con el estudio de Pérez *et al.*, (2018), quienes al realizar extracciones selectivas de Fe en un Andisol del oriente Antioqueño de Colombia, señalaron que los contenidos de Fe_{ox} decrecen a medida que se incrementa la profundidad en el perfil. Los resultados de Fe_{ox} para el horizonte superficial variaron de 5,23 a 7,79 g kg⁻¹(Tabla 2), valores similares a los reportados por Chevallier *et al.*, (2010) en un Andisol de Martinica, Francia. No se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

entre los tratamientos T0, T2 y T12.

Respecto al horizonte B, los contenidos de Fe_{ox} fluctuaron entre 3,03 a 7,34 $g\ kg^{-1}$, representando desde 9,78 % a 23,72 % del contenido total de Fe presente en el suelo. Existe una tendencia a aumentar el Fe_{ox} respecto del tratamiento control, en los tratamientos T2, T4 y T6; sin embargo, T8 y T10 disminuyen significativamente, incrementando nuevamente los valores de Fe_{ox} en el tratamiento T12. Acevedo *et al.* (2014) mencionan que los contenidos de Fe_{ox} generalmente se asocian con suelos que presentan alta carga dependiente del pH y una alta capacidad de fijar fósforo, lo que coincide con las características del material parental que presenta el suelo en este estudio.

Estos mismos autores (Acevedo-Sandoval *et al.*, 2002) reportaron que en los horizontes superiores de Inceptisoles y Alfisoles predominan los óxidos de Fe amorfos. Este parámetro fue el que presentó un coeficiente de variación más alto respecto a los contenidos de Fe_d y Fe_t en ambos horizontes. Van Dam *et al.* (2008) reportaron que los óxidos de Fe amorfos son considerados inestables en determinadas condiciones ambientales y están presentes durante la formación inicial del suelo con la presencia de silicatos que impiden la formación de óxidos de Fe cristalinos.

Los resultados de Fe total (Fe_t) alcanzaron valores en el rango de 37,80 a 31,10 $g\ kg^{-1}$ y 38,35 a 29,70 $g\ kg^{-1}$ para los horizontes A y B (Tabla 2). Winkler *et al.*, (2016) evaluando la respuesta en Vertisoles, Andisoles y Alfisoles al manejo de arroz, reportaron valores de Fe_t entre 59,3 y 62,4 $g\ kg^{-1}$, valores superiores a los determinados en este estudio. Se observa pues una similitud en el comportamiento de Fe_t para ambos horizontes genéticos; a medida que aumentan los años de aplicación de purines los contenidos de Fe_t disminuyeron.

IV.5.2. RELACIONES DE LAS DISTINTAS FORMAS DE FE EVALUADAS

Los contenidos de óxidos de hierro cristalinos obtenidos de la diferencia entre Fe_d y Fe_{ox} (Parfitt y Childs, 1988), se presentaron en bajas proporciones (Tabla 29).

Ello se debe posiblemente al bajo potencial reductor oxidante en el suelo (Smith, 1994). La relación $Fe_{ox:d}$ (Tabla 29) se ha utilizado ampliamente para indicar

el grado de cristalinidad de las formas del hierro pedogenético y la evolución de los suelos (Kendrick y McFadden 1996). En general, la meteorización progresiva de los suelos conduce a una disminución en la relación $Fe_{ox:d}$ con la edad del suelo (Vacca *et al.*, 2003). Sin embargo, los valores para Andisoles son característicamente alto (superiores a 0,75), mientras que para suelos más desarrollados se presentan valores menores a 0,5 (Kleber *et al.*, 2004). Para nosotros la relación $Fe_{ox:d}$ se presenta en el rango de 0,66 a 2,12 que sugiere que son suelos recientes y poco evolucionados. La mayor parte del hierro en el perfil forma parte de la estructura de los silicatos (Fe_{t-d}) al representar entre un 70,91 a 88,89 % del Fe total en ambos horizontes genéticos.

Tabla 29. Relaciones de las diferentes formas de hierro evaluadas para ambos horizontes genéticos (A y B).

Horizonte	Tratamiento	Fe_{d-ox} g kg ⁻¹	$Fe_{ox:d}$ g kg ⁻¹	Fe_{t-d} g kg ⁻¹
	T0	0,00	1,24	32,07
	T2	0,00	1,01	27,89

A	T4	0,00	1,02	25,14
	T6	3,39	0,66	24,01
	T8	2,50	0,70	24,60
	T10	0,13	0,98	26,99
	T12	0,00	1,55	26,55
	Tratamiento	Fe _{d-ox}	Fe _{ox:d}	Fe _{t-d}
		g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
B	T0	0,00	1,30	33,85
	T2	0,00	1,08	24,15
	T4	0,25	0,96	25,55
	T6	1,09	0,85	23,61
	T8	0,00	1,01	26,70
	T10	0,92	0,77	27,00
	T12	0,00	2,12	26,40

Fe_{d-ox}: Óxidos de hierro cristalino; Fe_{ox:d}: Índice de actividad; Fe_{t-d}: Hierro silicatado.

IV.5.3. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS SELECCIONADAS: PH EN AGUA, SALINIDAD (CE) Y MATERIA ORGÁNICA (MO).

La acidez del suelo (pH), en el tratamiento control T0, en el horizonte A es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) en relación a los diferentes tratamientos evaluados (Tabla 30). A medida que se incrementa los años de aplicación de purines el pH se vuelve menos ácido.

Whalen *et al.* (2000), afirman que hay evidencia que los purines de origen animal pueden aumentar el pH en suelos ácidos, debido al efecto buffer provocado por el contenido de bicarbonatos y ácidos orgánicos. Los resultados para el horizonte B fluctuaron entre 6,41 y 6,81 que van de ligeramente ácido a cercano a la neutralidad. Es interesante destacar que para los perfiles estudiados se presenta una ligera disminución de la acidez a medida que aumenta la profundidad.

Los resultados de conductividad eléctrica o salinidad (CE) correspondientes al horizonte A (Tabla 30), muestran que los tratamientos T4, T6, T8 y T10 no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre ellos. Los valores obtenidos oscilaron entre 0,13 y 0,32 ds m⁻¹, encontrándose los resultados más altos en los tratamientos T0 y T2. La CE se ve influenciada por el contenido de agua, arcillas y

la presencia de iones intercambiables en el suelo, capaces de conducir la corriente eléctrica y que inciden en las características nutritivas del suelo.

Wei *et al.* (2009) atribuyen el comportamiento de altas variaciones a aplicaciones desiguales de enmiendas o fertilizantes. En el horizonte B, la CE se presenta menos variable, con valores que fluctuaron entre 0,09 y 0,13 ds m⁻¹.

Por último, los contenidos de MO y para todos los tratamientos, en el horizonte A presenta niveles más altos respecto del horizonte B (Tabla 30). Esto sería consecuencia del aporte de la pradera en términos de carbono orgánico (CO) y a las aplicaciones de purines efectuadas. Similar comportamiento ha sido observado por Venegas (2008) en un Andisol de la serie Osorno en Chile, donde argumenta que la concentración de MO disminuye a medida que se incrementa la profundidad en el perfil. Las concentraciones de MO en el horizonte A presentan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre todos los tratamientos, destacando el tratamiento T6 y T8 donde se obtuvo porcentajes sobre el 15 %, lo que se asemeja a lo obtenido por Alarcón *et al.*, (2010) quienes reportan valores similares de MO en un suelo de origen volcánico en un sistema de pradera artificial. Los resultados para el horizonte B variaron entre un 7,10 % - 10,35 %, siendo el porcentaje menor de MO, similar a los obtenidos por Fernández *et al.*, 2017 en un suelo Alfisol de la localidad de San Ignacio (36°46'51.01"). La tendencia para ambos horizontes fue similar, siendo en T8 donde se alcanzan los porcentajes más altos de MO y en los tratamientos T10 y T12 se produce una disminución. Este efecto se podría atribuir a la degradación que presentan las praderas de los tratamientos de 10 y 12 años.

Tabla 30. Propiedades físico-químicas seleccionadas para los horizontes genéticos estudiados, donde fueron evaluados los contenidos de hierro.

Horizonte	Tratamiento	pH	CE ds m ⁻¹	MO %
	T0	6,00d	0,29ab	10,98c
	T2	6,24c	0,32 ^a	12,04b
	T4	6,44ab	0,14c	11,03c

A	T6	6,25bc	0,17c	15,50 ^a
	T8	6,38abc	0,15c	15,71 ^a
	T10	6,48a	0,13c	10,99c
	T12	6,53a	0,20bc	11,12c
	C.V (%)	1,34	22,75	3,00
LSD	0,19	0,10	0,87	
	Tratamiento	pH	CE	MO
			ds m ⁻¹	%
B	T0	6,41b	0,13a	7,10e
	T2	6,46b	0,12ab	9,63bc
	T4	6,53ab	0,09d	8,87d
	T6	6,81a	0,11bc	10,17ab
	T8	6,58ab	0,11bc	10,35a
	T10	6,58ab	0,09d	9,47c
	T12	6,68ab	0,10cd	8,47d
	C.V (%)	2,09	6,66	3,16
LSD	0,32	0,01	0,66	

Datos expresados como media de cuatro repeticiones. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Tukey, $p > 0,05$); CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; C.V: coeficiente de variación; LSD: diferencia mínima significativa.

En las Tablas 31 y 32 se muestran los resultados de las correlaciones entre las distintas variables estudiadas.

Los análisis estadísticos realizados mostraron correlaciones entre las diferentes formas de Fe y las propiedades físico-químicas del suelo estudiado, destacando la correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0,001$) entre MO y la fracción de hierro ditionito (Fe_d) en el horizonte A. Para el horizonte B en cambio, se presentó una correlación negativa que resultó altamente significativa ($p \leq 0,001$) entre MO y Fe_t .

Tabla 31. Correlación de Pearson entre las distintas variables estudiadas para el horizonte A.

Variable	Ph	CE	MO	Fe_d	Fe_{ox}	Fe_t
pH	1,0000	-0,1990	-0,0890	-0,1300	-0,1470	-0,6200
		0,3099	0,6521	0,5070	0,4541	0,0004
CE		1,0000	-0,2150	-0,1870	0,3760	0,6030

		0,2698	0,3385	0,4830	0,3072
MO		1,0000	0,7980	-0,3760	-0,0700
			0,0001	0,0486	0,7204
Fe _d			1,0000	-0,0190	0,0910
				0,9223	0,6425
Fe _{ox}				1,0000	0,2610
					0,1791
Fe _t					1,0000

CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; Fe_d: hierro disponible, extraído con DCB; Fe_{ox}: hierro amorfo, extraído con oxalato de amonio; Fe_t: hierro total, extraído por digestión ácida.

Tabla 32. Correlación de Pearson entre las distintas variables estudiadas para el horizonte B.

Variable	pH	CE	MO	Fe _d	Fe _{ox}	Fe _t
Ph	1,0000	0,1560	-0,3700	-0,3910	-0,0700	-0,3500
		0,4271	0,0525	0,0394	0,7220	0,0067
CE		1,0000	-0,0900	-0,0330	0,2730	0,5480
			0,6457	0,8640	0,1588	0,2500
MO			1,0000	0,2160	-0,1740	-0,6370
				0,2681	0,3734	0,0003
Fe _d				1,0000	0,6210	-0,2410
					0,0004	0,2147
Fe _{ox}					1,0000	-0,1000
						0,6098
Fe _t						1,0000

CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; Fe_d: hierro disponible, extraído con DCB; Fe_{ox}: hierro amorfo, extraído con oxalato de amonio; Fe_t: hierro total, extraído por digestión ácida.

Por otro lado, se observó que el pH presentó correlación negativa con todas las formas de Fe evaluadas, lo que coincide con lo reportado por Bronick *et al.* (2005). Para hierro total (Fe_t) resultó altamente significativa ($p \leq 0,001$) en ambos horizontes genéticos. Para las propiedades físico-químicas seleccionadas en el estudio, la salinidad (CE) no presentó correlación con las formas de Fe evaluadas

en ambos horizontes.

IV.6. CONCLUSIONES CAPITULO IV.

De acuerdo a los resultados expuestos en este capítulo se concluye

8.- La aplicación de purines en los suelos utilizados para esta experimentación (Andisoles) representó un incremento significativo en los contenidos de hierro ditionito (Fe_d) hasta los 8 años de aplicación de purines en ambos horizontes estudiados, tanto el A superficial como el B más profundo.

9.- Este manejo o experiencia disminuye el contenido de este Fe_t a medida que aumentan los años de aplicación.

10.- La relación $Fe_{ox:d}$, parece indicar que estos suelos son pedológicamente poco evolucionados, confirmándose que la aplicación de purines tiene un efecto antropogénico en su pedogénesis.

11.- El mayor número de años de aplicaciones de purines provocó una disminución de la acidez del suelo.

12.- La salinidad (CE) no se vio afectada con el incremento de aplicaciones.

13.- Los contenidos de materia orgánica (MO) lógicamente aumentaron, resultando los mayores incrementos en el horizonte A este incremento de MO se mantuvo hasta los ocho años de aplicaciones (T8) disminuyendo en las aplicaciones de diez y doce años (T10 y T12).

14.- Estos contenidos se correlacionaron de manera positiva con el Fe_d , y indicaría que la pedogénesis puede verse acelerada a consecuencia del incremento de la materia orgánica aportada por los purines de lechería.

IV.7. BIBLIOGRAFIA.

1. Acevedo, O.A., E. Cruz, M. Cruz, F. Prieto y J. Prieto. 2014. Sesquióxidos de hierro en bosques templado húmedos del Estado de Hidalgo, México. Rev. Fac. Cienc. Agrar. Univ. Nac. Cuyo 46(1): 109-123.

2. Acevedo-Sandoval, O., J. Prieto, G. Vela-Correa, M. Cruz-Sánchez, E. Ortiz-Hernández, E. Cruz-Sánchez y F. Prieto-García. 2011. Óxidos de Fe, Al y Si en “fragipanes” blancos desarrollados en materiales de origen volcánico. *Rev. Soc. Geol. Esp.* 24(3-4): 227-236.
3. Acevedo-Sandoval, O., M. Cruz-Sánchez y E. Cruz-Chávez. 2002. Distribución de óxidos de Fe, Al y Si en horizontes endurecidos de origen volcánico. *Agrociencia* 36(4): 401-409.
4. Aguado-Santacruz, G.A., B. Moreno-Gómez, B. Jiménez-Francisco, E. García-Moya y R.E. Preciado-Ortiz. 2012. Impacto de los sideróforos microbianos y fitosideróforos en la asimilación de hierro por las plantas: una síntesis. *Rev. Fitotec. Méx.* 35(1): 9-21.
5. Alarcón, C., J. Dörner, D. Dec, O. Balocchi e I. López. 2010. Efecto de dos intensidades de pastoreo sobre las propiedades hidráulicas de un Andisol (Duric Hapludand). *Agrosur* 38(1): 30-41.
6. Besoain, E. 1985. Mineralogía de los suelos volcánicos del centro-sur de Chile. pp: 109-302. En: J. Tosso (Ed.). *Suelos volcánicos de Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
7. Bronick, C.J. and R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124(1-2): 3-22.
8. Chevallier, T., T. Woignier, J. Toucet and E. Blanchart. 2010. Organic carbon stabilization in the fractal pore structure of andosols. *Geoderma* 159(1-2): 182-188.
9. Dumont, J.C. 2006. Manejo de purines e infraestructura para la lechería. pp: 137-146. En: H. Navarro, E. Siebald y S. Celis (Eds.). *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores*. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
10. Edmeades, DC. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review [en línea]. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1023999816690.pdf>. [Consulta: 12 de Julio de 2018].

11. Fernández, C., J. Celis, N. Stolpe and M. Sandoval. 2017. Nitrogen mineralization in an Alfisol amended with thermoelectrical industry by-products. *Chilean J. Agric. Res.* 77(4): 400-405.
12. Harrington, J.M. and A.L. Crumbliss. 2009. The redox hypothesis in siderophore-mediated iron uptake. *Biometals* 22(4): 679-689.
13. Hernández, J. y E. Meurer. 1997. Óxidos de hierro en los suelos: sus propiedades y su caracterización con énfasis en los estudios de retención de fósforo. *Agrociencia* 1(1): 1-14.
14. Hirzel, J. and I. Walter. 2008. Availability of nitrogen, phosphorous and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. *Chilean J. Agric. Res.* 68(3): 264-273.
15. Juárez, M., M. Cerdán y A. Sánchez-Sánchez. 2007. Hierro en el sistema suelo-planta [en línea]. Universidad de Alicante, España. <<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1845/1/HIERRO.pdf>>. [Consulta: 15 noviembre 2017].
16. Kendrick, K.J. and L.D. McFadden. 1996. Comparison and contrast of processes of soil formation in the San Timoteo Badlands with chronosequences in California. *Quat. Res.* 46(2): 149-160.
17. Kiliç, K., H. Yalçın, A. Durak and H.M. Doğan. 2018. Andisols of Turkey: an example from the Cappadocian Volcanic Province. *Geoderma* 313: 112-125.
18. Kleber, M., C. Mikutta and R. Jahn. 2004. Andosols in Germany-pedogenesis and properties. *Catena* 56(1-3): 67-83.
19. Lu, S., Z. Malik, D. Chen and C. Wu. 2014. Porosity and pore size distribution of Ultisols and correlations to soil iron oxides. *Catena* 123: 79-87.
20. Mehra, O.P. and M.L. Jackson. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner.* 7(1): 317-327.
21. Moustakas, N.K. and F. Georgoulis. 2005. Soils developed on volcanic materials in the Island of Thera, Greece. *Geoderma* 129(3-4): 125-138.
22. Murad, E. and W.R. Fischer. 1988. The geobiochemical cycle of iron. pp: 1-18. In: J.W. Stucki, B.A. Goodman and U. Schwertmann (Eds.). *Iron in soils and clay*

minerals. Series C: Mathematical and Physical Sciences Vol. 217. D. Riedel Publishing Company. Dordrecht, The Netherlands.

23. Parfitt, R.L. and C.W. Childs. 1988. Estimation of forms of Fe and Al: a review and analysis of contrasting soils by dissolution and Mossbauer methods. *Aust. J. Soil Res.* 26(1): 121-144.

24. Pérez, N., D. Jaramillo, O. Ruiz y L. Parra. 2018. Extracciones selectivas y secuenciales de Al, Fe y Si en un Andisol del oriente antioqueño, Colombia. *Rev. Fac. Cienc.* 7(1): 124-142.

25. Pizarro, C.G. 2000. Mineralogía de los óxidos de hierro y equilibrios de intercambio catiónico en suelos volcánicos chilenos. Trabajo de graduación, Doctor en Química. Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Química y Biología. Santiago, Chile.

26. Pozo, A. del, I. Matus, M.D. Serret and J.L. Araus. 2014. Agronomic and physiological traits associated with breeding advances of wheat under high-productive Mediterranean conditions. The case of Chile. *Environ. Exp. Bot.* 103: 180-189.

27. Sadzawka, A., M.A. Carrasco, R. Grez, M. Mora, H. Flores y A. Neaman. 2006. Métodos de análisis recomendados para los suelos de Chile: revisión 2006. Serie Actas INIA N°34. INIA La Platina. Santiago, Chile.

28. Salazar, F. 2011. Manejo y uso de purines lecheros [en línea]. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Chile. <http://biblioteca.inia.cl/medios/remehue/noticias/Uso_de_Purines_FSalazar.pdf>. [Consulta: 20 enero 2018].

29. Salazar, F., J. Dumont, M.A. Santana, D. Chadwick, B.F. Pain, y E. Owen. 2003. Prospección del manejo y utilización de efluentes de lecherías en el sur de Chile. *Arch. Med. Vet.* 35(2): 215-225.

30. Sánchez, J.A. e Y. Rubiano. 2015. Procesos específicos de formación en Andisoles, Alfisoles y Ultisoles en Colombia. *Revista EIA* 12(2): 85-97.

31. SAS Institute. 1999. The SAS system for Windows [cd-rom]. Ver. 8. Cary, USA: SAS Institute. 1 cd-rom.

32. Schwertmann, U. 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. *J. Plant Nutr. Soils Sci.* 105(3): 194-202.
33. Shoji, S., R. Dahlgren and M. Nanzyo. 1993. Genesis of volcanic ash soils. pp: 37-71. In: S. Shoji, N. Nanzyo and R. Dahlgren (Eds.). *Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization. Developments in Soil Science N°21.* Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands.
34. Sierra, C. 2017. Una relación intensa: El hierro, el suelo y las plantas [en línea]. *El Mercurio, Chile*. <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Análisis/2016/02/02/Unarelacion-intensa-El-hierro-el-suelo-y-las-plantas.aspx>. [Consulta: 30 octubre 2017].
35. Smith, B.F.L. 1994. Characterization of poorly ordered minerals by selective chemical methods. pp: 333-357. In: M.J. Wilson (Ed.). *Clay mineralogy spectroscopic and chemical determinative methods.* Chapman and Hall. London, UK.
36. Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.* 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.
37. Solís, S. 1998. Bioactivadores orgánicos y quelato de hierro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Mondial. Tesis, Ingeniero Agrónomo.
38. Stolpe, N.B. 2006. Descripciones de los principales suelos de la VIII Región de Chile. Publicaciones del Departamento de Suelo y Recursos Naturales N°1. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. Chillán, Chile.
39. Stoppe, N., W. Amelung and R. Horn. 2015. Chemical extraction of sedimentary iron oxy(hydr)oxides using ammonium oxalate and sodium dithionite revisited - an explanation of processes in coastal sediments. *Agro Sur* 43(2): 11-17.
43. Torrent, J., Schwertmann, U., Schudlze, D. 1980. Iron oxide mineralogy of some soils of two river terrace sequence in Spain. *Geoderma* 23:191-208.
40. Tsai, C.C., Z.S. Chen, C.I. Kao, F. Ottner, S.J. Kao and F. Zehetner. 2010. Pedogenic development of volcanic ash soils along a climosequence in northern Taiwan. *Geoderma* 156(1-2): 48-59.

41. Vacca, A., P. Adamo, M. Pigna and P. Violante. 2003. Genesis of Tephra-derived soils from the Roccamonfina volcano, south central Italy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67(1): 198-207.
42. Van Dam, R.L., J.B. Harrison, D.A. Hirschfeld, T.M. Meglich, Y. Li and R.E. North. 2008. Mineralogy and magnetic properties of basaltic substrate soils: Kaho'olawe and Big island, Hawaii. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72(1): 244-257.
43. Vásquez, J., Macías Vásquez, F. y M. Flores. 2014. Formas de hierro y aluminio en suelos con diferentes usos en la zon norte del departamento de Magdalena, Colombia. *Acta Agronómica*, 63(4): 352 – 360.
44. Venegas, A.P. 2008. Características de la materia orgánica de suelos de praderas naturales y cultivadas en la IX Región. Memoria de título, Químico. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Química Inorgánica y Analítica. Santiago, Chile.
45. Wei, Y.-C., Y.-L. Bai, J.-Y. Jin, F. Zhang, L.-P. Zhang and X.-Q. Liu. 2009. Spatial variability of soil chemical properties in the reclaiming marine foreland to yellow sea of China. *Agric. Sci. China* 8(9): 1103-1111.
46. Whalen, J.K., C. Chang, G.W. Clayton and J.P. Carefoot. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64(3): 962-966.
47. Winkler, P., K. Kaiser, A. Kölbl, T. Kühn, P. Schad, L. Urbanski, S. Fiedler, E. Lehndorff, K. Kalbitz, S. Utami, Z. Cao, G. Zhang, R. Jahn and I. Kögel-Knabner. 2016. Response of vertisols, andosols, and alisols to paddy management. *Geoderma* 261: 23-35.

CAPITULO V
PUBLICACIONES

XXXVII Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA. Termas de Catillo, Parral. 24 – 26 de octubre de 2012. Libro de resúmenes. ISSN: 0718 – 3682. P: 227-228.

CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS LECHEROS EN LA PROVINCIA DE ÑUBLE (Estudio preliminar).

Characterization of dairy production systems in the Ñuble province.

Christian Guajardo F¹., Marcelo Doussoulin G¹., Guillermo Wells M¹, Fernando Bórquez L¹ y Luis Espinosa E¹.

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Casilla 537, Chillán.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas productores lecheros de la Zona Centro Sur del país basan su alimentación, principalmente en praderas permanentes de ballica y trébol . Históricamente la producción lechera nacional no ha sido capaz de satisfacer las necesidades de consumo doméstico (Dorner, 1993), que per. capita oscila alrededor de 135 L (ODEPA, 2012).

La producción lechera está en constante evolución producto de las tecnologías que se implementan en las diferentes explotaciones, sin embargo no existe un registro actual de tal evolución, siendo la última actualización realizada por Ñiguez el año 1993. Es por ello esta investigación se plantea como objetivo el realizar una caracterización de sistemas productores lecheros en la provincia de Ñuble con la finalidad de visualizar la evolución de ellos en el tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de obtener información por parte de los productores lecheros de la Provincia, se diseñó una encuesta que incluye diferentes parámetros productivos, como manejo del rebaño, alimentación, reemplazos, praderas, manejo de residuos

y manejo sanitario entre otros. Una vez concluida la confección de la encuesta, se procede a entregarla a los productores lecheros para su respuesta. El universo de productores encuestados, pertenece a los registros de la Asociación de Productores de Leche de Ñuble, APROLECHE Ñuble. Debido a la existencia de diferentes volúmenes de producción se establecieron tres niveles productivos para realizar un adecuado análisis de la información, estos son: Estrato I (producción menor a 300.000 l año⁻¹), Estrato II (producción mayor a 300.000 y menor a 1.000.000 l año⁻¹) y Estrato III (producción mayor a 1.000.000 l año⁻¹). Pasados treinta días, se procede al retiro de las encuestas para realizar el análisis de los datos. Estos serán analizados utilizando estadística descriptiva, mediante el programa de análisis de base de datos ACCES, 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde un total de 45 encuestas recepcionadas, representantes del mismo número de explotaciones lecheras en la Provincia de Ñuble y que más del 90 % de los productores presentan propiedad de la tierra en donde desarrollan la explotación, se entregan algunos de los siguientes resultados. La Tabla 1, entrega resultados respecto de producción promedio de leche en los diferentes estratos. Se aprecia que existen ligeras diferencias productivas en los Estratos I y II, las que se acentúan si se comparan con en Estrato III. Estudios preliminares, realizados en el año 1970, 1980 y 1990, obtienen producciones promedio en vaca masa de 1640 L, 2325 L y 3191 l litros respectivamente. Esta situación se puede atribuir, que los productores lecheros han realizado mejoras en la gestión de sus explotaciones agrícolas, lo que concuerda con lo expresado por Lanuza, 2006.

Tabla 1. Promedio producción de leche en la Provincia de Ñuble, 2011 - 2012.

	Estrato			Promedio
	I	II	III	
Producción vaca masa (Litros)	4375	4923	6143	5147
Producción vaca ordeña (Litros)	4458	5346	6357	5387

La Tabla 2, nos entrega la composición promedio de los rebaños lecheros de la Provincia. En ellos se observa que alrededor del 50 % del rebaño lechero está compuesto por vacas de uno y dos partos, lo que podría entregar información respecto del crecimiento de los productores lecheros, debido a la retención de los vientres, y al mejoramiento de los índices reproductivos significado del número de animales de dicha edad

Tabla 2. Composición promedio del rebaño lechero por predio y estrato Ñuble, 2011 - 2012.

Tipo de animales	Estrato		
	I	II	III
	n°	n°	n°
Vacas masa	30,7	93,8	190,2
Vaquillas 2-3	8,7	21,5	52,1
Vaquillas 1-2	6,7	24,5	46,4
Novillos 2-3	0,4	4,2	5,7
Novillos 1-2	0,6	10	17
Terneros	5	9,6	11,7
Terneras	8,9	21,2	44,7
Cabezas promedio	61	184,8	367,8

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó esta investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que ha existido un incremento en la producción lechera y a aumentado el números de vaquillas de dos y tres años en todos los estratos productivos de productores en la Provincia de Ñuble.

Proyecto de investigación que cuenta con el apoyo de la Dirección de investigación de la Universidad de Concepción. DIUC 212.122.025-1.0

REFERENCIAS

Dorner, R. A. 1993. Diagnóstico de la situación lechera en la provincia de Bío Bío. Memoria de título, Ing. Agrón. Universidad de Concepción, Fac. Agron. Chillán, Chile

Ñiguez, C. M. 1993. Diagnóstico de la situación lechera en la provincia de Ñuble. Memoria de título, Ing. Agron. Universidad de Concepción, Fac. Agron. Chillán, Chile

37° Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal
39° Congreso de SOCHIPA A.G. – Joing Metting. 20 – 23 de octubre de 2014
Revista Argentina de Producción Animal. Vol 34. Supl.1:551 – 576 (2014)

Buenos Aires. Argentina

Caracterización de recursos forrajeros utilizados en sistemas productivos lecheros de la Provincia de Ñuble

Guajardo, C., Bórquez, F., Campos, J., Recart C., Figueroa V.

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile.

*E-mail: chguajar@udec.cl

Characterization of fodder resources used in dairy systems in the Province of Ñuble.

Introducción

En Chile el sector lechero está compuesto aproximadamente por 6 mil productores, los que durante 2013 generaron 2.470 millones de litros, y de los cuales la Región del Biobío ocupa el tercer lugar en volumen de producción. En las últimas cuatro décadas la Universidad de Concepción ha realizado estudios que describen la situación lechera de la Provincia de Ñuble, observando cambios como la disminución del número de lecherías y el aumento en la producción vaca ordeña. Existe diversidad de sistemas de producción en el sector lechero y el costo de los alimentos es el principal componente de los costos directos. Una de las variables claves para producir más leche a bajo costo, es el buen uso de las praderas, lo que contribuye a mejorar la capacidad de carga del predio. El objetivo del estudio es describir el uso y manejo de los recursos forrajeros que utilizan los sistemas productivos lecheros de la Provincia de Ñuble y determinar si es posible homologar los conglomerados con los Estratos basados en el nivel de producción anual definidos previamente por Ñiguez (1993) y Espinoza (2013).

Materiales y métodos

Entre 2011 y 2012 se aplicó una encuesta a los productores lecheros registrados por APROLECHE ÑUBLE, y se obtuvo una muestra aleatoria estadísticamente significativa de 44 predios que respondieron la encuesta satisfactoriamente, la que reúne parámetros como: Antecedentes generales del predio, manejo del rebaño, ordeña, crianza de reemplazos, alimentación-praderas, manejo de residuos y manejo sanitario. A partir de esta, se seleccionó la información relacionada a los

recursos forrajeros y se obtuvo una matriz de datos del orden “n x p” (44 predios x 36 variables). Posteriormente, se estratificaron los predios de acuerdo al nivel de producción anual (L leche año⁻¹). Los Estratos I, II y III están basados en los estudios realizados previamente por Ñíguez (1993), y Espinoza (2013):

- Estrato I : Menos de 300.000 L año⁻¹
- Estrato II: 300.001 a 1.000.000 L año⁻¹
- Estrato III : Más de 1.000.000 L año⁻¹

Los predios que fueron clasificados en el Estrato I representan el 54,5 %, el Estrato II corresponde al 29,5 %, mientras que el Estrato III está constituido por el 15,9 % del total de los encuestados. Se utilizó el programa computacional InfoStat para realizar los conglomerados. Debido a la naturaleza mixta de los parámetros medidos, se utilizó la métrica de similitud de Gower con el método jerárquico (aglomerativo) de Ward.

Resultados y Discusión

Las variables fueron estandarizadas, y el coeficiente de correlación cofenética resultó ser igual a 0,356 y se describieron tres conglomerados.

El conglomerado A representa el 34,1 % del total de los predios encuestados. El conglomerado B representa el 29,5 % y el conglomerado C corresponde al 36,4 %. Cada conglomerado (B, A y C, correspondientes a explotaciones de mayor a menor superficie) está compuesto por productores que tienen diferentes rangos de producción, tanto en Vaca Masa (PVM), como en Vaca Ordeña (PVO), sin embargo, los productores se concentran en los rangos de producción intermedios (Cuadro 1), situación similar ocurre con los Estratos, es decir, en cada conglomerado hay productores pertenecientes a diferentes estratos, esto es debido a que la estratificación sólo indica volumen de producción, mientras que los conglomerados infieren sobre el manejo y uso de los recursos forrajeros.

Aquellos productores lecheros que tienen rebaños bovinos entre 10 y 49 cabezas, corresponden a lecherías pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina (AFC), correspondientes al 18,2 % del total de los predios encuestados, los que además fueron clasificados en el Estrato de menor producción y la mitad de los casos clasificó en el conglomerado C.

El recurso forrajero más utilizado corresponde a la pradera mixta en los tres conglomerados, y la avena sola o con vicia constituye un importante cultivo suplementario, mientras que la alfalfa, trébol rosado y brassicas sólo se presentan en algunos casos de los conglomerados A y B.

El 25 % de los encuestados (algunos casos de los conglomerados B y C) no alcanza a autoabastecerse y deben comprar fardos de heno.

La elaboración de ensilaje de maíz se encuentra más difundida entre los productores con respecto a los estudios realizados anteriormente y cuyas variedades de maíz corresponden, principalmente a las del tipo semi precoz y semi tardío. Por otro lado, durante la elaboración del ensilaje, las pérdidas, se concentran en los rangos intermedios y no suelen superar el 15 %.

En todos los predios se determinan de alguna manera las necesidades de forraje para la época invernal, pero son pocos los que estiman la producción de la pradera. Por otro lado, durante el suministro de forraje en el invierno existen pérdidas que son similares a las generadas durante la elaboración del ensilaje.

La fertilización es una práctica común en todos los conglomerados y de los predios encuestados que califican en la AFC, el 62,5 % señala que fertiliza sus praderas. Mientras que el cerco eléctrico sólo se ausenta en el 14 % del total de los encuestados (38 % del total de los casos del conglomerado C) y en la AFC, el 75 % posee cerco eléctrico.

El rezago de las praderas en los conglomerados A y C, es menor en la primavera, se alargan levemente en verano y se mantienen más o menos similares en otoño, mientras que en invierno hay productores que las siguen utilizando. Sin embargo, un amplio porcentaje en todos los conglomerados utiliza la pradera durante todo el año aunque no se indica el tipo de pastoreo que realizan. Por otro lado, existe una menor aplicación de purines en el conglomerado B, y que además coincide con un mayor uso de la pradera durante todo el año. Al parecer, existe correlación entre el uso de la pradera y aplicación de purines a la misma.

En los sistemas productivos lecheros de la Provincia de Ñuble se destaca que todos los conglomerados poseen algún tipo de asistencia técnica, ya sea agronómica y/o veterinaria y en todos los conglomerados se realiza algún tipo de

evaluación económica, sin embargo, los predios clasificados en el conglomerado C son quienes se muestran menos rigurosos en estos aspectos.

Conclusiones

1. Los recursos forrajeros son manejados de diferentes formas, identificando sistemas con uso y manejo adecuado (conglomerado A), sistemas con prácticas de manejo intermedio (conglomerado B) y sistemas con manejo deficiente de sus recursos forrajeros (conglomerado C).

2. No se logran homologar los conglomerados con los Estratos productivos, ya que no existe correlación entre el nivel productivo y el modo de uso/manejo de los recursos forrajeros.

Bibliografía

- Riquelme, E., 1970. Tesis Ing. Agrón. Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 82p.
- Moenne, E., 1982. Tesis Méd. Vet. Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 174p.
- Ñíguez, M.G. 1993. Tesis Ing. Agrón. Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 134p.
- Espinoza, L.A. 2013. Tesis Ing. Agrón. Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 30p.

Cuadro 1. Porcentaje de los predios por conglomerado según rango de producción en Vaca Masa (PVM) y Vaca Ordeña (PVO); y composición porcentual de conglomerados de acuerdo a participación por Estrato productivo.

observada	Variable	Conglomerado		
		A (%)	B (%)	C (%)
PVM (L)	< 3.000	13,3	0	6,2
	3.000 – 3.500	6,7	0	18,8
	3.500 – 4.000	26,7	15,4	6,2
	4.000 – 4.500	20	23	43,8
	5.500 – 6.500	13,3	46,2	6,2
	6.500 – 7.500	20	15,4	18,8
PVO (L)	< 3.000	13,3	0	6,2
	3.000 – 5.000	46,7	46,2	43,8
	5.000 – 7.000	20	53,8	37,5
	> 7.000	20	0	12,5
Estrato	I	40	61,5	62,5
	II	46,7	15,4	18,8
	III	13,3	23,1	18,8

XXXVII Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA. Termas de Catillo, Parral. 11 – 13 de octubre de 2016. Libro de resúmenes. ISSN:. P: 109-110.

CARACTERIZACION REPRODUCTIVA, DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE

REBAÑO NORMANDO Y HOLSTEIN FRIESIAN, CORRELACIONADAS CON MEDIDAS ZOOMÉTRICAS DE AMBAS RAZAS

Reproductive characterization of growth and development of cattle Norman and Holstein Friesian, zoometric measures correlated with both races

Christian Guajardo F., Fernando Borquez L., Jorge Campos P., Rita Astudillo N., Cristina Vidal F. Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. Chillan, Chile.
E-mail: chguajar@udec.cl

INTRODUCCIÓN

En el sur de Chile los pequeños y medianos productores de leche han basado su desarrollo con animales doble propósito, sin embargo, en la zona central y centro sur ha predominado el uso de Holstein Friesian, al que por sus condiciones productivas no han logrado obtener su potencial productivo. La raza Normando conocida mundialmente por buena producción y contenidos de grasa y proteína en leche, podrían ser una alternativa a Holstein Friesian, presentando buenas características de desarrollo, adaptabilidad y rusticidad en el medio donde se desarrollan (Romero, 2010). El objetivo de esta investigación es evaluar y comparar el comportamiento reproductivo, crecimiento y desarrollo de ambos rebaños entre el periodo de pre encaste y primer parto, determinar ganancias de peso, y caracterizar por medio de medidas zoométricas los tipos lechero y doble propósito de ambas razas.

MATERIALES Y MÉTODOS

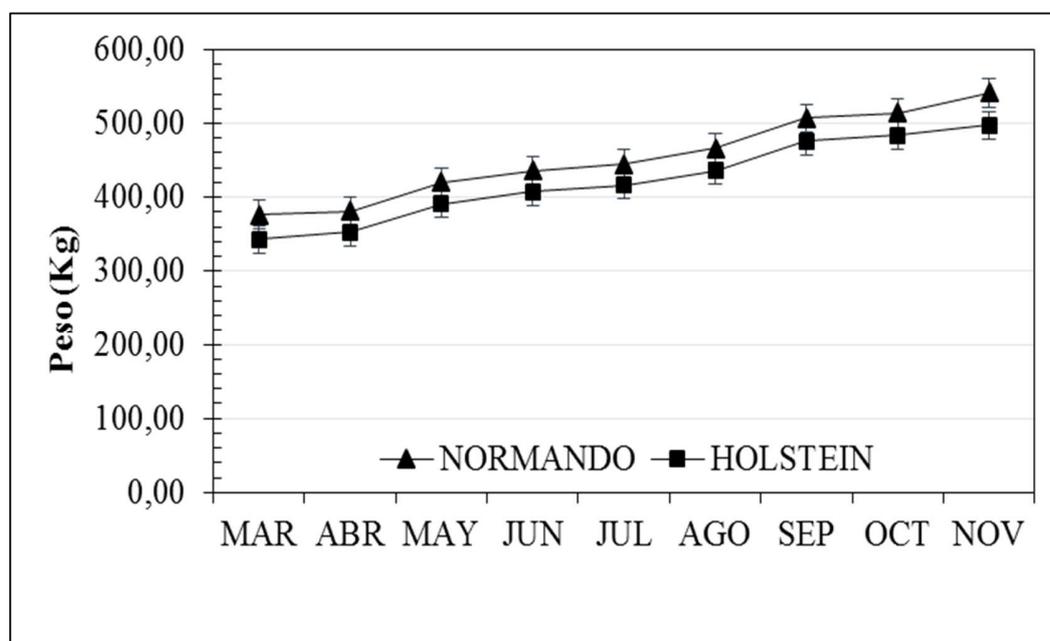
La investigación se realizó en la Estación Experimental Pecuaria “Marcelo Tima Péndola”, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. (36°32´44” S y 71° 5240” O; 208 m.s.n.m), Se llevó a cabo desde Diciembre de 2014 a Noviembre de 2016. Las vaquillas Normando se adquirieron a la Fundación Mondion y las Holstein, de la lechería de La Estación Experimental. Se usaron 15 Normando y 15 Holstein Friesian, a las que evaluó mensualmente su desarrollo desde la etapa de pre

encaste a parto. El promedio de edad para las vaquillas Normando y Holstein Friesian al inicio del periodo de estudio fue de 15 meses y con pesos entre 320 kg y 360 kg. Ambos grupos se manejaron como un solo rebaño. Durante 9 meses, se realizaron pesajes, medición de largo de cara, ancho de frente, altura a la cruz, longitud entre la cruz a base de la cola y ancho de grupa. El manejo reproductivo incluyó sincronización de celos, inseminaciones, y evaluaciones de preñez por medio de tacto intrauterino. Se evaluaron dos grupos, Normando y Holstein Friesian. Los datos fueron analizados utilizando la prueba t student para dos muestras relacionadas $P < 0,05$, utilizando el programa estadístico Infostat versión 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso vivo de ambos grupos (Figura 1) fue estadísticamente similar ($P > 0,05$) no obstante el del grupo Normando siempre fue mayor. Entre la etapa de pre-encaste y parto, el peso promedio fue de 400 kilos para la raza Holstein y 433,57 kilos para la raza Normando.

Figura 1. Registro de pesos (Kilos), rebaño Holstein y Normando.



Cuadro 1. Indicadores reproductivos obtenidos de ambos rebaños.

Indicadores	Normando	Holstein
Índice coital	1,9	2,2
Porcentaje preñez	88%	63 %
Porcentaje parición	81%	56 %
Días gestación	278	270
Facilidad de parto		
Distócico	0	55,5
Normal	100	44,4
Peso nacimiento	35,6 kg	39,1 kg

P= 0.0934

El índice coital fue alto, especialmente en Holstein que es mayor a 2, pero debe considerarse que son vaquillas en su primer encaste donde el comportamiento reproductivo generalmente es más bajo. El porcentaje de preñez fue bajo, especialmente en Holstein, siendo el rango óptimo entre 90 - 95% (Catrileo, 2005). El comportamiento al parto muestra importantes diferencias entre razas, pues en Holstein hay un 56% de partos distócicos comparado a Normando que no los tiene, considerado como alto. Lo anterior puede tener relación a la conformación racial. Gongora (2006), indica que el ancho de las articulaciones coxofemorales y la ligera inclinación del anca, confiere a las vacas Normando mayor facilidad de parto. Grunert y Ebert (1990), mencionan que las características de la pelvis representan el 50% de las causas de partos distócicos en vaquillas de primer parto. La altura a la cruz fue similar $P=0,584$, entre ambos rebaños y se obtuvo una media entre ambas razas de 1,34 mt, que coincide con lo descrito por Muller (1956), para caracterizar raza tipo lechero y doble propósito. El ancho de grupa presentó diferencias entre razas ($P<0,05$), con 3 cm más de ancho en las vaquillas Normando.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede inferir que la raza Normando presenta mejores índices reproductivos y un peso vivo mayor que Hosltein. Los bajos indicadores reproductivos podrían estar relacionados con problemas de

detección de celos e inseminación dado el adecuado peso de encaste para estas razas.

REFERENCIAS

CATRILEO A. 2005. Producción y manejo de carne bovina en Chile. N°16 Instituto de investigación agropecuaria. Temuco. Capítulo 10 pp: 240.

GONGORA, J.F. 2006. Tesis Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de la leche de vacas Normando puras y en diferentes porcentajes de sangre. Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia.

GRUNET, E.; EBERT, J. J. (1990) Obstetricia del bovino. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 235 p.

MULLER, R. 1956. Bovinotecnia Argentina. Ediciones Agro. Argentina.

ROMERO, F. 2010. La raza Normando merece una oportunidad. Sitio argentino de producción animal. Argentina.

XXXVII Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA. Universidad de Concepción. Chillán, 6 - 8 de Noviembre de 2019. Libro de resúmenes. ISSN:

ANTECEDENTES PRELIMINARES DE EVOLUCIÓN DE PARAMETROS QUÍMICOS EN UN ANDISOL CON APLICACIONES DE PURÍNES DE LECHERÍA POR 12 AÑOS

PRELIMINARY BACKGROUND OF CHEMICAL PARAMETERS EVOLUTION IN AN ANDISOL WITH APPLICATIONS OF DAIRY PURINES FOR 12 YEARS

Christian Guajardo F¹., Marco Sandoval E¹., José Recio E²., Jorge Campos P¹.,

¹Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. Chillan, Chile. E-mail: chguajar@udec.cl

²Facultad de Agronomía. Departamento de Botánica, ecología y fisiología vegetal. Universidad de Córdoba. España

INTRODUCCIÓN

La producción lechera genera subproductos que pueden complementar otros rubros dentro de la explotación agrícola. Es por ello que los purines, se pueden considerar una fuente de nutrientes para la fertilización del suelo (Hirzel y Walter, 2008). Sin embargo, la composición del purín es variable y depende de diversos factores, asociados al tipo de explotación (Demagnet *et al.*, 1999). El Andisol, pertenece al grupo de suelos derivados de cenizas volcánicas modernas, en donde se desarrollan explotaciones agrícolas en sectores de precordillera y valle central (Stolpe, 2006). La aplicación de purines deben realizarse a la pradera cuando está presente un crecimiento activo o realizando su incorporación al suelo, con el objetivo de evitar todas las pérdidas de nutrientes, el objetivo de este trabajo es estudiar la evolución de algunos parámetros químicos en un Andisol, después de la aplicación de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 años, de purines de lechería.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Pecuaria “Marcelo Tima Pédola”, “El Alazán”, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán. (36°32'44" S y 71° 52'40" O; 208 m.s.n.m). Se establecieron seis tratamientos con aplicación de purines y un control, a praderas permanentes de ballica perenne y trébol blanco. La superficie por cada tratamiento correspondió a una hectárea, realizándose cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron T₀: sin aplicación; T₂: 2 años de aplicación; T₄: 4 años de aplicación; T₆: 6 años de aplicación; T₈: 8 años de aplicación; T₁₀: 10 años de aplicación y T₁₂: 12 años de aplicación. La relación volumétrica máxima aplicada corresponde a 150 m³ de purín por hectárea. Este se aplicó mediante un carro aplicador con estanque con capacidad de 5 m³, el que fue abastecido desde un pozo acumulador con una capacidad máxima de 30 m³. En cada unidad experimental se realizó una calicata con el objetivo de realizar la descripción de los horizontes genéticos A y B, profundidad y características morfológicas. La obtención de muestras se realizó con una barrena cilíndrica por cada unidad experimental, obteniéndose 25 sub muestras, las que se mezclaron en forma homogénea para obtener la muestra

compuesta. El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Análisis del Departamento de Suelos y Recursos Naturales de la Universidad de Concepción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede apreciar que el contenido de materia orgánica (MO) decrece a medida que se incrementa la profundidad del perfil, lo que se podría atribuir a las aplicaciones de purín sobre la pradera, sumado a los aportes de esta en términos de carbono orgánico, cuyo impacto principal estaría centrado en el horizonte genético A. Se presentan diferencias en todos los tratamientos, destacando T6 y T8, con valores superiores a 15 %. Si bien los valores de MO para el horizonte B son menores, la tendencia es similar al horizonte A, alcanza T8 el valor superior, disminuyendo paulatinamente hasta T12. Esta variación podría atribuirse al comportamiento de la pradera y su degradación, producto de su edad productiva y su degradación. Además, al disminuir la actividad microbiana (Tabla 1) la MO puede estar sometida a pérdidas por lixiviados (Andisoles aluviales con presencia de gravas al interior del perfil) u otras y los procesos de humificación pueden verse disminuidos, de ahí que el buen aprovechamiento de estos residuos orgánicos estarían en función de aspectos de la calidad de la pradera, que a su vez se relacionaría con la actividad de los microorganismos. De hecho, la disponibilidad de N del suelo (NH_4^+ y NO_3^-) para el crecimiento de los cultivos depende naturalmente de la actividad microbiológica de suelo (Robertson y Groffman, 2015)

Respecto del pH en el suelo, se logra advertir que a medida que se incrementan los años de aplicación de purines en los diferentes tratamientos, el pH se vuelve menos ácido, lo que corrobora lo expuesto por Whalen et. al. (2000), quienes mencionan que purines de origen animal aumentan el pH del suelo producto de la presencia de ácidos orgánicos y bicarbonato en ellos.

Tabla 1. Variación de pH, respiración microbiana y materia orgánica (MO) en un suelo Andisol con aplicaciones de purín de lechería, valores promedio (n=4).

Horizonte	Tratamiento	pH	Respiración	
			ug CO ₂ (28 días)	MO (%)
A	T0	6,0d	186,11c	10,98c

	T2	6,24c	231,79b	12,04b
	T4	6,44ab	288,31a	11,03c
	T6	6,25bc	348,98a	15,5a
	T8	6,38abc	287,97a	15,71a
	T10	6,48a	210,34c	10,99c
	T12	6,53a	216,41c	11,12c
	C.V. (%)	1,34	2,67	3
B	T0	6,41b	167,78b	7,1e
	T2	6,46b	206,20a	9,63bc
	T4	6,53ab	117,36c	8,87d
	T6	6,81a	159,65b	10,17ab
	T8	6,58ab	222,07a	10,35a
	T10	6,58ab	118,63c	9,47c
	T12	6,68ab	141,83c	8,47d
	C.V. (%)	2,09	2,12	3,16

Valores expresados como media de cuatro repeticiones; valores con letra común, no presenta diferencia de acuerdo a Test de Tukey ($P \leq 0.05$). MO. Materia orgánica.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se logra concluir que la aplicación de purines de lechería presenta un efecto buffer en el suelo Andisol con aplicaciones de purines durante todo el periodo de aplicación.

Existe un incremento en la materia orgánica en ambos horizontes genéticos con aplicaciones de purines hasta los ocho años, disminuyendo en adelante, de la misma manera que la actividad respiratoria de los microorganismos en el suelo., favoreciéndose posiblemente las pedidas de esta MO, hecho que debería tenerse en consideración en futuros estudios.

REFERENCIAS

Demagnet, R., M. Aguilera y M.L. Mora. 1999. Efecto de la aplicación de purines sobre el sistema suelo - planta. Frontera Agrícola 5(1-2): 87-94.

Hirzel, J. and I. Walter. 2008. Availability of nitrogen, phosphorous and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage

corn. Chilean J. Agric. R

Robertson, G.P., and P.M. Groffman. 2015. Nitrogen transformations. p. 421-446. In E.A. Paul (ed.). Soil microbiology, ecology, and biochemistry. (4th. ed.). Academic Press, London, UK.

es. 68(3): 264-273.

Stolpe, N.B. 2006. Descripciones de los principales suelos de la VIII Región de Chile. Publicaciones del Departamento de Suelo y Recursos Naturales N°1. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. Chillán, Chile.

Whalen, J.K., C. Chang, G.W. Clayton and J.P. Carefoot. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 64(3): 962-966.

RESEARCH

Chilean Journal of Agricultural Research. Volume 80; N° 1; January – March 2020. P: 108 – 117.

Anthropogenic alteration of available, amorphous, and total iron in an Andisol from dairy slurry applications over a 12-year period

Christian Guajardo^{1, 2}, José Manuel Recio-Espejo¹, Marco A. Sandoval^{2*}, Fernando Díaz del Olmo³, María Bustamante², and Alfonso García-Ferrer⁴.

¹Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias, Campus Universitario de Rabanales, Carretera Madrid km 396, 14071-Córdoba, España.

²Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Av. Vicente Méndez 595, Chillán, Chile.

*Corresponding author (masandov@udec.cl).

³Universidad de Sevilla, Facultad de Geografía e Historia, C/S. Fernando 4, CP 41004. Sevilla, España.

⁴Universidad de Córdoba, Departamento Ingeniería Gráfica y Geomática, Campus Universitario de Rabanales, Carretera Madrid km 396,

14071, Córdoba, España.

Received: 23 September 2019; Accepted: 16 December 2019;
doi:10.4067/S0718-58392020000100108

ABSTRACT

Iron is one of the most abundant elements in agricultural soils, but it is mostly present in non-assimilable forms. The dynamics of Fe is determined by several factors, such as organic matter (OM). Dairy slurry is used to increase total OM content in soils. The objective of this study was to determine the effect of applying dairy slurry over a 12-yr period on the levels of available, amorphous, and total Fe in an Andisol soil as indicators of pedogenic alteration. The contents of available (Fed), amorphous (Feox), and total (Fet) Fe were evaluated by selective extractions. A completely randomized experimental design with repeated measures was used, which consisted of six treatments (2, 4, 6, 8, 10, 12 yr) of slurry application and four replicates. A control treatment (no slurry application) was also included with permanent *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. grasslands. Dairy slurries were applied at a maximum rate of 150 m³ ha⁻¹. Slurry application in the soil significantly increased Fed and OM contents up to 8 yr in the A (8.2 g kg⁻¹ and 15.7%) and B (7.49 g kg⁻¹ and 10.3%) genetic horizons under study; there was a positive correlation between Fed and OM. This would indicate that increased OM would accelerate the pedogenesis of this soil. In general, Fed-ox values were low and there was a significant decrease ($p \leq 0.05$) in the 2-, 4-, and 6-yr treatments with values ranging between 1.0 and 0.7 for the Feox:d ratio, indicating increased pedogenesis.

Key words: Andisol, iron, organic matter, slurry.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

1. Crichton, R.R. and M. Charlotheaux-Wauters. 1987. Iron transport and storage. *Eur. J. Biochem.* 164(3): 485-506.
2. Greenshields, D.L., G. Liu, J. Feng, G. Selvaraj and Y. Wei. 2007. The siderophore biosynthetic gene SID1, but not the ferroxidase gene FET3, is required for full *Fusarium graminearum* virulence. *Mol. Plant Pathol.* 8(4): 411-421.
3. Holstein Association USA, Inc. 2012. Facts about Holstein cattle. Holstein Association USA, Inc.EE.UU.
4. Holstein Association USA. 2012. Facts about Holstein cattle [en línea]. Holstein Association USA. <http://www.holsteinusa.com/pdf/fact_sheet_cattle.pdf>. [Consulta: 28 mayo 2015].
5. INE. 2008. Agricultura Familiar Campesina, Lecherías, Estudio zona sur, 2006-2007. Instituto Nacional de Estadísticas Subdirección de Operaciones Departamento de Estadísticas Agropecuarias. Santiago, Chile.
6. Inman D.; Freeland R.; Ammons, J.; Yoder; R. 2002. Soil Investigations using Electromagnetic Induction and Ground-Penetrating Radar in Southwest Tennessee.
7. Martínez, A. 2002. Situación de la industria lechera en Latinoamérica. *Hoard`s Dairyman en español* 9(94): 684-691.
8. Najafian, A., M. Dayani, H.R. Motaghian and H. Nadian. 2012. Geostatistical assessment of the spatial distribution of some chemical properties in calcareous soils. *J. Integr. Agric.* 11(10): 1729-1737.
9. Navarro, G. y S. Navarro. 2013. Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. (3a. ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
10. Navarro, H., E. Siebald y S. Celis. 2006. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.

11. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA. 2015. Leche y sus derivados [en línea]. Ministerio de Agricultura Gobierno de Chile. < <http://www.odepa.cl/rubro/leche-y-derivados> >.
12. Rutherford, G.K. 1987. Pedogenesis of two ultisols (Red Earth Soils) on granite in Belize, Central America. *Geoderma* 40(1-2): 225-236.
13. Sánchez, J.D., G.A. Ligarreto and F.R. Leiva. 2011. Spatial variability of soil chemical properties and its effect on crop yields: a case study in maize (*Zea mays* L.) on the Bogota Plateau. *Agron. Colomb.* 29(2): 456-466.
14. Santana, R. y C. Uribe. 2006. Rutina de ordeña y calidad higiénica de la leche. pp: 129-136. Boletín INIA N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.
15. Smith, R. 1999. Caracterización de los sistemas productivos lecheros de Chile. pp: 274-302. En: R. Anrique, L. Latrille, O. Balocchi, D. Alomar, V.H. Moreira, D. Pinochet (Eds.). *Competitividad de la producción lechera nacional*. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
16. Smith, R., V. Moreira y L. Latrille. 2002. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X Región de Chile mediante análisis multivariable. *Agric. Téc. (Chile)* 62(3): 375-395.
17. Wandersman, C. and P. Delepelaire. 2004. Bacterial iron sources: from siderophores to hemophores. *Annu. Rev. Microbiol.* 58: 611-647.

ANEXOS

ANEXOS CAPITULO I

I.1. Antecedentes solicitados en encuesta realizada a los productores lecheros de la Provincia de Ñuble.

Antecedentes	
I. General	
II. Manejo del rebaño	
	2.1 Lactancia
	2.2 Reproducción
	2.3 Producción
	2.4 Eliminación de vacas
III. Ordeña	
IV. Crianza de vaquillas	
	4.1 Alimentación de terneros
	4.2 Manejo de terneros
	4.3 Mortalidad
	4.4 Manejo encaste de vaquillas
V. Alimentación/praderas	
	5.1 Praderas
	5.1.1 Manejo de la pradera
	5.2 Alimentación
VI. Manejo de residuos	
VII. Manejo sanitario	
VIII. Otros	
	8.1 Asistencia técnica
	8.2 Análisis económico

ANEXOS CAPIULO II

II.1. Protocolo de sincronización para vacas lecheras.

Día 0

- Palpación previa de hembras para verificar estado de desarrollo folicular
- Colocación de Dispositivo intravaginal Bovino (DIB). Corresponde a un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona (0,5 g) utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos.
- Inyección de benzoato de estradiol (2mg).

Día 8

- Retiro de implante DIB
- Inyección de prostaglandina F2 α (25 mg)

Día 9

- Inyección de Benzoato de Estradiol (1mg)

Día 10

- Detección de celo. Observación del comportamiento de las vaquillas, para determinar signos de calor.

II.2. Protocolo de Inseminación artificial.

1. Dirigirse a la vaca llevando el inyector preparado, manga desechable, papel toalla y papel doblado estéril. Si la temperatura ambiente es muy baja, envolver la punta de la pipeta con papel toalla estéril y apretarla con la mano.
2. Coger el inyector con la boca, mordiendo la pipeta en el extremo distal.
3. Mojar con vaselina o agua la mano enguantada, posteriormente con un papel toalla usando la mano derecha, introducir la mano y evacuar las fecas masajeando el recto suavemente hasta obtener la completa relajación del animal.
4. Abrir los labios de la vulva y con otro papel toalla limpiar la zona.
5. Suavemente en un ángulo de 45 grados hacia arriba, introducir el inyector y seguirlo con la mano izquierda en su trayecto por la vagina hasta llegar a la entrada del cérvix.
6. El paso del inyector a través del cérvix debe hacerse suavemente, moviendo el cérvix y presionando muy suavemente la pipeta para sortear los anillos cervicales.
7. Cuando el inyector esta aproximadamente a la mitad del camino del cérvix, la posición de la mano debe ser cambiada, colocando el dedo índice a la salida del ultimo anillo cervical, para sentir la llegada de la pipeta. El dedo índice no debe presionarse con mucha fuerza sobre la punta de la pipeta, ya que esto provocara dalos en el endometrio.
8. Cuando la pipeta está en línea con el extremo anterior del cérvix, retírela aproximadamente un milímetro para que la punta de la pipeta quede exactamente en la mitad del último anillo, posición que constituye el BLANCO para el inseminador.
9. Levantar el dedo índice e inyectar el semen en forma lenta, ocupando dos segundos para el mini tubo y tres segundos para la pajuela larga.
10. Recuerde que el objetivo es lograr una distribución uniforme del semen hacia ambos cuernos.
11. Después de retirado el inyector, masajear el clítoris suavemente por tres veces para provocar una adecuada liberación de oxitocina.

II. 3. Estimación de composición en base a tablas.

Ración invernal de vaquillas

- Heno de buena calidad 5 kg
- Avena grano 1 kg (concentrado similar)
- Maíz grano 2 kg
- Pellet girasol 0kg
- Urea 0,03kg
- Sales minerales Libre Disposición

1. Requerimientos de Vaquillas en crecimiento de 400 kg, ganancia de peso de 0,600 kg día⁻¹, según NRC.

Consumo. (kgMS)	Proteína (g)	EM (Kcal día ⁻¹)	Ca (g)	P (g)
8,6	856	19,61	25	20

2. Composición de los alimentos de la dieta suministrada.

Alimento	MS (%)	PC (%)	EM (Mcal día ⁻¹)	FC (%)	Ca (%)	P (%)
H. Trébol Rosado	90	15	2,0	24,4	1,26	0,18
Avena Grano	89,6	10,1	2,4	11,1	0,10	0,35
Maíz Grano	86	7,8	2,7	2	0,04	0,30

3. Nutrientes aportados por la dieta.

Alimento	Cantidad (kg)	Proteína (kg)	EM (Mcal/día)
H. Trébol Rosado	5	0,750	10
Avena Grano	1	0,101	2,4
Maíz Grano	2	0,156	5,4
Total		1,007	17,8

ANEXOS CAPITULO III

III.1. Antecedentes solicitados en encuesta realizada a los productores de la Provincia de Ñuble.

Estudio de situación lechera Provincia de Ñuble

Fecha encuesta:

Categoría del predio:

Encuesta N°:

Identificación de la explotación

Nombre del predio : N°

Encuesta :

Localidad :

Ubicado a..... km de Chillán.

Propietario (Arrendatario) :

Dirección :

Encuestado :

Propietario..... Administrador:..... Otro:.....

Superficie :

Tipo de suelo gg :

(Arcilloso arenoso, trumao)

INTRUCCIONES:

Encierre con un círculo su respuesta

VI. Manejo de residuos

¿Recolecta los purines del patio de alimentación?

a. Sí

b. No

¿incorpora purines a la pradera?

a. Sí

b. No

¿De qué forma?

a. Carro

b. Estanque

c. Bomba y

aspersor

d. Otros

III.1. (Cont.). Antecedentes solicitados en encuesta realizada a los productores de la Provincia de Ñuble

¿Cuándo aplica o incorpora?

- a. Todo el año
- b. Primavera
- c. Verano
- d. Otoño

¿Los potreros de aplicación de purines se encuentran delimitados?

- a. Sí
- b. No

¿Cada cuánto tiempo repite las aplicaciones de purines a los potreros?

.....días

¿Tiene pozo acumulador de purines?

- a. Pozo de tierra.
- b. Pozo recubierto con geo membrana de PVC.
- c. Pozo recubierto con geo membrana de polietileno de alta densidad (HDPE).
- d. Pozo revestido con cemento.
- e. Pozo de Hormigón.
- f. Otros.

Qué cantidad de purines aplica a la pradera, aproximadamente?
(L ha⁻¹)

¿Cada cuánto tiempo homogeniza su pozo purinero?

¿Cada cuánto tiempo vacía su pozo purinero?