



Producción científico-técnica del INTA San Luis

José Daniel Giulietti
Mario Oscar Funes

Producción científico-técnica del INTA San Luis

Editores: José Daniel Giulietti
Mario Oscar Funes



INTA | Ediciones

Colección
INSTITUCIONAL

Producción científico-técnica del INTA San Luis

Editores: Ing. Agr. José Daniel Giulietti - Ing. Agr. Mario Oscar Funes

Diseño de tapa: Lucia A. Cornejo.

Fotografía: Martin S. Chichahuala.

Compaginación: Daniel N. Arroyo.

Agradecimiento a Luciana M. Benitez, Secretaria de la AER Villa Mercedes.

2016

Producción científico-técnica del INTA San Luis

José Daniel Giulietti y Mario Oscar Funes

Producción científico-técnica del INTA San Luis / Diego Javier Celdran... [et al.] ; editado por José Daniel Giulietti ; Mario Funes ; fotografías de Martín Santos Chichahuala. - 1a ed. - San Luis: Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria San Luis, 2016.

208 p.; 29 x 21 cm.

ISBN 978-987-521-712-6

1. Riego. 2. Suelos. 3. Fauna. . Pastizales naturales. 5. Sistemas Productivos e Impacto Ambiental. I. Celdran, Diego Javier II. Giulietti, José Daniel, ed. III. Funes, Mario, ed. IV. Chichahuala, Martín Santos, fot.

CDD 630.7

INDÍCE DE CAPÍTULOS

1- LA CIENCIA Y SU MÉTODO: HERRAMIENTA FUNDAMENTAL DE LA EEA SAN LUIS. Celdrán, D. J.	9
2- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA CON BASE PASTORIL. Frasinelli, C. A.	31
3- CULTIVOS FORRAJEROS EN SAN LUIS, ALGUNAS REFLEXIONES. Veneciano, J. H.	51
4- LA SALUD ANIMAL EN LOS SISTEMAS GANADEROS BOVINOS EN LA REGION SEMIARIDA-SUBHUMEDA DEL CENTRO DE LA ARGENTINA. Rossanigo, C. E.	61
5- EXPLORANDO LOS LÍMITES AGRO-ECOLÓGICOS DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS. Collado, A. D.	91

6- AVANCES EN EL ESTUDIO Y MANEJO DE LOS SUELOS EN SAN LUIS. Colazo, J. C. y de Dios Herrero, J. M.	105
7- MANEJO Y CONSERVACIÓN DE FAUNA: EL VENADO DE LAS PAMPAS Y SU HÁBITAT NATURAL. Demaría, M. R.	117
8- DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN EN LOS PASTIZALES PSAMOFILOS DE SAN LUIS: UN ENFOQUE DESDE LA ESTABILIDAD ECOSISTEMICA. Arroyo, D. N. .	127
9- CONTROL DE LA TEMPERATURA Y PRECITACIONES SOBRE LA FENOLOGÍA DE GRAMINEAS NATIVAS, EN UNA VENTANA TEMPORAL DE 35 AÑOS. Chicahuala, M. S.	147
10- EL RIEGO PERMITE ESTABILIZAR E INCREMENTAR LOS RENDIMIENTOS. Saenz, C. A.	165

LISTA DE AUTORES

Arroyo, Daniel Nicolás

Ingeniero de Recursos Naturales, Universidad Nacional de La Rioja, Sede Universitaria Chamental.

Magister en Prevención y Control de la Desertificación, Universidad Nacional de La Rioja, Sede Universitaria Chamental.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.

Email: arroyo.daniel@inta.gob.ar

Celdrán, Diego Javier

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Universidad Nacional de San Luis.

Master en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.

Email: celdran.diego@inta.gob.ar

Chichahuala, Martin Santos

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Universidad Nacional de San Luis.

Master en Recursos Naturales, Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.

Email: chichahuala.martin@inta.gob.ar

Colazo, Juan Cruz

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa.

Doctor en Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.

Email: colazo.juan@inta.gob.ar

Collado, Alfredo Derlys

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

Doctor en Ciencias Ambientales, Programa Cartografía, Teledetección y SIG, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.
Email: collado.alfredo@inta.gob.ar

Demaria, Manuel Rodolfo

Biólogo, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de La Córdoba.
Doctor en Ciencias Ambientales, Programa Cartografía, Teledetección y SIG, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.
Email: demaria.manuel@inta.gob.ar

De Dios Herrero, Juan Martin

Licenciado en química –orientación agrícola- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.
Email: dediosherrero.juan@inta.gob.ar

Frasinelli, Carlos Alberto

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Córdoba.
Magister Scientiae en Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.
Email: frasinelli.carlos@inta.gob.ar

Rossanigo, Carlos Esteban

Médico Veterinario, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
Magister y Doctor en Ciencias Biológicas en la Université des Sciences et Techniques du Languedoc, en Montpellier, Francia.
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.
Email: rossanigo.carlos@inta.gob.ar

Saenz, Claudio Alejandro

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Universidad Nacional de San Luis

Máster en Riego y Drenaje, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.

Email: saenz.claudio@inta.gob.ar

Veneciano, Jorge Hugo

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Universidad Nacional de San Luis.

Magister Scientiae en Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Universidad Nacional de San Luis.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. Argentina.

Email: veneciano.jorge@inta.gob.ar

CAPÍTULO 1

LA CIENCIA Y SU MÉTODO: HERRAMIENTA FUNDAMENTAL DE LA EEA SAN LUIS.

Celdrán, D. J.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

1- INTRODUCCIÓN	10
2- CIENCIA-CONOCIMIENTO-TECNOLOGIA	10
2-1 ¿Qué es conocimiento?	10
2-2 Definamos que entendemos por “Ciencia”	12
2-3 ¿Quién estudia a la Ciencia?	13
2-4 La ciencia en el contexto actual	14
2-5 Ciencia y Tecnología	16
3- MÉTODO CIENTÍFICO Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	17
3-1 ¿Qué es el método científico?	17
3-2 El proceso de investigación	19
3-3 Hipótesis ¿sí o no?	21
3-4 Hacia dónde va la ciencia y la investigación en la EEA San Luis	22
3-5 El camino de la interdisciplinariedad conduce a una mejor ciencia	23
4- COMENTARIOS FINALES	24
5- BIBLIOGRAFÍA	26

“La ciencia es una escuela de modestia, de valor intelectual y de tolerancia: muestra que el pensamiento es un proceso, que no hay gran hombre que no se haya equivocado, que no hay dogma que no se haya desmoronado ante el embate de nuevos hechos”

(Ernesto Sábato)

1- INTRODUCCIÓN

Empezaremos por decir que este capítulo no es un ensayo epistemológico, ni de filosofía de la ciencia, (existen numerosos documentos y muy buenos por cierto, sobre estos temas). Sí mencionaremos mucho a la ciencia y su método, pero lo haremos desde un lugar y con un vocabulario accesible. La EEA San Luis desarrolla acciones de investigación (en el marco de la ciencia) e innovación tecnológica en los territorios para mejorar la competitividad y el desarrollo rural sustentable, en definitiva todos y cada uno de los que pasamos por este libro hacemos CIENCIA.

La idea de este capítulo es trabajar algunos conceptos básicos e importantes a la hora de realizar una investigación en el marco de la ciencia, aunque no daremos recetas últimas (porque no existen), simplemente mencionaremos los pasos que seguimos en la estación experimental cuando llevamos a cabo una investigación. Creemos que tratar temas tan álgidos, de manera amena y sencilla, puede ser de gran utilidad a estudiantes, técnicos y productores que no estén tan familiarizados con la “Ciencia” y su entorno.

2- CIENCIA-CONOCIMIENTO-TECNOLOGIA

2-1 ¿Qué es conocimiento?

Conocimiento es pensamiento simplificado, codificado y empaquetado listo para salir de la mente y capaz de atravesar la realidad para así tener alguna opción de tropezarse contra otra mente que lo decodifique (Wagensberg J.2014).

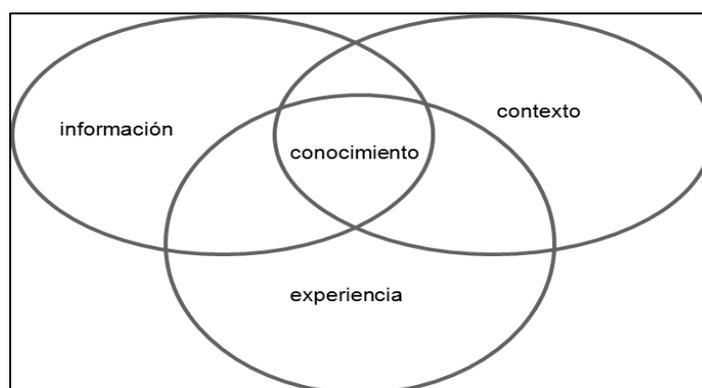


Figura N° 1.1: Diagrama el conocimiento y sus componentes.

Como se puede apreciar en la figura N°1.1, el conocimiento es la intersección de varios componentes como son: la información, que es un conjunto organizado de datos procesados, que constituyen un mensaje que cambia el estado de conocimiento del sujeto o sistema que recibe dicho mensaje. La Experiencia, como forma de conocimiento o habilidad derivados de la observación, de la participación y de la vivencia de un evento o proveniente de las cosas que suceden en la vida, es un conocimiento que se elabora colectivamente. Por último vemos que el Contexto forma parte de ese entramado. Contexto entendido como el conjunto de circunstancias que rodean una situación y sin las cuales no se puede comprender correctamente.

Wagensberg (2014) nos dice que tenemos 2 buenas hipótesis: la realidad existe y yo la puedo comprender. Sobre tales columnas se levanta toda la Ciencia. Ambas afirmaciones son discutibles pero las hipótesis sencillamente se asumen o no se asumen. Y el beneficio de la primera (siglos de ciencia) es bastante mayor que el de no asumirlos. Cualquier clase de conocimiento aspira a comprender la realidad. Para elaborar conocimiento a partir de un pensamiento, se requiere de: un pedazo inteligible de la realidad, un método y un lenguaje Wagensberg J. (2014). Todo conocimiento conlleva el riesgo del error y de la ilusión. Error e ilusión parasitan la mente humana desde la aparición del homo sapiens. (Morín E. 1999). El error y la ilusión forman parte de nuestra propia subjetividad, y no la podemos aislar en ningún campo, no sólo en la ciencia.

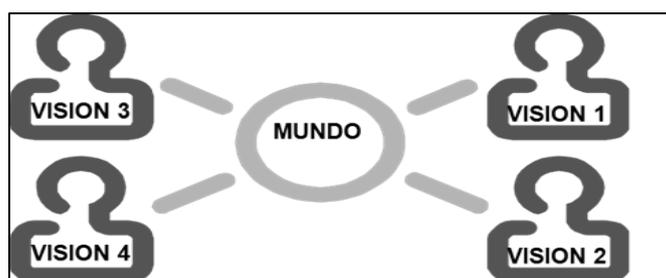


Figura N° 1.2: Diagrama de percepciones (visión).

Un conocimiento no es el espejo de las cosas o del mundo exterior. Todas las percepciones son a la vez traducciones y reconstrucciones cerebrales, a partir de estímulos o signos captados y codificados por los sentidos, se sabe que los

innumerables errores de percepción, nos llegan de nuestro sentido más fiable, el de la visión (Morín E. 1999). Esto que tan clara y poéticamente (si se me permite el término) expresa Edgard Morín, lo tratamos de representar en la figura N°1.2 (diagrama de percepciones) todos los sujetos sociales, vemos una porción del mundo, y la decodificamos e interpretamos según nuestro contexto (historia de vida, conocimiento, etc) atravesado por nuestra propia subjetividad, y con estos condimentos debemos convivir, al hacer ciencia.

2-2 Definamos que entendemos por “Ciencia”

La ciencia constituye un sistema, históricamente formado, de conocimientos ordenados cuya veracidad se comprueba y se puntualiza constantemente en el curso de la práctica social. La fuerza de la ciencia está en sus generalizaciones, en el hecho de que tras lo casual y caótico, halla e investiga leyes objetivas sin cuyo conocimiento no es posible desplegar una actividad práctica consciente y orientada hacia un determinado objetivo. (Diccionario Soviético de Filosofía 1965).

Para Asensi Artiga y Parra Pujante (2002) la ciencia se establece como un bien en sí misma, como sistema de ideas establecidas provisionalmente (el conocimiento científico, cuyo contenido siempre debe ser sometido a revisión) y como actividad generadora de nuevas ideas (por medio de la investigación). Ideas establecidas transitoriamente, he aquí uno de los baluartes de la ciencia, su dinámica, que le exige ser revisada constantemente, asegurando fiabilidad.

Por su parte Wolovelsky E. (2005), afirma que la ciencia forma parte del corazón de nuestra cultura y, aunque su dominio puede desplegarse para preservar intereses preponderantes de clase o de género, también puede hacerlo para aliviar el sufrimiento humano. Se aprecia que la ciencia va mucho más allá, de la publicación o de selectos grupos de intelectuales, al ser una construcción social, forma parte de nuestra cultura.

Elizondo López A. (2003) por su parte, al hablar de la Ciencia en general, hace referencia al conjunto de conocimientos que de una manera metódica, racional y objetiva, describen, analizan, explican, controlan, generalizan y predicen los fenómenos que se producen en la naturaleza y en la sociedad. En esta definición, vislumbramos componentes claves: metodología, objetividad, análisis, explicación, que permiten como mencionamos anteriormente, dinamismo al cuerpo de la ciencia.

Con todas estas definiciones, nos podemos figurar que la ciencia forma parte de las sociedades, por lo tanto nos concierne a todos y cada uno de nosotros. En ningún momento podemos considerar a la ciencia como un conocimiento definitivo; la ciencia no puede ser estática, su característica es la de ser dinámica, y aunque se formula a nivel de ideas y postulados plenamente organizados y coherentes entre sí, debe confrontarse con la realidad a fin de establecer su objetividad, de la cual depende su nivel de científicidad (Tamayo y Tamayo 2003).

Vázquez, y Col. (2004) sugieren que existe cierto consenso entre filósofos, historiadores y profesores en que el conocimiento científico, es hipotético, provisional, sujeto a cambios, empíricamente fundamentado, (por medio de observaciones) y a su vez es parcialmente subjetivo, debido a un gran número de teorizaciones. Para su cimentación, demanda inferencias, razonamientos, deducciones, una cuota de imaginación y creatividad, para generar explicaciones, donde deben distinguirse las observaciones de las inferencias. Comprende relaciones complejas entre las leyes y las teorías. Está social y culturalmente impregnado. La cultura atraviesa a la ciencia y su método. La ciencia como creadora de conocimiento a lo largo de la historia siempre ha estado tras el mismo objetivo, tratar de explicar y comprender el mundo que nos rodea y para tamaña empresa necesitamos una gran cuota de imaginación y creatividad.

La ciencia busca establecer las relaciones existentes entre diversos hechos, e interconectarlas entre sí a fin de lograr conexiones lógicas que permitan presentar postulados o axiomas en los distintos niveles del conocimiento; a partir de la sistematización que logra mediante la utilización de la investigación y el método científico, determina la objetividad de las relaciones que establece entre los hechos y fenómenos de que se ocupa (Tamayo y Tamayo 2003).

2-3 ¿Quién estudia a la Ciencia?

Esta es una buena pregunta. Vimos a la ciencia como generadora de conocimiento, pero ustedes se preguntarán ¿quién estudia a la ciencia? bueno, la respuesta es la Epistemología. La epistemología es la teoría filosófica que trata de explicar la naturaleza, las variedades, los orígenes, los objetos y los límites del conocimiento científico (Bynum y Col., 1986). Cuantas cuestiones importantes en tan corta definición. La epistemología determina (dispone) los límites del conocimiento científico, vaya responsabilidad que tienen nuestros amigos los epistemólogos.

El desarrollo del conocimiento científico es un medio poderoso de detección de errores y de lucha contra las ilusiones. No obstante, los paradigmas que controlan la ciencia pueden desarrollar ilusiones y ninguna teoría científica está inmunizada para siempre contra el error. Además, el conocimiento científico no puede tratar únicamente los problemas epistemológicos, filosóficos y éticos (Morín E. 1999). El mismo Morín plantea que la educación debe dedicarse a la identificación de los orígenes de errores, de ilusiones y de cegueras. Educación y ciencia, en realidad educar en ciencia, es un gran desafío y un tema en sí mismo, que lamentablemente por cuestiones de extensión no abordaremos en este capítulo.

Cuando analizamos lo que estudia la epistemología, y las preguntas que derivan de la misma: ¿cómo conocemos? ¿Por qué sabemos? ¿Lo que sabemos es verdadero? Supongo que más de uno de nosotros, se ha hecho estos cuestionamientos. No podemos desconocer que la ciencia, atravesada por lo socio-cultural, tiene intereses (en muchos casos responden a intereses económicos muy fuertes) y responde a ideologías. A no angustiarnos, la buena noticia es la existencia de los epistemólogos que velan por la integridad de la ciencia.

Por su parte Mario Bunge (1985) nos dice “Epistemología, o filosofía de la ciencia, es la rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico.” De a poco van apareciendo nuevos conceptos o particularidades, que iremos desarrollando, por ahora podemos decir que la ciencia tiene un producto: el conocimiento y un método: el método científico, que desarrollaremos en el apartado 3 de este capítulo.

2-4 La ciencia en el contexto actual

Como vimos la ciencia es una construcción de las sociedades y por lo tanto está gobernada por el contexto (cultura-momento histórico - economía, etc) en donde se genera. Rugarcía et al., 2000. al referirse al siglo XXI que estamos transitando, menciona las siguientes particularidades y desafíos que tenemos por delante: la proliferación de la información, a ritmos sin precedentes; el cambio acelerado en los conocimientos y tecnologías que exige adaptación y flexibilidad; ración de conocimiento transformó nuestras sociedades en sociedades del conocimiento, y esto es un desafío para la ciencia.

La noción de sociedad de la información se basa en los progresos tecnológicos. En cambio, el concepto de sociedades del conocimiento comprende dimensiones sociales, éticas y políticas mucho más amplias. En nuestros días, se admite que el conocimiento se ha convertido en objeto de inmensos desafíos económicos, políticos y culturales, hasta tal punto que las sociedades cuyos contornos empezamos a vislumbrar bien pueden calificarse de sociedades del conocimiento. Una sociedad del conocimiento es una sociedad que se nutre de sus diversidades y capacidades (UNESCO 2005). Glavich, et al. (1998), refiere que la investigación en ciencias ha priorizado y favorecido (naturalizado) una determinada tradición epistemológica, sin tener en cuenta, apertura y diversidad. Apertura y diversidad es justamente lo que nos plantea la sociedad del conocimiento. La ciencia debe nutrirse de diversidad, para estar nuevamente a la altura de las demandas de la sociedad actual.

El INTA como institución plantea la creciente complejidad de la generación del conocimiento y para la gestión de la innovación, se requieren de alianzas estratégicas, la integración de consorcios y la organización en redes articulando intereses, capacidades, ideas y recursos financieros de múltiples actores públicos y privados son estratégicas (INTA-PEI 2005-2015). Vemos que nuestra institución ha recibido (y comenzó a decodificarlo) el mensaje y el desafío que plantean las sociedades del conocimiento.

Las actividades de investigación en la “frontera del conocimiento”, presentan al menos tres requisitos que condicionan su calidad: creciente complejidad inter y transdisciplinaria, costos crecientes y constante aumento de la “masa crítica” (INTA-PEI 2005-2015). La creciente complejidad, no obliga a buscar soluciones “nuevas”, más creativas, y la creatividad surge de grupos multidisciplinarios, donde se piensa distinto. Por eso es menester que las masas críticas sean diversas.

Carlos Borsotti (2007) nos plantea que "el conocimiento científico es enteramente conceptual, ya que, en último término, está constituido por sistemas de conceptos interrelacionados de distintos modos. De ahí que, para acceder a las ideas de la ciencia, sea necesario manejar los conceptos y los lenguajes de la ciencia". Vemos que la ciencia, a pesar de la fortaleza de su método, está llena de subjetividad. Entendida como nos dice Ruiz Martí del Campo, (1998) “Hablar de la subjetividad es hablar de la condición de los sujetos, de su índole, de sus peculiaridades, de aquello que los delimita y distingue del mundo de los objeto”. Frontera del conocimiento, complejidad, subjetividad, sociedades del conocimiento, no caben dudas que la ciencia y su método

está ante una gran encrucijada, más que nunca deberán recurrir a su flexibilidad, fortaleza y dinámica.

2-5 Ciencia y Tecnología

La ciencia, la tecnología, la innovación y el conocimiento, son instrumentos fundamentales, socialmente hablando, para erradicar la pobreza, combatir el hambre y mejorar la salud, así como para alcanzar un desarrollo regional sostenible, integrado, inclusivo, equitativo y respetuoso del medio ambiente, prestando una particular atención a la situación de las economías más frágiles. Para ello es imprescindible, avanzar hacia políticas públicas que construyan una sociedad del conocimiento que propicie la equidad, la inclusión, la diversidad, la cohesión y la justicia social, así como el pleno respeto por la igualdad de género, y que contribuya a superar los efectos de la crisis financiera y económica mundial en nuestros países, con el fin último de mejorar la calidad de vida de nuestros pueblos. (Jorge Grandi 2010)

Tecnología es definida por Quintanilla (1996) como un conjunto de herramientas que se incorporan al conocimiento científico para operar sobre la realidad a fin de solucionar problemas o implementar innovaciones. En definitiva todos los que participamos de este libro, desarrollamos nuestras tareas en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y esa es nuestra premisa, transformar (traducir) la ciencia o el conocimiento científico, en tecnología, pero no en cualquier tecnología, trabajamos para poner a disposición de la sociedad tecnologías que hagan más fácil la vida y el trabajo de los distintos actores de nuestros territorios.

La Ciencia y la Tecnología son pilares importantes en el desarrollo de toda sociedad: sin investigación (ciencia) no hay conocimiento de la realidad ni rumbo definido (Rojas 2002). El INTA nació con la finalidad de “impulsar, vigorizar y coordinar el desarrollo de la investigación y extensión agropecuaria y acelerar, con los beneficios de estas funciones fundamentales, la tecnificación y el mejoramiento de la empresa agraria y de la vida rural”. Sus esfuerzos se orientan a la innovación como motor del desarrollo e integra capacidades para fomentar la cooperación interinstitucional, generar conocimientos y tecnologías y ponerlos al servicio del sector a través de sus sistemas de extensión, información y comunicación. Queda claro que para el INTA ciencia, tecnología e investigación son temas de capital importancia.

Como podemos apreciar en el cuadro N°1.1, existen diferencias (sobre todo en sus propósitos) entre ciencia y tecnología, pero son en general compatibles con un fin último: mejorar la calidad de vida de las personas. Seguramente esta concepción puede ser criticada, no desconocemos que muchas veces las tecnologías (y por ende la ciencia) han sido usado con fines poco felices, esto está claro y es entendible, porque como mencionamos con anterioridad ciencia y tecnología, son construcciones sociales, cargadas de subjetividad e intencionalidad.

Ciencia	Tecnología
Indagación	Acción
Conocer-comprender-investigar	Controlar-intervenir-modificar la realidad
descubrimiento	Innovación/invencción
Es desinteresada	Es utilitaria
Persigue principios y leyes	Es normativa

Cuadro N°1.1: Comparación entre ciencia y tecnología. Adaptado de Cataldi y Lage (2004)

3- MÉTODO CIENTÍFICO Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Barragán Linares (1990) Cuando hace referencia a la ciencia se refiere como un cuerpo (unidad coherente interrelacionada) de conocimientos (racionales) organizados (sistematizados)objetivos (contrastables) de lo real(naturaleza y sociedad) en el que se indican(precisan) las pautas generales (leyes) de los fenómenos naturales y sociales(realidad).Características de la ciencia: metodológica; racionalidad; objetividad; generalidad; verificabilidad; temporalidad. Los objetivos de la ciencia son: explicar comprender y predecir. Ahora nos vamos a referir al método por excelencia de la ciencia: “el método científico”.

3-1 ¿Qué es el método científico?

Método científico, sería aquel conjunto de conocimientos racionales, ciertos y probables, obtenidos metódicamente, sistematizados y verificables, que hacen referencia a objetos de una misma naturaleza (Tamayo y Tamayo 2003)

El método científico pretende ser universal y único, respetando 3 principios objetividad; inteligibilidad y dialéctica. El principio de objetividad pide la mínima influencia del observador en lo observado. El principio de inteligibilidad define la capacidad de comprensión que un conocimiento tiene sobre la realidad. El principio dialéctico establece que todo conocimiento científico sea máximamente desmentible (falsable) por la realidad.

El método científico tuvo origen en dos grandes corrientes filosóficas: el empirismo, que establece que el conocimiento de las verdades del mundo natural se obtienen a través de la observación directa de los fenómenos naturales. Y el Racionalismo, que sostiene que el conocimiento de la verdad se deduce de principios obtenidos a través de la razón (Vasconcelos Palacios 1984).

El método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en el que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica (Tamayo y Tamayo. 2003).

Según Bunge (1985) “El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada; donde no hay un método científico, no hay ciencia. Pero no es infalible ni autosuficiente. El método científico es falible: puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que llega por medio del análisis directo. Tampoco es autosuficiente, no puede operar en un vacío de conocimientos, sino que requiere algún conocimiento previo que pueda luego reajustarse y elaborarse y tiene que complementarse mediante métodos especiales adaptados a las peculiaridades de cada tema”.

Nuevamente observamos en el cuadro N°1.2 diferencias y similitudes entre el método de la ciencia y el método de la tecnología. Los más destacables de ambos, es la reformulación del problema, cuando no se consiguen los objetivos planteados.

Método científico	Método tecnológico
Parte de un problema cognoscitivo	Problema práctico
Hipótesis	Diseño-prototipo-pruebas
Validación-contrastación	Corrección del diseño
Reformulación del problema	Reformulación del problema

Cuadro N°1.2: Comparación entre método científico y tecnológico.
Adaptado de Cataldi y Lage (2004)

3-2 El proceso de investigación

Como mencionamos en la introducción, no buscamos recetar, simplemente mencionaremos como, en general, se formula un proceso de investigación, sin desconocer que pueden existir numerosas variables, pero a los fines de este capítulo haremos referencia al proceso investigativo en el marco del método científico.

Se pueda afirmar que la investigación forma parte del conocimiento humano en general y por tanto el conocimiento se ha definido como un proceso en el cual se relacionan un sujeto cognoscente (quien conoce) con un objeto de conocimiento (aquello que se conoce) lo que da como resultado un producto mental nuevo, llamado conocimiento. Ahora bien, si es propio del hombre conocer, y podemos afirmar que existen muchas formas de conocer, muchas de ellas fragmentadas, por muy especializadas que sean, entonces es necesario integrar, articular la información de lo conocido, para poder decir algo más preciso y cercano a la verdad de las cosas (Martínez Rodríguez 2011).

Según Taylor y Bogdan (1986), el término metodología designa el modo en que enfocamos los problemas y buscamos las respuestas. Por método entendemos el conjunto de operaciones y actividades que, dentro de un proceso preestablecido, se realizan de una manera sistemática para conocer y actuar sobre la realidad. Los posibles pasos (metodología) a seguir son los siguientes:

- A)- Identificación (elección del tema) y formulación del problema que motiva el comienzo de la investigación.
- B)- Enunciado de la o las hipótesis (en estrecha vinculación con los objetivos).
- C)- Experimentación (diseño del experimento, control de variables, recogida de datos, observaciones).
- D)- Análisis e interpretación de datos (estadísticas) a la luz del modelo teórico y elaboración de conclusiones.
- E)- Comunicación de los resultados obtenidos (para que puedan ser repetidos y refutados)

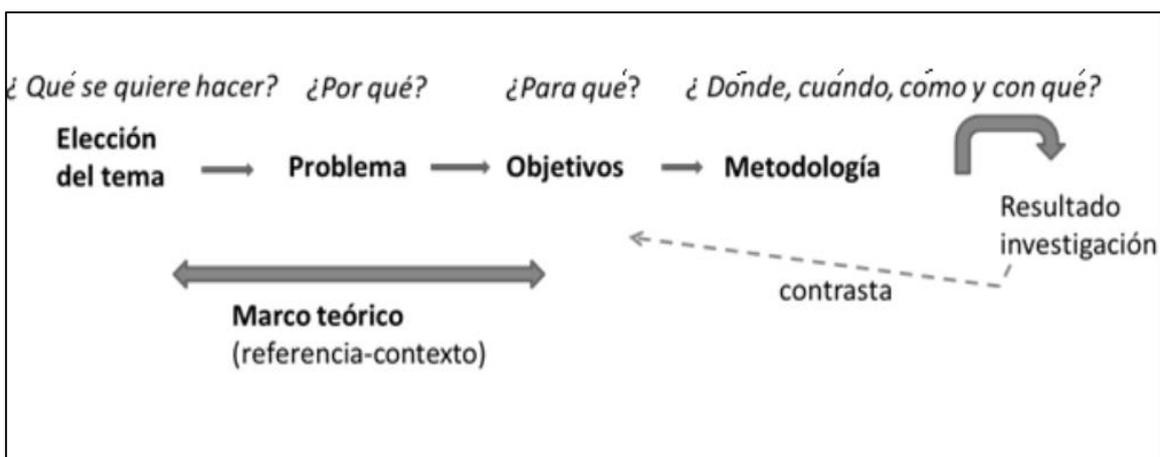


Figura N°1.3: Instancias de un proceso de investigación tipo.

Como podemos apreciar en la figura N° 1.3, el proceso de investigación está impregnado de preguntas en todas sus etapas, podríamos decir que tiene un principio inquisitivo. Partimos de elegir el tema (recortamos la realidad) y nos preguntamos qué es lo que queremos hacer, definimos nuestro objeto de estudio. Luego identificamos el problema, que responde a la pregunta por qué queremos hacer esa investigación (qué beneficio traerá aparejada), seguidamente plantearemos objetivos (el para qué). Como se visualiza en la figura N° 1.3, estas primeras etapas del proceso de investigación, se dan en un marco, el marco teórico, componente fundamental del proceso de investigación y de la ciencia en general.

Ezequiel Ander-Egg (1990) nos dice que en el marco teórico o referencial "se expresan las proposiciones teóricas generales, las teorías específicas, los postulados, los supuestos, categorías y conceptos que han de servir de referencia para ordenar la masa de los hechos concernientes al problema o problemas que son motivo de estudio e investigación"

Hernández Sampieri et. al. (1997) destacan las siguientes funciones que cumple el marco teórico dentro de una investigación:

- Ayuda a prevenir errores que se han cometido en otros estudios.
- Orienta sobre cómo habrá de realizarse el estudio.
- Amplía el horizonte del estudio y guía al investigador para que se centre en su problema, evitando desviaciones del planteamiento original.

- Conduce al establecimiento de hipótesis o afirmaciones que más tarde habrán de someterse a prueba en la realidad.
- Inspira nuevas líneas y áreas de investigación.
- Provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

Parte fundamental del proceso es la experimentación, por medio de observaciones. La observación es el estudio de los fenómenos tal como se presentan en la naturaleza. Por su parte la experimentación es el estudio de fenómenos bajo condiciones controladas por el experimentador. La mayoría de las metodologías, llevan incluidas técnicas. El término técnica hace referencia al conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o arte. También puede entenderse como la habilidad para operar conforme a las reglas o los procedimientos y recursos de los que se sirve una ciencia o arte (Perez Serrano 1998).

Pueden existir errores a lo largo de todo el proceso de investigación (percepción e intelectuales), al error de percepción se agrega el error intelectual. El conocimiento en forma de palabra, de idea, de teoría, es el fruto de una traducción-reconstrucción mediada por el lenguaje y el pensamiento y por ende conoce el riesgo de error (Morín E. 1999). Seguramente a lo largo de la historia de la ciencia, hubo errores y los habrá en el futuro, pero la ciencia y su método son lo suficientemente robustos, para aprender de los errores, reformularse a partir de ellos y seguir aportando al desarrollo de las sociedades.

La contradicción entre sujeto y objeto es el motor infatigable del progreso de la ciencia. La contradicción en ciencia es un presagio de nuevo conocimiento, una buena noticia, una promesa de gozo intelectual científico Wagensberg (2014). No debemos tener miedo al error (bien intencionado), ni a las contradicciones, la ciencia es un proceso reflexivo, que se nutre de las diferencias.

3-3 Hipótesis ¿sí o no?

Cuando vemos trabajos de investigación (tesis, tesinas, publicaciones, etc) podemos notar que no siempre está la hipótesis explicitada. La Real Academia Española, define hipótesis como la suposición de algo posible o imposible, para sacar de ello una consecuencia. Teniendo en cuenta esta definición, podemos inferir que en todo proceso de investigación existen suposiciones por lo tanto empleamos hipótesis. Estas suposiciones surgen del marco teórico, de los antecedentes. Al acudir a los antecedentes, nos podemos dar cuenta de cómo ha sido tratado un problema específico

de investigación, qué tipos de estudios se han efectuado, con qué tipo de sujetos, cómo se han recolectado los datos, en qué lugares se han llevado a cabo, qué diseños se han utilizado (Hernández Sampieri et. al. 1997).

Para que sea admitida como parte del conocimiento científico, la hipótesis tiene que demostrarse por medio de una cuantificación determinada o una proporción matemática que permita su verificación estadística, pues el argumento meramente inductivo no es científicamente concluyente (Schmelks y Corina 2007). Toda elucubración, que surja del empleo del método científico, debe estar avalada y verificada, este es uno de los pilares de la ciencia, debemos demostrar lo que inferimos o suponemos (para que cualquier colega lo repita en otro sitio), de lo contrario no podemos hablar de ciencia.

3-4 Hacia dónde va la ciencia y la investigación en la EEA San Luis

En INTA se diferencian selectivamente cuatro componentes estratégicos: investigación (el que nos compete en este capítulo) y desarrollo; transferencia y extensión; vinculación tecnológica y relaciones institucionales y se los integra dentro de los instrumentos de intervención (planes, programas y proyectos INTA-PEI 2005-2015). La investigación en el campo agronómico (ciencias agrarias) ha sido el eje de trabajo de la estación experimental San Luis por excelencia.

Las ciencias agrarias han definido su objeto de trabajo bajo el paradigma reduccionista, mecanicista y objetivista, interpretándolo como un espacio natural, que se transforma en un espacio neutral, entendido de forma separada con respecto de su entorno, se determina mejor su realidad objetiva, cuando se aísla experimentalmente. En este espacio “objetivo” se establece una población vegetal o animal, en el que la problemática del proceso productivo es reducida y abordada desde el paradigma del factor limitante, el cual es trabajado por cada disciplina de manera aislada espacial y temporalmente. A cada uno de ellos se le encuentra la solución hasta que surge otro factor limitante, atendiendo los síntomas y no las causas. Así, el proceso productivo es la resultante de la sumatoria o superposición de dichos factores (Vélez Vargas 2004). Cuando analizamos los contextos actuales, mencionamos la necesidad de una nueva mirada, que sea más inclusiva e integre todos los componentes del colectivo social, que la clásica mirada reduccionista y simplista.

Hoy el INTA parte sus lineamientos desde otra mirada, la de un nuevo paradigma, denominado: Desarrollo Territorial Rural (DTR) que entiende al territorio no como un

espacio físico o geográfico sino como una “construcción social, es decir, un conjunto de relaciones sociales que dan origen y a la vez expresan una identidad y un sentido de propósitos compartidos por múltiples agentes públicos y privados” (Schejtman y Berdegué, 2004)

Schejtman y Berdegué (2004) definen el DTR como un proceso de transformación productiva e institucional en un espacio rural determinado, cuyo fin es disminuir la pobreza rural. La transformación productiva tiene el propósito de articular competitiva y sustentablemente a la economía del territorio a mercados dinámicos. El desarrollo institucional tiene los propósitos de fomentar y facilitar la interacción y la concertación de los actores locales entre sí y entre ellos y los agentes externos de importancia, y de incrementar las oportunidades para que la población pobre participe del proceso y sus beneficios. Es desde este paradigma en donde se para la experimental INTA San Luis, esta nueva concepción sigue haciendo ciencia, por medio de los PRET (proyectos regionales con enfoque territorial).

En la actualidad, prácticamente en todos los campos y sus disciplinas, se está cuestionando la producción científica que se elaboró bajo la perspectiva del positivismo. La idea de la modernidad, y sus narrativas totalizadoras, tales como las filosofías metafísicas, idealistas, naturalistas, y materialistas demostró un desgaste en cuanto a las delimitaciones tradicionales de las áreas del conocimiento, las experiencias y la cultura. (Martins, 1998), más de una vez mencionamos la flexibilidad (adaptabilidad) de la ciencia, los PRET no son otra cosa, es la ciencia y su método con una mirada compleja e interdisciplinaria, adaptada a la demanda de la sociedad actual.

3-5 El camino de la interdisciplinariedad conduce a una mejor ciencia

Díaz et al. (2010) hace referencia, que cada época histórica (contexto) posee una concepción del saber, basada en los criterios que ésta supone de lo que es conocimiento en sentido estricto, actualmente consideramos lo científico (y su método) como el modelo casi excluyente de todo saber que se precie de tal. Vemos claramente que con este concepto de conocimiento, dejamos de lado muchos otros “saberes”. El ideal de la ciencia es la sistematización, es decir, el logro de una interconexión sistemática de los hechos; ya que las proposiciones aisladas no constituyen una ciencia, es necesaria la integración (Tamayo y Tamayo 2003).

Integración es la clave de este nuevo tiempo, cuanto tiempo perdido y lapidados progresos, por discusiones vanas y etéreas sobre ciencias blandas y duras. Los tiempos actuales nos demandan tanto a las ciencias naturales como a las sociales, integración y trabajo en conjunto, en el marco de la armonía que brinda el respeto por el otro. Esto en sintonía con Wallerstein, et al (1998) que lo expone claramente “Las ciencias sociales han venido avanzando en dirección hacia un respeto cada vez mayor por la naturaleza, al mismo tiempo las ciencias naturales han ido desplazándose hacia una visión del universo como inestable e impredecible, y por lo tanto conciben al universo como una realidad activa y no como un autómatas sujeto a la dominación de los seres humanos, que de alguna manera están ubicados fuera de la naturaleza”. Integración, multidisciplinariedad, no silenciar saberes, respeto por el trabajo del otro, esta es la nueva concepción que se plantea, por supuesto sin renunciar a hacer ciencia.

4- COMENTARIOS FINALES

Intencionalmente no dije conclusiones, porque como vimos a lo largo de este capítulo, en ciencia nada es definitivo, además sería saludable que estén dudando de todo lo que leyeron. Recuerden el esquema N°2, de las visiones, les presenté un recorte, altamente sesgado por mi propia subjetividad, el desconfiar es beneficioso para la ciencia. Ahora sí que hablen algunos otros autores (que son los que saben) y transitemos estos comentarios finales:

Según Yuni y Urbano (2006) “Investigar supone tomar decisiones acerca de cómo resolver el problema de investigación. Para ello el investigador debe ponderar y valorar diferentes caminos que le ofrecen las tradiciones científicas y los enfoques de investigación desarrollados en cada campo del saber científico.” En esto debemos hacer hincapié: la multiplicidad de caminos que ofrece la ciencia.

Un modelo científico es una representación provisoria, perfectible e idealizada de una entidad o fenómeno físico (Bunge, 1985). Que contundencia la de Mario Bunge, es en este punto en donde debemos hacer hincapié, lo científico es una representación (de la realidad) provisoria, que idealizamos, pero nunca debemos perder de vista que es perfectible, mejorable, adaptable. Después de todo, como dice Wagensberg (2014), tampoco existe buena ciencia o mala ciencia, solo ciencia vigente. La vigencia muy entrelazada con lo contextual con lo epocal. La historia en general y la de la ciencia en particular nos ha enseñado que las que fueron respuestas correctas para preguntas de

su tiempo, años después fueron consideradas erróneas. Los héroes se convirtieron en villanos y viceversa. No hay verdades absolutas: “la ciencia es más un viaje que un destino” (Chamizo e Izquierdo 2007). Y como en cualquier viaje, no debemos sólo pensar en el destino final, analicemos, reflexionemos sobre lo que se nos presenta en el camino.

El método científico es característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada. Donde no hay método científico, no hay ciencia. Tiene como punto de partida el revelar la realidad de los hechos, a partir de la cual se formulan los problemas de investigación. No es infalible ni autosuficiente, no opera en un vacío de conocimientos pero es un método progresivo por ser auto correctivo: exige la continua comprobación de los puntos de partida, y requiere que todo resultado sea empleado como fuente de nuevas preguntas (González Aguado 2003). Recordemos la bella frase de Sábato, con la que arranca el capítulo... “el pensamiento es un proceso”... todos los días debemos trabajar y aportar para que ese proceso (viaje) llegue a buen puerto.

Según Rojas (2002) la finalidad de un científico, es incrementar su habilidad para explicar fenómenos, predecir sucesos no observados y por último poder controlar situaciones de la realidad. La predicción quizás sea la herramienta (habilidad) más potente de la ciencia y en la que más depositamos nuestras esperanzas.

Las investigaciones se originan en ideas. Para iniciar una investigación siempre se necesita una idea; todavía no se conoce el sustituto de una buena idea. Las ideas constituyen el primer acercamiento a la realidad que habrá de investigarse (Sampieri et al 1997). Parafraseando al tan celebre Albert Einstein diremos: “Lo importante es no dejar de hacerse preguntas”. Las buenas preguntas, llevan a buenas ideas y por añadidura a la buena ciencia, que en definitiva es ciencia útil.

Hasta mediados del siglo XX, la mayoría de las ciencias obedecían al principio de reducción que disminuye el conocimiento de un todo al conocimiento de sus partes, como si la organización de un todo no produjese cualidades o propiedades nuevas con relación a las partes consideradas separadamente (Morín E. 1999). El conocimiento científico es una construcción humana que tiene por objetivos comprender, explicar y actuar sobre la realidad. No es un conocimiento absoluto sino que está sujeto a reconstrucciones (Concari, 2001). Casi pecamos de redundantes con este punto, pero es clave remarcarlo y destacarlo: en ciencia no hay conocimiento absoluto, está en continua reconstrucción y transformación.

Según Vergara Santana (2007) siguiendo fines pragmáticos, la generación de conocimientos se parceló, se realizaron divisiones ficticias que facilitarán una mejor aproximación a la realidad estudiada. Con la división, se promovió la especialización, con frecuencia en perjuicio de la generalización; favoreciendo que en ocasiones se descontextualizara el sujeto de estudio. Se realizan estudios aislados, muy específicos, dejando de lado la integración del conocimiento. Los desafíos de este siglo XXI, plantean integración del conocimiento, para abordar la complejidad del contexto.

Como corolario de todo lo que mencionamos podemos decir, que el enfoque territorial planteado por INTA (2007) y su rama ejecutora los PRET, contiene y abarca todas estas cuestiones emergentes (que son los desafíos de la ciencia de hoy), con los siguientes ejes fundamentales: participación social; multidimensionalidad; multisectorialidad; visión de una economía de territorio; articulación entre lo urbano y lo rural; valoración del capital humano, social y natural; ordenamiento territorial; superación de la compensación; innovación tecnológica y organizacional; fortalecimiento de las capacidades territoriales; inclusión institucional. Estamos convencidos que sobre estos ejes debe trabajar y transitar la ciencia, o al menos la ciencia que hacemos (o intentamos hacer) en el INTA.

5- BIBLIOGRAFÍA

Ander-egg, Ezequiel. 1990 Técnicas de Investigación Social, Humanitas, Bs.As.

Asensi-Artiga V. y Parra-Pujante A. 2002. El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. Anales de documentación, N. ° 5, 2002, p. 9-19. Universidad de Murcia. España.

Barragán Linares, Hernando. 1990. Epistemología. USTA, Bogotá.

Borsotti, Carlos A. 2007. Temas de metodología de la investigación en ciencias sociales empíricas. Editorial Miño y Dávila. Buenos Aires.

Bynum, W. F., E. J. Browne & R. Porter. 1986. Diccionario de historia de la ciencia, Barcelona: Herder.

Bunge, Mario. 1985. La investigación científica: Su estrategia y su filosofía. Traducción de Manuel Sacristán. Segunda edición. Editorial Ariel, Barcelona 1985 .995pp.

Bunge, M. La investigación científica. Su estrategia y su filosofía. Barcelona, ediciones Ariel OCLC 5394770, última reedición en 2000 por México: Siglo XXI Editores.

Catldi Z. y Lage. F.2004. Diseño y organización de tesis. Nueva librería. Primera edición Noviembre 2004.

Concari, S.2001. Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias, Ciencia & Educación, 7(1), 85-94.

Chamizo José Antonio; Mercè Izquierdo.2007. Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales. N° 51 p. 9-19.

Díaz, e.; Heler m. 2000. El Conocimiento Científico, Volumen II, ed. Eudeba, Bs. As.p157-160

Diccionario soviético de filosofía,(1965), Ediciones Pueblos Unidos, Montevideo.En <http://www.filosofia.org/enc/ros/epis.htm>

Elizondo Lopez, Arturo. Proceso Contable 2. 2003. México. Cengage Learning Editores.

Glavich, Eduardo E. y otros.1998. Notas introductorias a la filosofía de la ciencia. 1: la tradición anglosajona. Buenos Aires: Eudeba.

González Aguado M. E. 2003. ¿Existe un método científico? Revista SIGMA 23. p.127-131.

Grandi Jorge en el prólogo de Estudios y documentos de política científica en ALC, Vol. 1.Guillermo Lemarchand (Editor).UNESCO 2010.

Hernández Sampieri C. R.; Fernández Collado C. y Pilar Baptista Lucio. Metodología de la investigación. Ed MCGRAW-HILL. (1997) .497p.

INTA.2007. Enfoque de desarrollo territorial: documento de trabajo n° 1. - 1a Ed. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. Programa Nacional de Apoyo al Desarrollo de los Territorios.16 p.

INTA.2004. El INTA que queremos Plan Estratégico Institucional 2005 – 2015 Buenos Aires.

Martínez Rodríguez. J.2011. Métodos de investigación cualitativa. SILOGISMO Número 08. Publicación semestral, Julio – Diciembre 2011.

Martins, J.B.1998.Multirreferencialidade e Educação; Em: "Reflexões em otrno da abordagem multirreferencial ": Editora da UFSCar; São Carlos,S.P. p.21-34

Morín. Edgard.1999. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO.

Rojas CM.2002. Manual de investigación y redacción científica. Lima: Book Xx press:94

Rugarcía, A; Felder, R; Woods,D; Stice, J.2000.The future of engineering education. A vision for a new century.Chemical Engineering Education. Vol. 34, No. 1. p.16- 25.

Ruiz Martín del Campo Emma.1998. Subjetividad femenina Espiral, vol. V, núm. 13, septiembre-diciembre p. 143-160.

Pérez Serrano Gloria. 1998. Investigación Cualitativa. Retos e Interrogantes. Muralla. Madrid.

Quintanilla, M. A. 1996. Tecnología, un enfoque filosófico. Eudeba. Buenos Aires.

Schejtman, A. y Berdegué, J. A. 2004. Desarrollo Territorial Rural. Debates y Temas Rurales Nº 1. RIMISP. Desarrollo territorial rural, Debates y Temas Rurales Nº 1, RIMISP Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, Chile. p. 4-6 y 45

Schmelkes, Corina .2007. La crisis de la ciencia en Lógica empírica "Supuestos o hipótesis", en Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación, ed. Oxford, 2ª ed.

Tamayo M. y Tamayo.2003. El proceso de la Investigación Científica. 4º edición. Editorial Limusa.

Taylor S. J., R. Bogdan.1992. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Editorial Paidós. 344 páginas

UNESCO.2005. Hacia las sociedades del conocimiento. Informe mundial de la UNESCO. ISBN 92-3-304000-3. 244 páginas.

Vasconcelos Palacios. G. 1984. Conceptos fundamentales del método científico. Artículo editorial. Rev. Mex. Anest.7:201-205.

Vázquez, A., Acevedo, J. y M. Manassero.2004. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. Revista Iberoamericana de Educación (en línea), Madrid, OEI. En http://www.rieoei.org/did_mat19.htm.

Wagensberg Jorge.2014. El pensador intruso: 1° Ed. Buenos Aires. Tusquets Editores. 320 páginas.

Wallerstein, I. 1998. Abrir las Ciencias Sociales, ed. Siglo XXI, México.

Vélez Vargas León Darío.2004. El paradigma científico de las ciencias agrarias: una reflexión Revista Scielo Colombia.

Vergara-Santana M. 2007. Avances en investigación agropecuaria. Rev. AIA. 11(1): 27-39

Wolovelsky, E. 2005. Certezas y controversias. Apuntes sobre la divulgación científica, Buenos Aires, Libros del Rojas.

Yuny, J. Urbano, C. 2006. Técnicas para investigar, Vól I y II, ed. Brujas, Córdoba, Argentina.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA CON BASE PASTORIL.

Frasinelli, C. A.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

1. INTRODUCCIÓN	31
2. SISTEMAS DE CRÍA	32
2.1- Apreciaciones complementarias sobre las posibilidades y limitaciones de los sistemas de cría bovina descriptos	33
3. SISTEMAS DE RECRÍA Y TERMINACIÓN	39
3.1- Apreciaciones complementarias sobre las posibilidades y limitaciones de los sistemas de recría y terminación descriptos	41
4- CONSIDERACIONES FINALES	48
5- AGRADECIMIENTO	49
6- BIBLIOGRAFÍA	49

1. INTRODUCCIÓN

La meta final del programa de desarrollo forrajero de una institución como el INTA es necesariamente la formulación y validación de sistemas de producción mejorados (esto es, superadores de los existentes), para proponer su adopción por parte de quienes gestionan los sistemas reales: constituye el paso previo y decisivo para la difusión al medio de una propuesta tecnológica dada, y es la justificación última de todo el trabajo que lo precedió.

Gran parte del territorio sanluiseño reconoce en la progresiva disminución de la capacidad receptiva de los pastizales naturales, las limitaciones edáficas (suelos arenosos, con déficit hídrico casi permanente) y la insuficiencia y altísima variabilidad de las lluvias, un cúmulo de restricciones severas para las actividades productivas, que coartan las posibilidades de diversificación. Sin embargo, y prosiguiendo la línea de publicaciones previas (Frasinelli y col., 1998, 2002, 2003, 2004; Frasinelli y Veneciano, 2014), se aborda en este capítulo la formulación de sistemas bovinos de cría, recría y

terminación sobre base pastoril, con un enfoque absolutamente pragmático: el planteo conceptual de eslabonamientos forrajeros validados experimentalmente, complementado con consideraciones acerca de sus alcances y limitaciones en el ámbito de las áreas ganaderas de San Luis (Figura 1 del capítulo anterior).

El resultado es la proposición de 28 sistemas de cría y 43 de recría y terminación, que son demostrativos de la marcada diversificación posible de su formulación, y que con frecuencia pasa desapercibidos para el ojo del profano. Más aún cuando esta diversificación de los planteos se puede incrementar exponencialmente con cada incorporación de nuevos componentes (cultivos forrajeros, innovaciones tecnológicas para la confección de reservas, nuevos suplementos dietarios y subproductos). Con el valor adicional de que todas las proposiciones del INTA San Luis traen incorporada de manera implícita, en su formulación, una consideración especial para los factores que hacen a la sostenibilidad física del agro-ecosistema.

2. SISTEMAS DE CRÍA

En la Tabla 2.1 se han reseñado 28 planteos de cría con base pastoril, señalando sus componentes alimenticios y los momentos de uso a lo largo del año. Seguidamente se indican una serie de consideraciones acerca de sus posibilidades y limitaciones, a tener en cuenta en el momento de decidir su implementación. Es pertinente destacar que los recursos forrajeros utilizados en los planteos de este apartado, harían posible la recría de vaquillonas y novillitos.

Tabla 2.1: Sistemas de cría bovina en San Luis: componentes alimenticios y momentos de uso.

Sistemas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1.1	PnS												
1.2	PnS			PnS			PnS			PnS			
1.3	PnS			PnS			PnS			PnS			
1.4	PnS			PnS			PnS			PnS			
1.5	De		PnS		De		PnS		PnS		PnS		
1.6	PnS			PnS			PnS			PnS			
1.7	De		PnS		De		PnS		De		PnS		
1.8	De												
1.9	PnS			PnS			PnS			PnS			
1.10	PnS			PnS			PnS			PnS			
1.11	De			De			De			De			
1.12	DeF		PIIF		DeF		DeF		PIIF		PIIF		
1.13	PnS			PnS			Agr			PnS			
1.14	De		PnS		De		Sil		PnS		PnS		
1.15	PnS			PnS			Sil			PnS			
1.16	PnS			SoD			Sil			PnS			
1.17	PnS			SoD			PnS			PnS			
1.18	PIIF			PIIF			PIIF+Half			PnS		PIIF	

Tabla 2.1. (Cont.)

1.14	De	Pll	De	Sil	Pll
1.15		Pll	SoD	Sil	Pll
1.16		Pll	SoD		Pll
1.17		Pll	SoD		Pll
1.18		PIIF ₃₀₀	PIID+Half	Pll	PIIF ₃₀₀
1.19		PIIF ₃₀₀	PIID+cth	Pll	PIIF ₃₀₀
1.20		Pll	Po		Pll
1.21	De	Pll	SoD	Sil	Pll
1.22		Alf	SoD	Sil	Alf
1.23		Alf	SoD		Alf
1.24		Alf	HALf		Alf
1.25			PnN		
1.26	Psal		PnN		Psal
1.27	Psal		PnN		Psal
1.28			Psal		

Referencias: PnS= pastizal natural del S de San Luis; PnN= pastizal natural N de S. Luis; cth= centeno c/pastoreo horario; Pll= pasto llorón; Pll+S= p. llorón+ suplemento; De= digitaria; HPll= heno p. llorón; HDe= heno digitaria; DeF= digitaria fertiliz. (45 kg N ha⁻¹); PIIF= p. llorón fertilizado (45 kg N ha⁻¹); PIIF₃₀₀= pasto llorón fertilizado con 138 kg N ha⁻¹; PIID= pasto llorón diferido; Po= cultivo de poa (Poa ligularis); Agr= Agropiro alargado; Sil= silaje de d/sorgo/maíz; SoD= sorgo diferido; Alf= alfalfa; Half= heno de alfalfa; Psal= pasto salinas.

2.1- Apreciaciones complementarias sobre las posibilidades y limitaciones de los sistemas de cría bovina descriptos

Sistema 1.1

Este sistema es extrapolable a las regiones ganaderas I y II del sur de San Luis (Figura 1), aunque en la RI el pastizal natural ha sido reemplazado total o parcialmente por cultivos, de manera que este planteo es de mayor aplicación en la RII. Debe efectuarse un manejo adecuado del pastizal (implementación de usos y descansos de lotes), como así también del rodeo. Con un manejo apropiado, los valores esperables de receptividad y productividad secundaria para la RII son 8,4 ha EV⁻¹ año⁻¹ y 15 kg carne ha⁻¹ año⁻¹.

Sistema 1.2

Aquí se complementa el pastizal con el cultivo de pasto llorón para lograr un incremento sustancial (hasta 80-100 %) de la carga y en consecuencia también de la productividad de carne (kg ha⁻¹ año⁻¹), manteniendo los niveles de performance individual. Simplifica el manejo del pastizal (permitiendo el descanso de lotes en momentos claves). El consumo del pastizal en verano mejora el estado corporal de las vacas y el peso al destete de los terneros. Este planteo es de aplicación en RI, RII y RIV, y con gran difusión particularmente en las dos primeras.

Sistema 1.3

Es similar al anterior, del que se diferencia sólo por los momentos de uso del pasto llorón. En establecimientos de grandes superficies permite mantener concentrada la hacienda sobre pasto llorón durante el semestre cálido.

Sistema 1.4

Constituye una alternativa de mayor capacidad de carga respecto de los planteos 1.2 y 1.3, por la mayor superficie cultivada con pasto llorón. El pastizal natural se usa sólo en invierno, por lo que debe considerarse especialmente su composición. Este planteo (con índices productivos superiores hasta en 200 % respecto de 1.1) es de aplicación en RI, RII y RIV.

Sistema 1.5

Tiene similitud con el anterior respecto de la proporción de pasturas cultivadas plurianuales de verano. Incorpora una proporción de digitaria para su uso en verano y otoño. La mayor calidad de digitaria determina una mejora en el nivel de reservas corporales de las vacas y del peso de los terneros. Los valores de productividad esperados son equiparables al planteo 1.4.

Sistema 1.6

Constituye el sistema con más alta capacidad de carga respecto de los anteriores (300 % respecto de 1.1), y es de mayor extrapolación a la RI. Resulta también una buena opción para establecimientos de pequeña y mediana escala en RII y RIV. Demanda un cuidadoso manejo de la pastura y del rodeo.

Sistema 1.7

Es una variante del planteo anterior. Tiene menor capacidad de carga (por la menor productividad de la digitaria), pero facilita el manejo y disminuye algunos costos puesto que no requiere de suplementación energético-proteica. Sí demanda un cuidadoso manejo del rodeo (especialmente el monitoreo de las reservas corporales) y de las pasturas. Puede estimarse una productividad superior en alrededor del 250 % respecto de 1.1. Se pueden esperar resultados semejantes utilizando mijo perenne (*Panicum coloratum*) en lugar de digitaria.

Sistema 1.8

Contempla a la digitaria como único recurso forrajero. Es de inferior capacidad de carga que el planteo 1.7, pero con oferta de mayor calidad forrajera en todos los meses del año. La pastura se debe manejar con periodos de uso y descanso apropiados (ej.: 1 año de uso seguido de 1 año de descanso) y con parcelamiento de los lotes para efectuar pastoreo rotativo. Puede estimarse una productividad 200 % superior a la del planteo 1.1. Se puede extrapolar a RI, RII y RIV. Puede utilizarse igualmente mijo perenne.

Sistema 1.9

Es similar al sistema 1.6. La entrega de heno de pasto llorón libera de la necesidad de suplementar con concentrados energético-proteicos. Es de aplicación en RI y RII.

Sistema 1.10

Semejante al anterior, con una capacidad de carga algo inferior. Requiere disponer de un lote de digitaria destinado exclusivamente para la confección del heno. Aporta la mayor calidad nutricional del heno de digitaria, y es de aplicación en RI y RII.

Sistema 1.11

Ofrece mayor calidad nutricional que el planteo 1.8, con niveles de productividad semejantes. La pastura se maneja con un rodeo y dos parcelas, con la secuencia de un año de uso seguido de un año de descanso. Las parcelas deben a su vez manejarse con pastoreo rotativo. La elaboración del heno también debe realizarse rotando anualmente los sectores a cortar, para uniformar la oportunidad de descanso y recuperación de la pastura. Es de aplicación en RI y RII,

Sistema 1.12

Se maneja de forma similar al planteo 1.7, incrementándose la capacidad de carga por efecto de la fertilización nitrogenada. Fue auspicioso el uso de fertilizantes líquidos. Es de aplicación en RI y RII, con niveles de productividad 500-600 % superiores al planteo 1.1.

Sistema 1.13

Este planteo conjuga simpleza y bajo costo. Permite aprovechar sitios bajos y salinos, aptos para el cultivo del agropiro alargado. La calidad del agropiro permite a los animales recuperar reservas corporales en poco tiempo durante el período invernal, y es de mucha importancia respetar estrictamente el periodo de uso de esta pastura. Es de aplicación en RI, con un incremento de productividad de alrededor del 500-600 % respecto de 1.1.

Sistema 1.14

Aquí se contempla la inclusión de pasturas anuales de alto rendimiento para la confección de reservas de alta calidad (silaje). Contribuye al aumento de la capacidad de carga (intensificación) y al logro de mayor estabilidad. Requiere la realización del cultivo anual con criterios sustentables, esto es, respetando prácticas tales como la rotación con cultivos para cosecha de granos, el mantenimiento de la cobertura del suelo, y la fertilización. Además requiere del mantenimiento de un excedente de reservas almacenadas para su uso eventual en periodos críticos. Es de aplicación en RI y sector oriental de RII, con incremento de productividad de alrededor del 600-700 % respecto de 1.1.

Sistema 1.15

Similar al planteo anterior, aunque con mayor capacidad de carga por la superior productividad del pasto llorón respecto de digitaria y la mayor incidencia de la pastura anual de alto rendimiento: son esperables incrementos de productividad del 800 % respecto del planteo de referencia. Aporta menor calidad forrajera durante verano-otoño. Es de aplicación en RI y la parte oriental de RII.

Sistema 1.16

Semejante a 1.15, con reemplazo parcial de la reserva de silaje por el cultivo de sorgo diferido en pie, para disminuir costos. La calidad del diferido también es inferior, aunque sin llegar a afectar la condición corporal de los vientres. El impacto productivo es análogo, y se aplican los mismos criterios de manejo.

Sistema 1.17

Planteo similar a los anteriores, reemplazando el silaje por el cultivo diferido, lo que disminuye los costos, resintiendo en alguna medida la productividad. No permite disponer de reservas para momentos críticos (ej. sequías primavera-estivales). Se debe extremar el cuidado en el manejo de la carga. Para manejar de manera apropiada el diferido de cultivos de alto rendimiento se requiere de un nivel de parcelamiento que haga posible el pastoreo con alta carga instantánea. Es aplicable a RI y la zona oriental de RII.

Sistema 1.18

Basado en pasto llorón como único recurso pastoril, con suplementación energético-proteica durante el invierno. Se aplican 300 kg urea ha⁻¹ año⁻¹ (=138 kg N) en el 67 % de la superficie con pasto llorón, lo que representa 201 kg urea ha⁻¹ año⁻¹ (=90,5 kg N) en el sistema. El suministro de heno de alfalfa es de 1,5 kg vaca⁻¹ día⁻¹. La relación kg carne / kg N fue de 0,98. Con relación al planteo de referencia (1.1), la productividad esperada es 1.500 % superior.

Sistema 1.19

Semejante al planteo anterior, aunque la suplementación se realiza mediante pastoreo horario de centeno (2 h día⁻¹).

Sistema 1.20

En este caso durante el invierno se utiliza una pastura implantada con Poa. No se dispone de semilla comercial de esta forrajera en el mercado, por lo que la implementación de este planteo es posible si se cuenta con un pastizal con abundante densidad de especies valiosas de invierno (poa, flechilla negra y flechilla de invierno). Es esperable un incremento de producción del 500 % respecto del sistema de referencia.

Sistema 1.21

Este planteo mejora la calidad del forraje durante el verano respecto del sistema 1.16, con la consecuente mejora de las reservas corporales de las vacas y el peso de los terneros al destete, aunque con productividad ligeramente inferior. Es aplicable a RI y la franja oriental de RII.

Sistema 1.22

Este sistema es adecuado para sitios con napa freática próxima a la superficie (2-4 m) o bien con disponibilidad de riego. Conjuga alta capacidad de carga con elevada calidad de forraje. En lugares con napas profundas el cultivo de alfalfa se torna inestable y menos productivo, y se incrementan los costos. Es aplicable a sitios específicos de RI, RII y RIII. La productividad se incrementa en 2.000-2.500 % respecto de 1.1.

Sistema 1.23

Similar al planteo anterior, reemplazando el uso de reservas de alta calidad (silaje) por cultivos diferidos de alta productividad, con la consecuente reducción de costos y ligera disminución de la productividad. Es muy importante la asignación adecuada de la carga y el parcelamiento del diferido para su mejor pastoreo. Una de las formas de mejorar la estabilidad del planteo es a través de la incorporación de la henificación de alfalfa, para disponer de una reserva para afrontar periodos críticos. Es aplicable en RI y la franja oriental de RII.

Sistema 1.24

Planteo con alta disponibilidad y calidad de forraje, y niveles de productividad análogos al anterior. Es recomendable destinar un sector exclusivo para henificación, rotándolo anualmente. De aplicación en algunos sitios de RI, RII y RIII.

Sistema 1.25

Este planteo tiene como única base forrajera al pastizal natural del bosque de quebracho blanco y algarrobo. A diferencia de los pastizales del Sur (PnS), el estrato herbáceo está constituido exclusivamente por especies estivales. Requiere de un adecuado diseño de uso y descanso de lotes. Admite como alternativa el manejo de un rodeo con tres potreros, de manera que cada potrero será pastoreado en la misma estación uno de cada tres años. La receptividad esperada es de 12-14 ha EV⁻¹ año⁻¹, y productividad de 9-11 kg carne ha⁻¹ año⁻¹. Se aplica en RIII y la parte Norte de RII.

Sistema 1.26

Respecto del anterior, incorpora una pequeña proporción (13-15 % de la superficie) de pasto salinas (= 'buffel grass'), cultivo de gran adaptación a condiciones de aridez. Se utiliza en verano, de modo que el pastizal (integrado por especies estivales) se repone en la estación de lluvias. También permite revegetar áreas degradadas. Puede

esperarse un incremento del 100 % en la productividad primaria (forraje) y secundaria (carne) respecto del planteo anterior. Se aplica en RIII y la región Norte de RII.

Sistema 1.27

Este sistema, con mayor proporción de pasto salinas (20-25 % de la superficie), es aconsejable en establecimientos con alto deterioro del pastizal, comenzando con su incorporación en los sitios más degradados. Aquí se simplifica el manejo del pastizal, pues se lo utiliza sólo como diferido (descansando durante todo el ciclo de crecimiento). La utilización del pasto salinas se hace con manejo rotativo. En este planteo se incrementa considerablemente la productividad (150-200 % respecto del planteo 1.25), por la mayor incidencia de la pastura cultivada, aunque hay también un incremento de los costos de aplicación de esta tecnología. Se considera conveniente implementar un trabajo asociativo -sobre todo para el caso de pequeñas y medianas empresas- para reducir los costos de implantación. Es de aplicación en RIII y la franja Norte de RII.

Sistema 1.28

Este sistema reemplaza la totalidad del pastizal natural por pasto salinas. Con un adecuado manejo del rodeo, es posible obtener buenos niveles de eficiencia reproductiva. Requiere de la reserva de un sector que se difiere en pie para el pastoreo del período otoño-invernal, sector que debe rotarse a través de los años. Es de aplicación para establecimientos de pequeña y mediana escala de la RIII y la parte Norte de RII, cuyo pastizal se encuentra en un avanzado estado de degradación, con síntomas de pérdida de suelo. La productividad respecto de 1.25 puede incrementarse en 400-500 %.

3. SISTEMAS DE RECRÍA Y TERMINACIÓN

En la Tabla 2.2 se reseña lo atinente a 43 sistemas de recría y terminación (en su mayoría referidos a novillos y vaquillonas), indicando mes por mes los componentes alimenticios y momentos de uso. A continuación, se efectúan consideraciones a tener en cuenta para la mejor implementación de cada planteo.

Tabla 2.2: Sistemas de recría y terminación: componentes alimenticios y momentos de uso.

Sist.	Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2.1	1				Alf		vi+rh					Alf	
	2	Alf											
2.2	1				Alf		Sil+prot					Alf	
	2	Alf											
2.3	1				Alf		SoD+prot					Alf	
	2	Alf											
2.4	1				Alf		SoD+prot		Sil+prot			Alf	
	2	Alf											
2.5	1				Alf		HAlf					Alf	
	2	Alf											
2.6	1				Alf		gfh					Alf	
	2	Alf					Eco						
2.7	1						gfh						
	2	gfh				gfh+FE _{n1}							
2.8	1						gfh						
	2	gfh				gfh+FE _{n2}							
2.9	1						Sil+gfh					gfh	
	2	gfh				gfh+FE _{n1}							
2.10	1						Sil+gfh					gfh	
	2	gfh				gfh+FE _{n2}							
2.11	1						cm+gfh						
2.12	1						REcoD25						
2.13	1						REcoD43						
2.14	1						REcoD60						
2.15	1						EcoD20						
	2	EcoD20											
2.16	1						EcoD43						
	2	EcoD43											
2.17	1						EcoD60						
	2	EcoD60											
2.18	1				PII		ct				PII		
	Sist.	Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
2.19	1						HPII+Ne				PII		
	2	PII					ct						
2.20	1						HPII				PII		
	2	PII					ct						
2.21	1						DeD+cth				PII		
	2	De+S		MzD									
2.36	1					DeF		Agr	A	S	O	N	PII D
	2	PIIF	DeF	Alf	PIIF		Agr	DeDF				PIIF	PII Alf
2.37	1						PII De+Pg				PII De		
	2	De											
2.38	1						De+S3						
	2	De											
2.39	1						HDe						
	2						Eco1	HDe+gf1					
2.40	1												
	2						Eco1	DeD+gf2				De	De
2.41	1												
	2		De				Eco1						

Tabla 2.2. (Cont.)

2.40	1		HDe+gf1		
2.41	1				De
	2	De			
2.42	1				DeF
	2	DeF			
2.43	1		DeF	Sil	PIIF DeF

Referencias: Alf= alfalfa; Agr= agropiro alargado; Aliph= pastoreo horario de alfalfa; ct= centeno; cth= pastoreo horario de centeno; cm= cáscara de maíz + glutenfeed húmedo (gfh) mezclados y ensilados; D25= dieta al 25% de gfh en base seca (resto con grano de maíz, fibra, núcleo); D43= ídem, 43% de gfh; D60= ídem, 60% de gfh; De= digitaria verde; DeF= digitaria fertilizada (45 kg N ha⁻¹ año⁻¹); DeD= digitaria diferida; Eco= engorde en corral (con D25, D43 y D60): grano de maíz, núcleo 10%, heno de alfalfa (HALf); Eco1= 7,5 kg grano de maíz+4,5 kg HALf cab⁻¹ día⁻¹; FEn1= fibra+energía (grano de maíz, 19%)+núcleo+autoconsumo gfh; FEn2= fibra+energía (grano de maíz, 52%); gfh= glutenfeed húmedo, autoconsumo; gf= pellet de glutenfeed (1, 2 y 3 kg cab⁻¹ día⁻¹); HALf= heno de alfalfa; HPII= heno de pasto llorón; HDeF= heno de digitaria fertilizada (45 kg N ha⁻¹ año⁻¹); MzD= maíz diferido planta entera; Ne= nitrógeno (urea)+energía (grano de maíz) al 0,03 y 0,45% del peso vivo respectivamente; PII= pasto llorón verde; PIID= pasto llorón diferido; PIIF= pasto llorón fertilizado (45 kg N ha⁻¹ año⁻¹); Pg= pellet de girasol (1 kg cab⁻¹ día⁻¹ suministro discontinuo, 3 veces/semana); prot= suplemento proteico; rh= encierre nocturno en rastrojo de sorgo+HALf; REco= recría y engorde en corral; Sil= silaje de sorgo en autoconsumo; SoD= sorgo diferido; S= suplemento (1,5 kg pellet gf+1,5 kg grano d/maíz cab⁻¹ día⁻¹); S1= ídem, 2 kg de c/u; S2= 1,2 kg cab⁻¹ día⁻¹ (85% pellet de girasol, 15% grano de maíz); S3= suplemento energético-proteico para terneros con destete precoz (1,25% del peso vivo); vi= verdeo de invierno.

3.1- Apreciaciones complementarias sobre las posibilidades y limitaciones de los sistemas de recría y terminación descriptos

Sistema 2.1

Alternativa validada en el S de Córdoba (G. Resch, com. personal). En San Luis puede extrapolarse a sitios con napa cercana a la superficie. Algunos indicadores esperables de eficiencia física son: carga= 1,89 EV ha⁻¹ año⁻¹, gdpv= 548 g, productividad de carne= 448 kg ha⁻¹ año⁻¹.

Sistema 2.2

Con información registrada en el S de Córdoba, y extrapolable en San Luis a ambientes con napa. La sustitución del verdeo de invierno por silaje de cultivos de verano de alto rendimiento y calidad forrajera incrementaría la carga sin que se afecten negativamente las ganancias de peso. Se requiere suplementación proteica y, según el peso inicial de los animales, podrían terminarse al promediar el verano sobre alfalfa. La respuesta animal fue de 822 g cab⁻¹ día⁻¹ en 220 días (mayo-diciembre).

Sistema 2.3

Respecto de la anterior, esta alternativa reduce los costos de elaboración del silaje, aunque requiere suplementación proteica. La ganancia de peso también sería inferior a la obtenida con el silaje.

Sistema 2.4

El reemplazo parcial del silaje conserva la ventaja de este recurso para ser utilizado en cualquier momento del año, reservando mayor cantidad que la que se consume en 12 meses. Así, se estabiliza el sistema frente a adversidades climáticas.

Sistema 2.5

Es un planteo conceptual, para el que sólo se dispone de registros parciales. La ganancia de peso vivo esperable con heno de alfalfa de buena calidad oscila entre 500 y 600 g cab⁻¹ día⁻¹, y 700 g cab⁻¹ día⁻¹ con el pastoreo directo de alfalfa.

Sistema 2.6

Incorpora en la secuencia de alimentación al glutenfeed húmedo (subproducto de la industria del maíz) como única ración durante el otoño-invierno (autoconsumo). La respuesta animal promedio es de 550 g cab⁻¹ día⁻¹. Los establecimientos cercanos a las plantas de producción (hasta 200 km) logran un precio competitivo. Los animales que no alcancen el peso de faena pastoreando alfalfa requerirán un corto lapso para su terminación en corral.

Sistema 2.7

La base alimenticia de este planteo es el gluten-feed húmedo: en la etapa de recría como única ración (suministrado en piquetes de autoconsumo), y en la fase de terminación (a partir de los 280 kg de peso vivo) incorporando otros insumos como suplemento: energía con grano de maíz (19 %), fibra y núcleo vitamínico mineral con monensina. Se logra un grado óptimo de terminación en poco tiempo. La gdpv promedio de todo el proceso fue de 635 g. La gdpv del período de engorde fue de 1.088 g.

Sistema 2.8

Similar al anterior, aunque suministrando más energía en el periodo de terminación (52 % de grano de maíz). La gdpv promedio de todo el proceso fue de 667 g. La gdpv del período de engorde de 1.214 g.

Sistema 2.9

Es otra variante del planteo 2.7, en el que el periodo inicial de recría está basado en silaje de sorgo con suplementación proteica de glutenfeed húmedo, que también puede mezclarse durante la elaboración del silo. Cabe destacar que el valor nutritivo del silaje de sorgo fue bajo. La gdpv promedio de todo el proceso fue de 603 g. Durante el proceso de engorde la gdpv fue de 1.088 g.

Sistema 2.10

Similar al anterior, con mayor suministro de energía en el periodo de terminación. La gdpv promedio de todo el proceso fue de 635 g. Durante el proceso de engorde la gdpv fue de 1.214 g.

Sistema 2.11

Es un proceso de recría a base de cáscara de maní (27 %) mezclada con glutenfeed húmedo (73 %) en proporciones de base húmeda. El alimento puede entregarse de dos maneras: i) mezcla fresca, en corral, con 2 suministros diarios, y ii) mezcla ensilada, suministrada en piquete de autoconsumo. En el 1º caso se obtuvo una ganancia diaria promedio de 550 g cab⁻¹ (durante 45 días) y algo menor con la mezcla ensilada (duración de 55 días).

Sistema 2.12

Se validó utilizando 450 terneros-as de destete, recriados y terminados en corral. Recibieron una ración compuesta por 25 % de glutenfeed húmedo (proporción en base seca) y el resto con grano de maíz, heno de alfalfa y núcleo vitamínico mineral. La gdpv fue de 967 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.13

Similar al anterior, con mayor contenido de glutenfeed (43 % en base seca) y gdpv igual a $979 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.14

Ídem, con un incremento adicional de glutenfeed en la ración (60 % en base seca) y gdpv un poco inferior: $915 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.15

Es un planteo de terminación en corral para novillos livianos: se validó con animales de 274 kg al ingreso, con peso final promedio de 419 kg. La ración se compuso de 20 % de glutenfeed húmedo (proporción en base seca) más grano de maíz, cáscara de maní y núcleo. La gdpv fue de $1.330 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.16

Similar al anterior, pero con la ración conteniendo 43 % de glutenfeed húmedo. La gdpv fue de $1.402 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.17

Aquí la ración contiene 60 % de glutenfeed húmedo, y la gdpv fue de $1.152 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.18

En este caso se trata de un planteo de recría y engorde pastoril sin suplementación, con dos años de verdes de invierno (centeno) en todo el proceso. La gdpv promedio oscila alrededor de $429 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.19

Similar al anterior, aunque reemplazando el verdeo por heno de pasto llorón y nitrógeno (urea) para la recría. La gdpv promedio fue de $408 \text{ g cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.20

Semejante al anterior aunque sin entrega de suplemento: la gdpv promedio fue de 393 g.cab⁻¹ día⁻¹. La eliminación de un cultivo de centeno y de la suplementación con Ne redujeron levemente la ganancia de peso vivo promedio del planteo (la baja ganancia del período invernal fue compensada en primavera-verano).

Sistema 2.21

Es un planteo de recría y engorde pastoril con alta proporción de pasturas perennes de verano, suplementación estratégica y terminación en un cultivo de maíz diferido. Este cultivo anual requiere reposición de nutrientes y siembra directa en rotación con otros cultivos para grano. El cultivo de digitaria debe disponer de dos potreros, uno para uso estival y otro para uso invernal, con uso rotativo. También se puede utilizar remante de pasto llorón diferido. La gdpv promedio fue de 618 g.

Sistema 2.22

Es un planteo de recría pastoril con aprovechamiento de bajos salinos (aptos para el agropiro alargado) y lomas arenosas implantadas con pasto llorón. Algunos animales podrían alcanzar el peso de faena aunque con el mínimo nivel de engrasamiento. La gdpv promedio fue de 318 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.23

En este caso el pasto llorón es sustituido por el cultivo de alfalfa, en sectores con napa cercana. Al final del período de pastoreo de alfalfa algunos animales pueden alcanzar un estado de terminación con mínima cobertura de grasa. La gdpv promedio fue de 529 g cab⁻¹ día⁻¹, lo que acorta significativamente el proceso.

Sistema 2.24

Se diferencia del planteo 2.22 por la utilización de digitaria en lugar de pasto llorón, lo que redundaría en superiores ganancias de peso y acorta el proceso de recría-engorde. La terminación es con mínima cobertura de grasa. La gdpv promedio fue de 600 g cab⁻¹ día⁻¹. Los animales que no alcanzan el adecuado grado de terminación pueden derivarse a un corral de engorde, concepto que resulta válido para los casos anteriores.

Sistema 2.25

El proceso de recría utiliza digitaria diferida en otoño-invierno sin suplementación y verde en primavera-verano, terminándose los animales en corral con la ración Eco1: la gdpv promedio fue de 601,9 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.26

En este caso la etapa de recría con digitaria diferida se refuerza suplementando con 1 kg de pellet de glutenfeed cab⁻¹ día⁻¹, lo que incrementa ligeramente la gdpv promedio, que fue de 632,3 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.27

Similar al anterior, aunque suplementando con 2 kg de pellet de glutenfeed cab⁻¹ día⁻¹, con lo que la gdpv promedio fue de 642 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.28

En este caso se suplementó con 3 kg de pellet de glutenfeed cab⁻¹ día⁻¹, con lo que la gdpv promedio fue igual a 686,2 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.29

El proceso de recría se realizó sobre digitaria diferida en otoño-invierno con pastoreo horario de alfalfa (3 h día⁻¹). En primavera-verano se pastoreó digitaria verde, terminándose los animales con maíz granado en pie. La gdpv promedio fue de 613,7 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.30

Es un proceso de recría y engorde pastoril al que ingresan los novillos provenientes del sistema 1.7. La base pastoril es de digitaria: en invierno con suplementación de 2 kg de pellet de glutenfeed cab⁻¹ día⁻¹, y en primavera-verano pastoreo directo de digitaria verde. En la etapa final del proceso se suministró suplemento energético-proteico para lograr la terminación de un novillo liviano (389 kg). La gdpv promedio general fue de 578,0 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.31

Es un proceso de recría pastoril para las vaquillonas provenientes del sistema 1.7, utilizando digitaria como base pastoril: en invierno con suplementación de 2 kg de pellet de glutenfeed $\text{cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$, y en primavera hasta inicio del verano pastoreo directo de digitaria verde. En ese momento alcanzaron el peso de primer servicio con 15 meses de edad. La gdpv promedio fue de 518,0 g $\text{cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Sistema 2.32

Es el proceso de recría de las vaquillonas de reposición del sistema 1.7. Ingresan a servicio a los 26 meses de edad, con una alta performance reproductiva.

Sistema 2.33

Es el proceso de recría para las vaquillonas de reposición del sistema 1.8, que habrán de ingresar al servicio a los 26 meses de edad, con una alta performance reproductiva.

Sistema 2.34

Es un planteo de recría para vaquillonas de reposición que recibirán servicio con 26 meses de edad, en el SO de San Luis. En esta región, a diferencia de lo planteado en 2.33, es necesario suplementar con concentrados energéticos-proteicos: durante el primer invierno sobre pasturas de digitaria diferida, y durante el segundo invierno sobre pasto llorón. El peso vivo inicial fue de 119 kg y el final de 309 kg, con gdpv promedio igual a 488,0 g $\text{cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Si el proceso se inicia con vaquillonas más pesadas (170 kg) y en el verano vuelven al pastoreo de digitaria, los animales llegarán al final del servicio con 430 kg.

Sistema 2.35

Este planteo es una variante del anterior, utilizándose en el primer invierno pasto llorón en lugar de digitaria.

Sistema 2.36

Es el proceso de recría de las vaquillonas de reposición provenientes del sistema 1.12, y con el cual habrán de llegar al servicio (a los 26 meses de edad) con una alta performance reproductiva.

Sistema 2.37

Es un proceso de engorde para vacas de descarte, que son terminadas durante el verano. La gdpv promedio de todo el proceso fue de 581 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.38

Es un planteo de recría para terneros con destete hiper precoz y precoz a base de digitaria. La gdpv promedio de tres tratamientos fue de 600 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.39

Es un proceso de recría con heno de digitaria (rollos) sin otra suplementación. La gdpv promedio fue de 390 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.40

Es el mismo planteo de recría del ítem anterior, adicionando la suplementación con un concentrado energético-proteico. La gdpv promedio fue de 540 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.41

Es un planteo de recría en primavera - verano pastoreando digitaria. La gdpv promedio fue de 2 años fue de 586 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.42

Es el mismo planteo del ítem anterior, aunque con digitaria fertilizada con N (45 kg de N ha⁻¹ año⁻¹). La gdpv promedio de 2 años fue de 750 g cab⁻¹ día⁻¹.

Sistema 2.43

En este caso se trata de un planteo conceptual de recría con elevada incorporación de tecnología e insumos, que permiten una alta capacidad de carga por la incidencia de cultivos de verano diferidos y ensilados. La gdpv promedio estimada fue de 569 g cab⁻¹ día⁻¹.

4- CONSIDERACIONES FINALES

El material reseñado no agota –ni mucho menos- la posibilidad de formulación de sistemas ganaderos con base pastoril para la provincia de San Luis, con un formato ágil para la consulta puntual de un eventual interesado. Y tiene el mérito de ofrecer opciones

de planteos productivos de aplicación –con los ajustes que correspondiera- para la totalidad del territorio provincial.

5- AGRADECIMIENTO

A Jorge H. Veneciano, por su colaboración en el ordenamiento de la información aquí presentada.

6- BIBLIOGRAFÍA

Frasinelli, C.A. y Veneciano, J.H. (Ed.) 2014. Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis. INTA, 180 p.

Frasinelli, C.A.; Ávila, J.D. y Belgrano Rawson, A.J. 1998. El pasto llorón y los sistemas de producción en San Luis. INTA, EEA San Luis: 83 p.

Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H. y Díaz, J.R. 2004. Sistemas de cría bovina en San Luis. Estructura, manejo e indicadores económicos. INTA, EEA San Luis. Inf. Técnica 166: 88 p.

Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H.; Belgrano Rawson, A.J. y Frigerio, K.L. 2002. Sistemas de cría y recría de bovinos. Caracterización de la ganadería de San Luis. *In* INTA, IDIA XXI año 2 n° 2: 79-82.

Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H.; Belgrano Rawson, A.J. y Frigerio, K.L. 2003. Sistemas extensivos de producción bovina: productividad y rentabilidad (cap. 8), 141-157. *In*: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Ed.), 2003. Con las metas claras. La EEA San Luis: 40 años en favor del desarrollo sustentable. INTA, 228 p.

CAPÍTULO 3

CULTIVOS FORRAJEROS EN SAN LUIS, ALGUNAS REFLEXIONES.

Veneciano, J. H.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

- 1- RESEÑA GENERAL 91
- 2- UNA FRONTERA QUE SE MUEVE 94
- 3- TRANSFORMACIONES E INTERROGANTES 95
- 4- AGRADECIMIENTO 100
- 5- BIBLIOGRAFÍA 100

1- RESEÑA GENERAL

Toda delimitación de regiones implica cierto grado de arbitrariedad, y su uso conlleva ventajas y desventajas. Más cuando, como en el caso de la provincia de San Luis, se carece de datos provenientes de relevamientos confiables, sistemáticos, continuados en el tiempo y abarcativos de todo el territorio, acerca de variables climáticas, superficies con cultivos agrícolas y forrajeros, incorporación de prácticas tecnológicas y toda otra información de tipo censal que permita efectuar diagnósticos sólidos respecto de los agro-ecosistemas así como monitorear su evolución a través del tiempo. El mapa de la Figura 3.1 delimita cuatro regiones ganaderas de la provincia de San Luis (Frasinelli y col., 2002), y su concepción fue básicamente utilitaria: se correspondía con la zonificación de los centros de ganaderos, y por lo tanto permitía consignar lo atinente a las existencias bovinas con precisión. Existencias que en 2014 totalizan 1.482.971 cabezas, con 710.658 vacas y 186.508 novillos-novillitos. En 2010 se consignaban 63.073 cabezas en corral (Rossanigo y col., 2010), cifra que dos años después descendía a sólo 18.487 (C. Rossanigo, Com. personal).

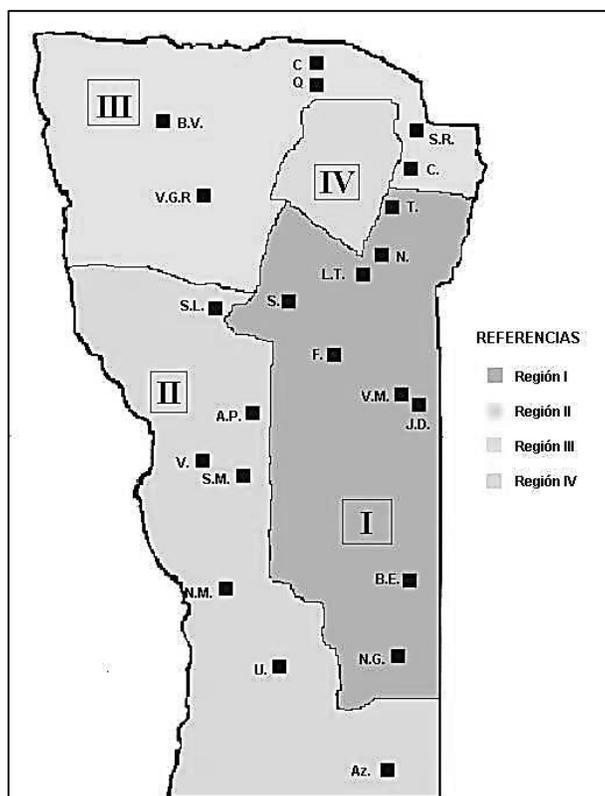


Figura 3.1: Regiones ganaderas de la provincia de San Luis.

En la **región I** (ganadería de zona mixta), que abarca 2.106.613 ha (29,6 % del área ganadera provincial), prevalece la actividad de ciclo completo (cría, recría e invernada), con una base forrajera en la que predominan los cultivos anuales. Contiene poco más del 50 % de las existencias bovinas de la provincia, y un porcentaje ligeramente inferior de la categoría vacas. Frasinelli y Stritzler (2003) consignaron para esta región problemas de erosión física y química (pérdida de fertilidad edáfica), altos costos de producción y bajos niveles de ganancia diaria de peso vivo (gdpv), que al prolongar el engorde incide negativamente en la eficiencia del proceso. Postulan sin embargo una serie de sistemas mejorados para la cría y la recría de bovinos sobre la base de un estricto manejo sanitario y nutricional del rodeo –incluyendo el uso de la suplementación estratégica–, mejora sustancial de los índices de procreo, y utilización creciente de pasturas plurianuales sobre la base de gramíneas, atribuyendo a estas especies un rol significativo en la disminución de los riesgos de erosión, mejoramiento progresivo de la estructura edáfica, reducción de los costos de producción y una importante contribución al manejo racional del pastizal

natural, que determina mayor productividad del recurso. En buena medida, estas premisas son aplicables a todo el territorio provincial.

En la **región II** (ganadería sobre base pastoril de pastizal y gramíneas megatérmicas cultivadas), que abarca 2.411.000 ha (33,8 % del área ganadera provincial), el subsector sur es caracterizado con cierta actividad de ciclo completo, y el resto de la región con predominio de sistemas de cría, sobre la base de pastizal con proporciones reducidas de pasturas cultivadas. Contiene alrededor del 30 % de los vacunos de la provincia, y una proporción similar de la categoría vacas. Frasinelli y Stritzler (2003) listaron para esta región deficiencias en el manejo del rodeo y en especial del pastizal natural. Proponen sistemas mejorados a partir de la implementación de descansos programados en el pastizal y un mayor protagonismo de las gramíneas cultivadas plurianuales: pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrader) Nees) y digitaria (*Digitaria eriantha* Steudel ssp. *eriantha*).

En la **región III** (mayormente ganadería de monte), que abarca 2.228.000 ha (31,3 % de la superficie ganadera de San Luis), predomina la actividad de cría bovina, con algo de recria-engorde en el E. El pastizal, con importante grado de deterioro, es el recurso pastoril casi exclusivo. Se concentra aquí poco menos del 15 % del ganado bovino y similar proporción de las vacas de la provincia. Frasinelli y Stritzler (2003) consignaron para esta región deficiencias de manejo del rodeo y del pastizal natural, proponiendo para su superación el estacionamiento del servicio en la época apropiada, control sanitario de los animales, adecuación de la oferta alimenticia a los requerimientos del rodeo, y muy especialmente la instauración del manejo del pastizal con descansos programados. El reemplazo de los potreros muy degradados por pasto salinas (*Cenchrus ciliaris* L.) es una práctica de incipiente aunque sostenida expansión en esa área de la provincia, y particularmente apta para posibilitar el manejo racional del pastizal. También puede constituir un elemento decisivo en la diversificación productiva de los establecimientos de cría bovina.

En la **región IV** (ganadería de sierra), que abarca 378.000 ha (5,3 % del área ganadera provincial), predomina también la actividad de cría. Contiene poco menos del 5 % de las existencias bovinas de San Luis y análoga proporción de la categoría vacas. A las falencias de manejo de los establecimientos ganaderos se añade aquí el problema de la estructura predial, con una presencia muy significativa de establecimientos de escala insuficiente para los planteos productivos convencionales.

2- UNA FRONTERA QUE SE MUEVE

El avance de la agricultura sobre tierras hasta entonces destinadas a la actividad pecuaria provoca el corrimiento de la frontera ganadera, desnudando interrogantes. Áreas vulnerables son presionadas con mayores cargas, planteando la necesidad de adecuar los sistemas de producción a la realidad de esos ambientes y a condiciones de suelos con importantes restricciones para su uso productivo. La relocalización de la ganadería de carne, verificada entre regiones así como dentro de los predios, va acompañada de un proceso de intensificación cuya causa es la competencia por el uso del suelo y la necesidad de aumentar la productividad, y a raíz del cual una proporción significativa de establecimientos modifica aunque sea parcialmente sus sistemas de alimentación, llevando –en alguna etapa, o para alguna categoría- el alimento al animal en lugar del tradicional planteo de cosecha del forraje por el animal. Esta intensificación va acompañada de la incorporación de insumos: granos y concentrados nutricionales, maquinaria, combustible, etc.

Frontera agrícola es la zona de división entre tierras ocupadas con cultivos y aquellas que nunca antes fueron cultivadas y donde se desarrollan actividades ganaderas o no agrarias (Sec. de ambiente y desarrollo sustentable, 2008). Varios motivos pueden generar el avance de la frontera agrícola, siendo los principales:

- * El incremento de los precios o la demanda de ciertos productos (en las últimas décadas, el caso de la soja es emblemático);
- * La aparición de nuevas tecnologías (métodos de labranza, avances en biotecnología) que permiten aprovechar productivamente tierras de menor aptitud (los híbridos resistentes a la sequía y la expansión de la técnica asociada a la siembra directa y los cultivos resistentes al glifosato son ejemplos de ello); o bien
- * Cambios en las condiciones físicas de la zona, por ejemplo, la existencia de un ciclo climático húmedo que posibilita el desarrollo de cultivos en áreas donde antes no era posible, o lo impedía su escasa rentabilidad. A este respecto, Bertón y Echeverría (1999) señalaban que en Argentina a partir de 1950 la variación en los montos anuales de precipitación permitió incrementar en 100.000 km² la superficie agrícola, y que en San Luis el aumento de las precipitaciones posterior a 1950 ocasionó un marcado desplazamiento

de las isohietas hacia el O. En esa línea, Veneciano y Frigerio (2012), agrupando por décadas los valores de lluvia de Villa Mercedes (San Luis), constataron que la precipitación media anual del periodo 1950-1999 (644,5 mm) fue 19 % superior a la del periodo 1903-1949 (541,1 mm), y que esa relación se mantiene desde 2000.

3- TRANSFORMACIONES E INTERROGANTES

En los últimos años, todas estas causas han concurrido para configurar un contexto de transformación significativa de los agro-ecosistemas de San Luis, que parece operarse sin que el criterio predominante sea el de su sostenibilidad física. Esta transformación en curso invita a intentar un ejercicio de prospección en todas las áreas que atañen a los sistemas de producción, procurando anticipar o al menos comprender su orientación, tarea que excede los propósitos de este texto y las capacidades de su autor. Pero que sí habilita a formular algunas preguntas destinadas no a agotar el tema sino apenas a iniciarlo, en la confianza de que otros podrán enriquecer la discusión. Todo ello sin perder de vista la necesidad primaria de incrementar la productividad forrajera de la provincia, mediante la generación y transferencia de tecnología, y sin descuidar los pilares que hacen a la sostenibilidad de los planteos productivos: ambiental, económico y social.

La primera pregunta que cabe plantearse, respecto del incremento del stock bovino de la provincia en las últimas décadas, es si al nivel de predios se hace referencia a un crecimiento genuino –esto es, planeado, entendiendo por tal la preparación del sistema de producción para acoger mayor carga y/o lograr mayor eficiencia productiva-, o se alude en cambio al amontonamiento en los campos del centro-O de San Luis del ganado que otras regiones expulsan, sin mejoras sustanciales –y previas- de su receptividad. Y, en todo caso, ¿cuánto de una y otra cosa hay? La planificación es un proceso dirigido a la obtención de un estado futuro deseado que no es probable que ocurra a menos que se tomen las medidas conducentes y se haga algo al respecto. De allí la importancia de planificar, no sólo para prevenir consecuencias indeseadas, sino también para minimizar riesgos y capitalizar las oportunidades que pudieran presentarse.

Una segunda reflexión acerca de los cambios acontecidos en los agro-ecosistemas en los últimos años, es que en buena medida se trata de cambios irreversibles o al menos con

consecuencias irreversibles. Vale la pena entonces listar a mano alzada los problemas-interrogantes que se nos ocurre conciernen a nuestros sistemas pastoriles y ameritan su consideración, para afrontarlos, refutarlos y seguramente mejorar su formulación: tómesese este listado –cuya secuencia no implica orden de prioridad- como una simple invitación a pensar en la problemática forrajera de la ganadería sanluiseña.

En el E de San Luis la agricultura ha ido avanzando sobre las áreas de mejor aptitud, ocupadas hasta años recientes por la alfalfa (con capacidad para captar nitrógeno, por su condición de especie leguminosa), los verdes de invierno y remanentes del pastizal, mientras los planteos ganaderos extensivos se van confinando progresivamente en la mitad O del territorio, lo que implica decir un ambiente caracterizado por suelos de escasa fertilidad y estructura precaria, con alta radiación solar y condiciones de elevada evapotranspiración, baja provisión de humedad, alta estacionalidad de las precipitaciones, alta incertidumbre en la cantidad y distribución de las lluvias, napas freáticas profundas, y pastizales naturales con elevado grado de deterioro y en muchos casos de difícil recuperación. En este contexto en el que, como contrapartida, ganan posiciones las gramíneas megatérmicas plurianuales (pasto llorón, digitaria, pasto salinas) y los cultivos destinados a reservas, un **primer problema** por considerar es la falta de sostenibilidad física de los sistemas de producción ganadera –tema por demás abarcativo y de implicancias múltiples-, a consecuencia de:

- la escasa dotación natural de nutrientes en el suelo, particularmente nitrógeno y materia orgánica,
- planteos productivos que exportan nutrientes con el producto, sin restituirlos,
- alta proporción del territorio provincial sin aptitud para los cultivos leguminosos herbáceos y perennes de mayor difusión,
- elevada variabilidad climática inter e intra anual, especialmente en lo que respecta a lluvias, lo cual incide sobre la oferta estacional de pasto,
- baja eficiencia en la implantación de gramíneas plurianuales en suelos alterados: problemas de anclaje, competencia intensa con malezas anuales del tipo de la roseta (*Cenchrus sp*), etc.

Opciones tecnológicas que incorporen nitrógeno al sistema, sea a la forrajimasa o al suelo, configuran una prioridad:

asociación y/o interseembra de leguminosas (anuales o plurianuales, nativas o introducidas) con pasturas de gramíneas megatérmicas plurianuales,

experiencias de incorporación de fijadores libres de nitrógeno, micorrizas y algas edáficas a la semilla y/o a pasturas ya implantadas de gramíneas plurianuales adaptadas y evaluación de su efectividad funcional,

fertilización de gramíneas plurianuales,

combinación de técnicas con rejuvenecimiento de pasturas por escarificación del suelo,

seguimiento de la evolución de indicadores de fertilidad a través de los años en suelos medanosos implantados con gramíneas megatérmicas,

suplementación nutricional, etc.,

son algunas de las temáticas cuyo abordaje puede contribuir a dar respuesta a esta demanda. La generación de conocimientos para mejorar la productividad primaria de pastizales degradados es otro aspecto que no debe ser descuidado. Y con relación a la implantación de gramíneas plurianuales, es deseable profundizar las experiencias de siembra en suelos con historia de disturbio mecánico así como en ambientes con estrato leñoso (monte y bosque). Lo atinente a la conformación de pasturas polifíticas (formulación, determinaciones de productividad e indicadores de calidad, manejo), requiere asimismo de evaluaciones en sitios y condiciones diferentes, pero podría satisfacer una necesidad sentida: las condiciones de fragilidad y desuniformidad edáfica, la intensificación de los planteos ganaderos, los pronunciados cambios de los factores climáticos entre años y entre estaciones, así como la alta variación estacional de la calidad de las pasturas monofíticas, requieren de la formulación de planteos productivos de naturaleza muy flexible, esto es, conformados por elementos con alta capacidad de ajuste frente a las alteraciones ambientales que pudieran verificarse. Y que ofrezcan al animal mejores condiciones para ejercer su habilidad selectiva. El manejo silvopastoril del bosque nativo (en buena proporción integrado por árboles leguminosos) con el estrato herbáceo nativo (pastizal) o

implantado (pasto llorón, digitaria, pasto salinas, grama Rhodes, según la región) es también una temática que requiere de experimentación.

Un **segundo problema** está dado por las deficiencias nutricionales de la vaca de cría en sistemas basados en gramíneas megatérmicas plurianuales. La causa es la baja calidad estacional de dichas pasturas: pasto llorón (en pleno verano y en condición de diferido), digitaria (en condición de diferida).

La generación de mecanismos de compensación para las deficiencias nutricionales de estas gramíneas puede incluir desde la evaluación de estrategias de suplementación simples y económicas para mejorar la nutrición del animal en pasturas diferidas, del tipo de la suplementación proteica con entrega discontinua o la incorporación de urea en el agua de bebida, hasta la eventual asociación de gramíneas megatérmicas con leguminosas y/o especies de crecimiento otoño-inverno-primaveral; todos ellos constituyen posibles caminos para la experimentación.

Un **tercer problema** es la baja productividad física de los sistemas ganaderos extensivos, a causa de la competencia que pastizales y pasturas cultivadas sufren con especies leñosas y herbáceas que afectan la receptividad ganadera de los campos: lotes invadidos por paja de las vizcacheras (que requieren destrabar situaciones de estancamiento sucesional); lotes de monte cerrado y con tapiz de paja; lotes de pasto llorón y digitaria progresivamente invadidos por chañar y olivillo, etc.

El desarrollo de alternativas de manejo que contemplen métodos mecánicos, químicos y/o biológicos junto con el pastoreo y el uso planeado del fuego y de cultivos del tipo "RR" para reducir la competencia de especies herbáceas y leñosas invasoras del pastizal pampeano, así como de los bosques de caldén y algarrobo y del monte occidental, incidiría positivamente en la productividad física de los planteos ganaderos.

Para los establecimientos de la mitad O de San Luis, con sistemas pastoriles basados en gramíneas plurianuales, un **cuarto problema** puede ser el constituido por la escasa diversificación de las empresas, a causa de las limitaciones edáficas y climáticas que dificultan la implementación de planteos ganadero-agrícolas convencionales.

En buena medida, la diversificación posible para estos sistemas pasa por lograr una mayor incidencia de la recría y engorde de animales en detrimento de los planteos exclusivos de cría. En predios pequeños del N provincial la cría caprina sobre una base exclusiva de pasto salinas es una opción a considerar. Puede también evaluarse el desarrollo de innovaciones que aporten a la diversificación de los sistemas ganaderos con base pastoril de gramíneas megatérmicas plurianuales incorporando cultivos anuales aunque minimizando la posibilidad de poner en riesgo la integridad física del suelo: cultivos agrícolas o verdes como parte de la renovación mecánica planeada de una pastura consolidada de pasto llorón, digitaria o pasto salinas, según el caso, definiendo manejos que garanticen la recomposición de la pastura original.

Puede apuntarse como un **quinto problema**, de escala menor y relevancia discutible, la escasa diversificación de la base pastoril de los sistemas de cría, a consecuencia del limitado número de especies plurianuales de adaptación probada a las condiciones ambientales imperantes. Puede constituir esto, sin embargo, una oportunidad para el INTA San Luis de concretar el desarrollo tecnológico que haga posible poner a alguna otra especie, como por ejemplo el tetracne (*Tetrachne dregei* Nees), en el concierto de las especies forrajeras cultivadas, acción que implicaría además un previsible rédito institucional. Pueden también contribuir a este efecto la recuperación de sorgos plurianuales –tales como el sorgo negro, prácticamente sin presencia en el comercio de semillas, y el sorgo Silk- y la consideración de especies del género *Panicum sp* (mijos perennes: *P. coloratum* L. cv. Verde y *P. virgatum* L.) y, para planteos pastoriles del N provincial, la grama Rhodes.

Frasinelli (Com. personal, 2010) añade como limitaciones relevantes: el conocimiento insuficiente de las posibilidades de implantación y niveles de productividad de las gramíneas megatérmicas plurianuales en ambientes con inferiores precipitaciones (áreas lindantes con Mendoza y La Pampa); la falta de ajuste de la tecnología para monitorear la producción primaria de las gramíneas megatérmicas cultivadas y del pastizal a través de índices verdes; la exigua capacitación de muchos profesionales en lo que respecta al manejo apropiado de las gramíneas megatérmicas y del pastizal; y la difusión insuficiente acerca de esta temática. Ha reflexionado asimismo sobre la posibilidad de producción por parte del INTA de semilla de recursos forrajeros no disponibles en el mercado, así como la

instrumentación de campos demostradores como una manera de hacer más eficiente la adopción de prácticas tecnológicas deseables.

Seguramente quedan innumerables demandas explícitas e implícitas por formular. Agregar al pie de estas líneas los interrogantes y propuestas que se consideren pertinentes respecto de la problemática forrajera de los sistemas pastoriles de San Luis, puede ser un buen comienzo.

4- AGRADECIMIENTO

A Carlos A. Frasinelli, por las innumerables conversaciones mantenidas en torno a estas cuestiones que han guiado nuestro desempeño en la institución.

5- BIBLIOGRAFÍA

Bertón, J.A. y Echeverría, J.C. 1999. Cambio climático global en San Luis: régimen pluviométrico. UNSL, VII Jornadas Cuidemos nuestro mundo (CNM) para contribuir a la implementación de un modelo ambiental para San Luis.

Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H.; Belgrano Rawson, A.J. y Frigerio, K.L. 2002. Sistemas de cría y recría de bovinos. Caracterización de la ganadería de San Luis. *In* INTA, IDIA XXI año 2 n° 2: 79-82.

Frasinelli, C.A. y Stritzler, N.P. 2003 Manejo de especies introducidas. Respuesta animal y sistemas de producción. Curso de cría bovina. Colegio de Méd. Vet. de La Pampa (Santa Rosa, 18/Oct./2003).

Rossanigo, C.; Arano, A. y Rodríguez Vázquez, G. 2010. Stock 2010 del ganado bovino. Mapas de existencias e indicadores ganaderos. INTA-SENASA-RIAN Ganadera, Inf. Técnica 178.

Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable (Gob. de la Rep. Argentina) 2008. El avance de la frontera agropecuaria y sus consecuencias.

Veneciano, J.H. y Frigerio, K.L. 2012. La lluvia en Villa Mercedes (San Luis). EEA San Luis (INTA), Inf. Técnica 181.

CAPÍTULO 4

LA SALUD ANIMAL EN LOS SISTEMAS GANADEROS BOVINOS EN LA REGION SEMIARIDA-SUBHUMEDA DEL CENTRO DE LA ARGENTINA.

Rossanigo C. E.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

1- INTRODUCCION.	101
2- LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACION EN SANIDAD ANIMAL. .	103
3- ENFERMEDADES MÁS IMPORTANTES DEL CICLO COMPLETO.	104
4- PATOLOGIAS EMERGENTES DE LA INTENSIFICACION GANADERA BOVINA EN LA REGION SEMIARIDA-SUBHUMEDA DEL CENTRO DE LA ARGENTINA.	118
4.1- Aparición de patologías exóticas para la región.	119
4.2- Mayor prevalencia de enfermedades existentes por mayor contagio.	119
4.3- Enfermedades por errores alimenticios con disfunciones bioquímicas.	121
5. MISCELÁNEAS.	125
6- BIBLIOGRAFÍA.	127

1- INTRODUCCION.

La producción agropecuaria está limitada por un conjunto de factores muy numerosos y diversos, algunos de estos dependen directamente del propio ganadero y entre ellos se destacan el aumento productivo, mejoramiento de las razas, manejo del suelo, pasturas y

animales, practicas reproductivas, atención sanitaria, prácticas de comercialización y la administración de los establecimientos.

No obstante que todos los factores señalados ejercen influencias sobre el resultado de la actividad, puede afirmarse que todo esfuerzo para el desarrollo ganadero es débil de no sustentarse sobre una ganadería sana con el adecuado control e indemne de aquellas enfermedades que reduzcan la eficacia productiva y la capacidad de producción.

La Sanidad Animal es una disciplina que abarca una gran cantidad de temas y se hace muy difícil definirla. En forma resumida se puede decir que son las medidas tendientes a mantener a los animales en un estado de salud óptimo. Estas medidas deben abarcar áreas como diagnóstico, terapéutica y prevención.

Se entiende por diagnóstico a las técnicas tanto clínicas como de laboratorio que permitan llegar a reconocer la enfermedad presente y su causa. La terapéutica sigue a esta etapa y busca el elemento antagonista que neutralice el elemento nocivo. Aquí se reconocen los antibióticos, corticoides, antiparasitarios, y elementos esenciales como vitaminas, proteínas, macro elementos y oligoelementos.

Una vez conocida la enfermedad, como ente individual debe estudiarse su comportamiento poblacional y en distintas condiciones ambientales. Esto permite que junto con los medios terapéuticos, se puedan desarrollar tareas de prevención, lo que incluye no solo vacunas, sino también el uso apropiado de variables manejadas por el hombre, como la densidad poblacional, alimentación, nutrición, sistema productivo, etc.

La Salud Animal debe incluir no solo el estudio de las enfermedades tradicionales: infecciosas, carenciales, parasitarias, etc., sino también los estados fisiopatológicos a menudo subclínicos como consecuencia de errores de manejo nutricional, stress por causa climática y/o adaptación ambiental y otros que afecten el normal funcionamiento y disminuyan la capacidad productiva de los animales.

La prevención de enfermedades, al prolongar la vida y fomentar la salud aumentan la eficacia en la producción y productividad ganadera, contribuye no solo a evitar pérdidas económicas, sino también a disminuir los riesgos que para la salud humana tiene las enfermedades zoonóticas o que afectan la salud pública.

2- LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACION EN SANIDAD ANIMAL.

La necesidad de contar con buenos laboratorios de investigación y diagnóstico en salud animal ha quedado demostrada en forma elocuente en varios países del mundo y de nuestro país

De tal forma son importantes los grupos de trabajos en Sanidad Animal y los Laboratorios de Diagnósticos, que en noviembre del 1984 se constituye la AAVLD (Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico) creada a partir de la inquietud de profesionales del ámbito de la salud animal con el objeto de promover el desarrollo de los Laboratorios de Diagnóstico, facilitar la interacción entre ellos y aportar conocimientos y tecnología para mejorar su aporte a la producción pecuaria

Para tener una acabada idea de la evolución que ha mostrado la Sanidad Animal en la Provincia es necesario retrotraerse al año 1979 cuando se instala el Laboratorio de Diagnóstico en Sanidad Animal en la EEA San Luis como parte del Programa de Salud Animal del INTA.

En ese año la población de Médicos Veterinarios de la ciudad de V. Mercedes era de 15 profesionales de entre 5 y más de 10 años de recibidos con 5 Farmacias Veterinarias. En esa oportunidad se consultaron varios profesionales para interiorizarse del grado de conocimiento del estado sanitario provincial, detectándose que queratoconjuntivitis, aftosa, mancha, carbunco y brucelosis eran las enfermedades más importantes junto con la existencia de parásitos gastrointestinales de sarna y piojos, de deficiencia de Cu y de intoxicación por duraznillo negro o palque. El plan sanitario de aplicación en la región era aftosa, mancha y gangrena, carbunco y tratamientos antiparasitarios externos e internos. A partir de 1976 se implanta como obligatoria la vacunación antibrucélica en los Depto. Gral Pedertera, V. Dupuy y Capital. En la actualidad la actividad veterinaria local y regional se ha visto incrementada por la llegada de nuevos profesionales con una muy buena interacción entre la actividad privada y oficial.

La experiencia lograda en el funcionamiento del Laboratorio de Diagnóstico de la EEA San Luis, indica que este, a través del apoyo profesional del medio, es un instrumento de transferencia tecnológica muy eficiente, por cuanto hay contacto directo entre el medio rural,

los profesionales particulares e investigadores. Esta conjunción de elementos actúa como factor multiplicador de la información generada, no solo en el laboratorio sino también en el campo.

Esta relación ha permitido; obtener información sanitaria para la evaluación de la incidencia relativa de las enfermedades en la zona e identificación de los problemas que requieren estudio; hacer uso de la información con fines de capacitación y transferencia y el desarrollo y/o adaptación de nuevos y más eficientes métodos diagnósticos.

El análisis de la problemática de la región semiárida-subhúmeda central surge de la recopilación de datos del servicio de diagnóstico de la EEA San Luis, de labores complementarias y del cumplimiento de proyectos de investigación. El grado de importancia, según se manifiesta a través de la discusión de distintas enfermedades surge de la incidencia económica que tienen como entidades de efecto negativo en la producción y no necesariamente por la frecuencia o distribución regional de las mismas.

Esto se debe en parte a que la enumeración de patologías más frecuentes que surge de este análisis, fueron obtenidas de muestras sesgadas por dificultades de diagnóstico, por lo que no representa la situación epizootiológica de la población animal de la provincia de San Luis.

3- ENFERMEDADES MÁS IMPORTANTES DEL CICLO COMPLETO.

En el cuadro 1 se describen sintéticamente las enfermedades más importantes del ciclo completo que afectan a los sistemas ganaderos pastoriles de la región, descritos por agentes etiológicos

Entre las enfermedades causadas por agentes infecciosos la **Mancha** es una de las enfermedades de mayor prevalencia. Esta enfermedad clostridial, producida por *Clostridium chauvoei* ampliamente conocida por los productores, sigue generando actualmente pérdidas por mortandad. Se presenta, por lo general, de forma sobrealaguda, con rápida descomposición del animal, no detectando sintomatología alguna.

ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL CICLO COMPLETO (1)					SINTOMAS-LESIONES
ENFERMEDAD	ETIOLOGIA	EDAD CATEGORIA	INCI-DENCIA		
BACTERIANAS:					
Mancha y Gangr. Caseosa	<i>Clostridium chauvei-septicum.</i>	< 2 años	Alta		SOBREGAJUDA: Fiebre, toxemia, renuevas postración, muerte. Inflam. músc., con gas y gangrena.
Carbunco	<i>Bacillus Anthracis</i>	Todas	Baja		HIPERAJUDA: falta rigidez cadáver, rápida putrefac., no coagulación, esplenomegalia (barró esplénico).
Septicemia (Pasteurellosis)	<i>Pasteurella Multocida</i>	Todas	Moderado		AGUDA: neumonía hemorrágica-septicémia (puntillado hemorrágico gral)
Queratoconjuntivitis	<i>Moraxella bovis</i> + virus IBR	Todas	Alta		Lagrimo, fotofobia, ceguera. Queratoconjuntivitis (ojo con nube blanca, queratocono, queratocele).
Tuberculosis	<i>Mycobacterium bovis</i>	Mayores	Baja		CRÓNICA: sin mayores signos clínicos. Generalmente síntomas respiratorios. Pobre condición corporal.
VIRALES					
Aftosa	Virus A, O y C - (sub-tipos)	Todas	Nula		Atas en pezuñas y boca. Fiebre. Decaimiento. Anorexia. Sialorrea.
Síndrome respiratorio	Virus: IBR-PI3-BRSV/+Past.	< 8 meses	Moderada		Neumonía, tos, dificultad p/respirar, conjuntivitis, secreción nasal, temp., sialorrea. Postración. Muerte.
IBR Nervioso	Herpes Virus	< 2 años	Moderada		Nerviosos. Dificultad para deambular, excitación, ceguera, patoleo, etc.
Diarreas Neonatales	<i>Rotavirus</i> + <i>E.coli</i> + <i>Criptó</i>	< 1 mes	Moderada		Diarrea blanca-amarillenta. Deshidratación. Fiebre. Alta morbilidad
PARASITARIAS					
Gastroenteritis verminosa	Nematodos de dif. especies	<1 /2 año	Mod. Alta		Decaimiento, pelo opaco, diarreas, pérdida peso (10-25 kg/animal/ciclo inverna), deterioro corporal.
Sarna	Acaros: <i>Psoroptes bovis</i> .	Todas	Mod. Alta		Decaimiento general, inquietud, picazón. Picaduras de sarna en cruz-cuello-lomo. Mal aspecto
Fasciolosis - Distomatosis	Tremátodo: <i>Fasciola Hepática</i> .	> 2 años	Baja Mod.		Baja producción, animales flacos y de pobre condición corporal. Enfermedad crónica
Coccidiosis intestinal	Protozoos: <i>Eimeria zurni</i> - <i>Bovis</i>	< 8 meses	Mod. Alta		Diarrea ósangre, decaimiento, anemia, deshidratación, postración y muerte. Enf. de otoño y de feed lot.
Mosca de los cuernos	Mosca: <i>Haematobia irritans</i>	Todas	Alta		Presencia de moscas sobre el lomo, animal intranquilo y moles to en los meses cálidos.
Miasis (picheras)	Mosca: <i>Cochliomya hominivorax</i>	Todas	Alta		Infestación de heridas por larvas de la mosca. Tiene incidencia estivo-otoñoal. Importante al parto.
CARENCIALES					
Vaca caída-Tetania	Ca, Mg y P.	Vacas	Moderada		Hipocalcemia: vaca caída (parésia) en pre y post-parto. Hipomagnesemia: excitación, tetania, pica, rechinar.
Deficiencia Cobre	1ría. 2ría: exceso sulfatos y Mb	< 1 /2 año	Moderada		Hipocuprosis: Retraso crecimiento, decoloración del pelo (abayamiento), anemias, diarreas.
Deficiencia Zinc	1ría. 2ría: exceso sulfatos	Novil-Toros	Moderada		Alterac. en queratinización de piel (des camac- costras) y tejidos blandos de pie (talón)=pododermatitis.
REPRODUCCION					
Trichomoniasis	<i>Trichomonas Foetus</i>	An. en Serv.	Alta		Enfermedades de rodeo. Bajo % de preñez. Muerte embrionaria, infertilidad temporaria con repetición de celos.
Campylobacteriosis	<i>Campylobacter Foetus</i>	An. en Serv.	Mod. Alta		Abortos de 2-4 meses. Aumento de cola de partición. Toros trabajan mucho.
Brucelosis	<i>Brucella abortus</i>	An. en Serv.	Alta		Abortos gdes (último tercio) partos prematuros, terneros débiles. Fiebre. Retención de placenta.
Síndrome reproductivo	Virus IBR - DVB	Vaca	Baja		Vulvovaginitis, abortos infert., nacimientos débiles-malformados, muertes perinatales, ataxia-hipermetría.
Leptospirosis	<i>Leptospira</i> spp.	Vaca- Ternero	Moderada		Abortos gdes e ictericos. Nacimiento terneros débiles o prematuros. Muerte terneros con fiebre y meada roja
TOXICAS					
Palque	<i>Cestrum parqui</i>	Todas	Alta		Muerte súbita (hiperaguda) sin síntomas. Antecedentes de monte con palque. Típica lesión en hígado
Cianhídrico y Nitratos	Sorgos, gramillas - cardos	Todas	Baja		Cianosis, disnea, hipoxemia, tambaleo, nerviosismo, caída y muerte
Festucosis de verano	Ergo-alcaloídes de la <i>Festuca</i>	Todas	Baja		Asoleados, desm ejorados, agitados, pelo opaco, sialorrea, temp. A veces pobre ganancia único síntoma.
Micotoxicosis	1) Zeaalenona 2) Alfa-Ocratoxina	Vaca	Baja		1) Pastoreo maíces chongos (<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i>); abortos, celo y vulva agrandada 2) Hepatotóxica
DE MANEJO					
Empaste	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	Todas	Mod. Alta		Muerte súbita al pastorear. Meteorismo ruminal. Cólicos, hinchazón, muerte.
Indigestión/Acidosis	Exceso HC (ac.i. lactico no volátil)	Engorde	Baja Mod		Diarrea gris, acea, olor picante, atonía ruminal, cólicos, desmejorados. Ruminitis química, pH ruminal < 5.

ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL CICLO COMPLETO (2)	
ENFERMEDAD	TRATAMIENTO
BACTERIANAS:	
Mancha	Antibiótico de amplio espectro-Revacunar
Carbunco	Por lo general se llega tarde.Antibióticos masivos.
Septicemia(Pasteurellosis)	Antibiótico de amplio espectro(ae). Agresinas
Queratoconjuntivitis	Lagrimero y ojo rosado: lavado de ojo con desinfectante iodado o spray locales. Nube y queratocono: oxtetraciclina LA intrapalpebral.
Tuberculosis	Sintomático con antibióticos
VIRALES	
Aftosa	Específico no existe. Evitar complicaciones. Elevadores de defensa, antisépticos y desinfectante.
Síndrome respiratorio	Sintomático: Antibióticos amplio espectro. Vacunar contra pasteurella, P13 y IBR
IBR Nervioso	Sintomático: antibióticos- Específico no existe- Vacunar a todos.
Diarreas Neonatales	Sintomático: antidiarreicos. Hidratación-Antibióticos.
PARASITARIAS	
Gastroenteritis verminosa	Desparasitación a cargas > 200 hpg (Levamisoles,Bencimidazoles,Closanel,Avermectinas),Oral, inyectable, Intraruminal.
Sarna	2 Baños (Piretroides o Fosforados) con diferencia de 14días. Endectocidas (Avermectinas) inyectables.
Fascioliasis - Distomatosis	Deparasitación con triabendazole(FasineX), closanel(Flukiver), nitroxini(Dovenix), ivermectina+clorsulón (IvomecF) en otoño y primavera.
Coccidiosis intestinal	Sulfas inyectables: sulmetazina (Sulfa RJ), sulfadoxina-trimetoprim(Raxidal), antidiarreicos, hidratación.
Mosca de los cuernos	Desparasitar con cargas > 200 moscas/animal. Drogas: Piretroides o fosforados (vía Pour-on o baños) o caravanas insecticidas a todo el rodeo.
Miasis (bicheras)	Tratamiento: aplicación de "curabicheras" (Cipermetrinas-fosforados) en pomada o aerosol y avermectinas inyectables (larga acción).
CARENCIALES	
Vaca caída-Tetania	Aplicación endovenosa de soluciones a base de sales de Mg, Ca y P. (específicos o combinados con Cu y Zinc)
Deficiencia Cobre	Cu inyectable con productos de lenta liberación (3 a 4 meses).
Deficiencia Zinc	Zinc inyectable (específicos o combinados) o oral (caros y vía crítica por influencia de calidad de agua y niveles de consumo).
REPRODUCCION	
Trichomoniasis	Trichomoniasis (Dimetridazole) a los toros infectados. Raspaje control post-tratamiento.
Campylobacteriosis	Antibióticos por vía parenteral, repetir a las 48 hs.En toros lavajes prepucales c/Antibióticos de amplio espectro (penicilina-estrepto).
Brucelosis	En tormentas de abortos vacunar con 1/2 dosis. Antibióticos
Síndrome reproductivo	Sintomático. Vacunar a todos los animales.
Leptospirosis	Antibióticos (penicilina-estreptomitina).
TOXICAS	
Palque	No existe. Retirar los animales del potrero problema. Diagnóstico confirmativo: análisis microhistológico contenido ruminal.
Cianhídrico y Nitratos	Ac. Cianhídricos: anticianicos en H O de bebida - Nitratos: azul de metileno E.V.
Festucosis de verano	No existe. Retirar rápidamente los animales del potrero. Brindar sombra y agua fresca. Moverlos despacio sino se agitan y mueren.
Micotoxicosis	No existe. Retirar inmediatamente animales del potrero, para evitar + abortos o lesiones hepáticas. Desechar el forraje de maíz.
DE MANEJO	
Empaste	Carm inativos - Si hay cólicos tratamientos sintomáticos. Punción de rúmen.
Indigestión/Acidosis	Sintomático. Retirar grano (matz-gluten-sorgo). Ofrecer alimento fibroso (fardos). Antiácidos en la ración.

ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL CICLO COMPLETO (3)	
PROFLAXIS-PREVENCIÓN	
BACTERIANAS:	
Mancha	Vacunación c/triple (mancha-gangrena-enterotox) en el destete (marzo-abril) con doble dosis con 15 días de intervalo - Revacunar anualmente hasta los 2 años.
Carbunco	Vacunación a todos los animales a partir de 1 año, en el mes de octubre. Revacunar anualmente (R.A).
Septicemia(Pasteurelosis)	Vacunas monovalentes (past.) o polivalentes (IBR-P13-Past) : a) madres doble dosis último 1/3 gestación. R.A. b) Terneros antes del destete.
Queratoconjuntivitis	Vacunas (piladas) y bacterinas mixtas a base de Moraxella bovis + virus IBR al destete, repitiéndola a los 20 días. R.A
Tuberculosis	Control: diagnóstico obligatorio (Plan Nac.Control e Erradicación) mediante tuberculización (0,1 ml) ano-caudal (AC) o cervical (C) a > 6 meses. Lectura 72 hs.
VIRALES	
Aftosa	Vacunación sistémica obligatoria. Vacuna oleosa dos veces al año. En Cuyo primovacuna en julio y revacunación en noviembre
Síndrome respiratorio IBR Nervioso	Vacunas polivalentes (IBR-P13-BRSV-Haemophilus-pasteurel.): a) Madres doble dosis último 1/3 gestación. R.A. b) Terneros antes del destete. Revacunar a los 20 días.
Diarreas Neonatales	Vacunas polivalentes (IBR-P13-pasteurel.-DVB): a) Madres doble dosis último 1/3 gestación. R.A. b) Terneros antes del destete. Revacunar a los 20 días.
	Vacunas polivalentes y combinadas a las madres con doble dosis separadas por un mes en el último 1/3 gestación. R.A.con una dosis.
PARASITARIAS	
Gastroenteritis verminosa	Desparasitación láctico-supresiva 2 meses seguidos post-destete. En >1 año: Control Hpg y L3 en pastura. Alarma parasitaria (Balanza en invernada).
Sarna	Trat preventivo en invernada. Evitar introducir animales con sarna al rodeo. Baños y tratamientos (Avermectinas) a los primeros animales afectados.
Fascioliasis - Distomatosis	Evitar que los animales tomen agua de arroyos, vertientes, etc.donde vive el caracol(Limnaea) transmisor. Control de huevos en heces.
Coccidiosis intestinal	Evitar el hacinamiento después del destete (10 a 30 días), evitar strees y coccidiosatos en el alimento 10 días antes del destete. Carga peligrosa >12000 OPG.
Mosca de los cuernos	En los tratamientos alternar drogas para evitar resistencia parasitaria. Usar dosis recomendadas.
Miasis (bicheras)	Aplicar endectocidas inyectables previo a la práctica a realizar: castración, descorne, señalada,etc.
CARENCIALES	
Vaca caída-Tetania	Suplemento mineral en batea (50%harina de hueso-50% sal común-2% Sulfato de Cobre). Control serológico: Ca: 9.5-10.5 mg%. Mg: 1.8-3.2 mg%
Deficiencia Cobre	Cu inyectable o Sulfato Cu en batea (2%) como preventivo. Control: niveles en sangre según información regional: Valor normal 0,5 a 1,5 ppm.
Deficiencia Zinc	Zn inyect. preventivo en categorías de gran producción (lecheras-novillos). Control:niveles en sangre según información regional: Valor normal 0,9 a 2,8 ppm
REPRODUCCIÓN	
Trichomoniasis	Control de toros: a través de raspajes prepuciales y cultivo (min 3 raspajes). Evitar introducir toros enfermos al rodeo. Usar toros jóvenes.
Campylobacteriosis	Vacuna: (trivalente inactivas). Hembras y machos antes del servicio. Vaquillonas 2 dosis con diferencia de 15 ds. Control: 3 raspajes prepuciales-IFD.
Brucelosis	Vacuna:C19 obligatoria anual hembras entre 3-10 meses.Opcional revacunar antes servicio Cepa RB51. Serología oficial Red Lab: BPA-Wright-2 mercapto.
Síndrome reproductivo	Vacunación solo recomendada con diagnóstico. Doble vacunación con 30 y 60 días antes del servicio. RA. 1 dosis. Serología de control apareada.
Leptospirosis	Doble vacunación de los ventres con 30 y 60 días antes del servicio con vacunas combinadas polivalentes.
TOXICAS	
Palque	Combatir el palque en los montes. Evitar que animales que no lo conocen pastoreen en potreros con palque.Vacuna sublingual dudosa efectividad
Cianídrico y Nitratos	Evitar el pastoreo de sorgos,gramillas,etc.en épocas de heladas o después de lluvias.Anticiclicos en H2O de bebida .
Fascucosis de verano	Diagnóstico c/incción del hongo (<i>Acremonium coenophialum</i> productor del ergo-alcaloide lolina responsable del espesamiento arterial) en semillas y plantas.
Micotoxicosis	No utilizar maíces (planta-granos) enmohecidos. Identif. hongos. Medición micotoxina: Zearealenona: dosis tóxica 200 ppbillón (caso 1,4 ppm). Aflatoxina 2ppm.
DE MANEJO	
Empaste	Manejo(pastoreo/hora y vigilado,no hambreados,evitar && temas) Carminativos en agua.Ionóforos:Monensina(cáps-ración). Marchitamiento mecánico-químico.
Indigestión/Acidosis	Equilibrar raciones (programas tipo Cornell). Antiácidos en ración (Carb.Ca). Penicilina para reducir Gram + (Flora glucosidófilas). Suministrar flora celulolítica

ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL CICLO COMPLETO (4)		
ENFERMEDAD	EFFECTO DE LA PROFILAXIS	MEDIDAS A TOMAR ANTE LA OCURRENCIA DE LA ENFERMEDAD
BACTERIANAS:		
Mancha	Bueno	Aislar enfermos - Cambio de potrero del rodeo.
Carbunco	Bueno	Cambio de potrero (bacteria telúrica)- Enterrar con cal o quemar los muertos.
Septicemia(Pasteurellosis)	Regular	Evitar stress a los animales.
Queratoconjuntivitis	Regular	Evitar contacto con enfermos y stress (encierno). Evitar potreros pelados días de viento
Tuberculosis	Buena	Eliminación de +. (AC)0-3mm neg.,3-5mm sospechoso. >5mm POSITIVO. (C)0-3mm. > 3 mm +.
VIRALES		
Aftosa	Muy Bueno	Ante sospecha de ella DECLARAR EL FOCO A SENASA
Síndrome respiratorio	Bueno	Buen calostrado de los terneros al nacer.
IBR Nervioso	Bueno	Aislar enfermos - Evitar causas predisponentes (parásitos).
Diarreas Neonatales	Bueno	Evitar causas predisponentes (mal calostrado, hacinamiento, higiene, stress, etc.).
PARASITARIAS		
Gastroenteritis verminosa	Bueno	Cambio de potrero. Buena alimentación. Control Hp.G. Prueba Alarma Parasitaria
Sarna	Bueno	Evitar contactos (enciernos-vacunaciones, etc.) - Buena alimentación.
Fascioliasis - Distomatosis	Bueno	Molusquidas con sulfato de Cobre en los arroyos.
Coccidiosis intestinal	Bueno	Tratar enfermos, cambio de potrero (> unidad de superficie/animal)
Mosca de los cuernos	Bueno a regular	Tratar a animales adultos (toros y vacas) antes de la época del servicio.
Miasis (bicheras)	Bueno	Evitar realizar ciertas prácticas en el verano.
CARENCIALES		
Vaca caída-Tetania	Regular	Buena alimentación pre y post-parto.
Deficiencia Cobre	Bueno	Evitar agua con exceso sulfatos (> 0.8-1 g/l) o alta relación sulf./sales totales (1-1.5:1)
Deficiencia Zinc	Bueno	En los casos de podermatitis evitar infecc. Podales; pletin. Analizar sulfatos del agua bebida. Oxido Zn al 1% en harina hueso
REPRODUCCION		
Trichomoniasis	Bueno	Vacas abortadas cpiómetras y toros no tratados a venta.Vacias descansos o sexual.
Campylobacteriosis	Regular	Idem
Brucelosis	Bueno	Eliminar positivos por serología. Quemar y enterrar abortos.
Síndrome reproductivo	Pobre	En DVB comportamiento errático de la enfermedad. Consultar Vet.
Leptospirosis		Evitar lagunas en los potreros ya que el medio húmedo favorece la sobrevivencia de estos microorganismos
TOXICAS		
Palque	Regular	grados de humedad del medio, así, puede observarse incremento de los brotes en la época de lluvia.
Cianhídrico y Nitratos	Bueno	Patogenia:
Festucosis de verano	Bueno	En casos severos arar el potrero. CUIDADO en toros afecta la espermatogénesis
Micotoxicosis	Malo	Retirar inmediatamente los animales del potrero.
DE MANEJO		
Empaste	Regular	Retirar los animales del potrero inmediatamente.
Indigestión/Acidosis	Bueno	Retirar los animales del corral y ofrecerle alimentos fibrosos.

Como hallazgo de necropsia, se observa una deformación crepitante ubicada preferentemente en grandes masas musculares, visible al corte con presencia de gas, de aspecto sanguinolento y color rojo oscuro. Como medida preventiva deben emplearse la vacuna triple: primovacunación y en campos problemas vacunar antes del destete (30 días) con doble dosis con intervalo de 15 días. Revacunar hasta los 2 años. En los últimos años se ha observado lo que en el medio rural se denomina "ruptura de vacuna", haciendo referencia a animales que se enferman aun cuando están vacunados y el reporte de casos de mancha y gangrena en vacas adultas.

El **Carbunco bacteriano** es una enfermedad caracterizada por septicemia y muerte repentina, con salida de sangre por los orificios corporales del cadáver. Representan hallazgos importantes la incapacidad para coagular, la esplenomegalia, la enteritis hemorrágica y la ausencia de la rigidez cadavérica. Antes de la apertura del Laboratorio esta enfermedad recibía mucha atención de los veterinarios por la alta cantidad de diagnóstico, seguramente incorrectos sin la confirmación bacteriológica. Sin embargo en los 35 años de actividad del Laboratorio fueron no más de 5 los casos diagnosticados en por el laboratorio. Por el bajo costo de la vacuna se recomienda vacunar anualmente a todos los animales a partir de 1 año de edad en primavera. Recordar que la vacuna empleada contiene el agente vivo atenuado, por lo que no debe aplicarse conjuntamente con antibióticos.

La **Queratoconjuntivitis** es una enfermedad infecciosa causada por el agente etiológico *Moraxella bovis*, responsable de la lesión ocular. Los animales enfermos comienzan con fotofobia, lagrimeo en epifora, conjuntivitis, turbidez de la córnea, queratocono, avanzando hasta (de no mediar tratamiento) la perforación de la córnea con pérdida del humor acuoso y globo ocular. El tratamiento se realiza utilizando antibióticos inyectados vía sistémica (subcutánea o Intramuscular) y local (intrapalpebral y/o tópica). Como herramienta preventiva se puede utilizar vacunas comerciales o bien autovacunas elaboradas con cepas autóctonas del propio establecimiento..

Las **bronconeumonías o neumonías** propiamente dichas, actualmente agrupadas y designadas como **Complejo respiratorio bovino (CRB)**. Los animales afectados rehúsan ser arreados, presentan secreciones mucopurulentas en las fosas nasales, dificultad para respirar con actitud de cuello extendido, jadeo, tos, babeo, anorexia y temperatura corporal alta. El CRB es un proceso de etiologías multifactorial en los que se encuentran

involucrados factores predisponentes como el medio ambiente (temperatura, humedad, etc.), el manejo (hacinamiento, nutrición, tropas de diferente origen), cuerpos extraños (alimento pulverulento y polvillo ambiental), agentes primarios virales (inmunosupresores), elementos tóxicos y agentes secundarios (bacterias) que ocasionan el efecto patógeno.

Dentro de los virales podemos hallar el virus de la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina, (IBR), Diarrea Viral Bovina (DVB), el Parainfluenza 3 (PI3) y el Virus Sincitial Respiratorio Bovino (VSRB). Como agente predisponente de efecto tóxico citamos al compuesto químico 3 metilindol (3 MI) que se forma a partir de la metabolización del aminoácido L-triptofano a nivel ruminal, responsable de una lesión análoga del Enfisema pulmonar agudo bovino (EPAB) diagnosticada en las vacas de la región. Entre los agentes bacterianos podemos mencionar principalmente a *Pasteurella multocida*, *Mannheimia* (*Pasteurella*) *haemolytica*, y al *Histophilus somni*. El tratamiento de las neumonías se realiza utilizando antibióticos de amplio espectro. La implementación de un plan de vacunación con doble dosis a las madres en el último tercio de gestación y a los terneros antes del destete puede contribuir a disminuir las pérdidas por neumonías

Entre las enfermedades virales sin lugar a dudas la **Fiebre aftosa** fue la enfermedad más importante. Es una enfermedad viral altamente contagiosa que afecta a todos los animales de pezuña hendida y que tiene como características principales la formación de vesículas en la lengua, cara interna de los labios, carrillos, encías, paladar, rodete coronario y ubre. La aftosa presenta una forma mortal, que afecta preferentemente animales jóvenes; se observa en terneros de 20 días a un mes de edad, hijos de vacas y vaquillonas no vacunadas. La enfermedad es producida tres tipos de virus perfectamente diferenciados presentes en la Argentina, "A", "O", y "C".

La fiebre aftosa ha sido para la República Argentina el problema sanitario más emblemático por sus componentes comerciales, políticos, económicos y sociales, presente por más de un siglo y eliminado recién hace pocos años. Su erradicación no estuvo exenta de variados avatares, traducidos en diversas campañas piloto que comenzaron en la década del 50, realizadas en distintos lugares del país y con resultados que inicialmente fueron relativamente alentadores. El punto de inflexión histórico en la lucha contra la fiebre aftosa comenzó en el año 1984, con la incorporación de la vacuna oleosa de largo período de inmunidad, que todavía se aplica a los bovinos mayores una vez al año y dos veces a los

bovinos menores de dos años a través de la campaña del Programa Nacional de Control y Erradicación de la fiebre aftosa.

Por fortuna la Fiebre aftosa ya es historia. El último foco provincial data del 27 de agosto de 2001 en un establecimiento jurisdicción del Centro de Ganaderos Villa Mercedes. El último foco en el país fue reportado en V. Makenna (Dpto. Río IV) el 5 de enero del 2002 producido por el virus A 2001.

La **Diarrea Neonatal Bovina**, producida por Corona y Rota virus, se presenta en la región y está asociada a cambios drásticos de potreros, factor que determina la separación de vacas y crías por un tiempo relativamente largo, predisponiendo por falta de ingestión de calostro, a la aparición de esta enfermedad. La práctica de vacunación es limitada y muchas veces incorrecta, ya que se procede a vacunar los terneros al nacimiento, cuando en realidad lo oportuno es la vacunación de la hembra 30 días antes de la parición con dos dosis de vacuna para que a través del calostro se transmita la inmunidad correspondiente (inmunidad pasiva).

La enfermedad denominada **IBR (Infectious Bovine Rhinotracheitis)** es producida por el virus Herpes Bovino 1, ha tenido una gran difusión en esta provincia. Este virus produce distintas enfermedades según la forma de presentación, donde su desarrollo, incidencia y patogenicidad también difieren entre sí, dando lugar a la forma Respiratoria, Ocular, Reproductiva y Encefálica. Esta última y la respiratoria son las de mayor prevalencia en la región. Los primeros casos de la forma nerviosa también llamada Encefalitis Necrotizante Bovina han sido hallados en 1985 en forma de epizootia abarcando grandes zonas de la provincia. La vacunación preventiva con vacunas combinadas-polivalentes a las madres gestantes y a los terneros antes del destete brinda protección, sin embargo hay que tener en cuenta la relativa inmunidad que infieren, con lo cual un animal vacunando no está exento de la aparición de un brote u animal afectado, pudiendo deberse esto a que son realizadas a virus inactivado (muerto).

Dentro de las enfermedades parasitarias, los **Nematodos gastrointestinales** son los más importantes de la región por las pérdidas que ocasionan en los sistemas productivos, estimándose que los terneros pierden entre 15 a 25 kg/año cuando están parasitados en el primer año de vida. Los estudios sobre epidemiología y etiología del parasitismo gastrointestinal bovino realizado en el ámbito de la provincia de San Luis y sur-oeste de

Córdoba muestran que los mayores recuentos de huevos por gramo (HpG) en la materia fecal, se manifiestan en el otoño - invierno. Los géneros predominantes en la región son *Haemonchus*, *Cooperia* y *Ostertagia*. La influencia de las condiciones ambientales (especialmente las precipitaciones) y el manejo de los animales (carga animal instantánea de los campos) en las distintas zonas ecológicas estudiadas determinan diferencias en la infestación de pasturas y en el parasitismo animal, por lo que se llegó a la conclusión que el "riesgo" parasitario disminuye de este a oeste.

En la última década se han detectado casos con problemas de resistencia antihelmíntica en los nematodos de los bovinos de la región, como consecuencia del uso indiscriminado de antiparasitarios, los cuales ejercieron una severa presión de selección sobre el genoma de los parásitos haciéndolo resistente a muchos de los principios químicos registrados por la autoridad sanitaria nacional como nematocidas de amplio espectro de los bovinos.

Un relevamiento sobre la infestación de hígados con **Fasciola hepática** realizado en frigoríficos de la provincia de San Luis, mostró la alta prevalencia que tiene esta enfermedad en la zona de sierra, disminuyendo considerablemente en los llanos.

A fines de los años 90 el grupo de salud animal reportó los primeros casos en Argentina de brotes de **Coccidiosis** clínica post destete en establecimientos de cría extensiva. Esta parasitosis intestinal, altamente contagiosa es producida por distintas especies de protozoarios del género *Eimeria* sp., caracterizada por producir diarreas sanguinolentas. Los focos se presentan en otoño, a los 25 días promedio del destete, en terneros manejados en espacios reducidos (hacinados). La morbilidad varía entre 1 % y 23 %, con una mortalidad promedio del 1 %. Tiempo después el mismo equipo de investigación reporta la primera comunicación de casos de Coccidiosis bovina con presentación nerviosa.

Los ectoparásitos, como la **sarna y piojos** tienen una amplia difusión en el medio, son entidades de fácil diagnóstico y no requieren la participación profesional por lo que es difícil determinar su incidencia en la producción ganadera en base a muestra casuística. El uso de piretroides sintéticos y endectocidas (avermectinas) han permitido un tratamiento eficaz y sencillo para controlar estos parásitos, por lo que se considera que son enfermedades bien conocidas por los productores y bajo su propio control. Sin embargo en los últimos años se vio incrementada la prevalencia de la sarna Psoróptica en animales confinados debido a la posible existencia de resistencia de los ácaros a las dosis preventivas de

endectocida al ingreso de los animales y en donde el hacinamiento favorece las posibilidades de contagio.

La **mosca de los cuernos o *Haematobia irritans*** causa pérdidas productivas desde 1991 en el país, debido a la irritación constante que producen a los animales, manifestándose en reducción en la ganancia de peso e intranquilidad, especialmente en animales adultos (vacas –toros) y de razas de color negro.

Las **miasis o bicheras** tienen alta prevalencia en los meses estivales, especialmente como complicaciones de infecciones de ombligo en terneros recién nacidos.

Dentro de las enfermedades carenciales la **hipocalcemia** posparto es un trastorno de tipo metabólico que se presenta, en general, entre 24 y 72 horas después del parto. Se caracteriza, desde el punto de vista bioquímico, por un descenso brusco del calcio sérico y, desde el punto de vista clínico, por la persistencia del decúbito sin posibilidad de pararse ya que este mineral desempeña ciertos roles estructurales, tales como la formación de hueso, y muchísimos roles funcionales actuando, por ejemplo, como posibilitador de la dinámica de las membranas celulares, la transmisión nerviosa, la coagulación sanguínea, la acción de algunas enzimas y la contracción muscular. Esta última función es, precisamente, la que se altera en el caso de la hipocalcemia aguda posparto. Es más frecuente en animales que paren en muy buen estado corporal, especialmente si ese mejor estado se logra en las últimas semanas de preñez; esto puede obedecer al hecho de que una mejor condición corporal al parto lleva a mayor producción láctea y por lo tanto una pérdida mayor de calcio por leche. En animales hipocalcémicos la administración de las soluciones de Ca por vía endovenosa en forma lenta a temperatura corporal arroja buenos resultados para levantar a las vacas.

La **hipomagnesemia** es un desorden metabólico, caracterizado por bajas concentraciones de magnesio (Mg) en sangre, debido a una reducida ingesta o utilización de este elemento por parte del animal. Es una enfermedad de la producción, las hembras que están gestando o lactando son las más propensas a padecerla, puesto que son las que tienen altas demandas de Mg y no cuentan con la posibilidad de movilizarlo desde el hueso. Los signos clínicos que acompañan a esta deficiencia son: irritabilidad, cabeza y orejas erguidas, dificultad en el desplazamiento, hiperventilación, rechinar de dientes y parpadeo. En caso de estresarse, el animal puede reaccionar con hiper-excitabilidad, con caída y temblores o

espasmos musculares durante los cuales, si no recibe tratamiento rápido y adecuado, puede morir. Esta patología está presente en la región en establecimientos con sistemas pastoriles y donde las variaciones climáticas diarias de heladas seguidas de precipitaciones son factores predisponentes para la aparición de hipomagnesemia. Su incidencia es variable de un año a otro, pero es marcadamente mayor en invierno y primavera. Habitualmente su detección se realiza mediante la cuantificación de este mineral en sangre. Pero este análisis no siempre tiene valor diagnóstico ya que a veces en lugar de encontrar valores bajos del mineral en sangre este valor estará normal y complican el diagnóstico. En este caso cobra importancia la medición de Mg en el humor vítreo (HV) del ojo en animales muertos.

La **deficiencia de cobre** se manifiesta en toda la región como una de las carenciales de mayor prevalencia. Existen dos tipos de deficiencias de cobre: una primaria, en la cual la ingestión de Cu es insuficiente para cubrir las necesidades del animal y una secundaria debido fundamentalmente a un exceso de molibdeno o sulfatos en el agua de bebida que interfieren en el metabolismo del Cu ya sea a nivel de absorción o de utilización metabólica. Dentro de los signos clínicos de la deficiencia en Cu se presenta con alteraciones de fracturas en los huesos largos, pero lo más común es la presentación en los animales de pelo hirsuto que toma una coloración grisácea como "arratonado". Como tratamiento preventivo, en los campos con problemas se planifica un esquema de dosificación de cobre en forma periódica y constante, comenzando con los vientres en el último tercio de la gestación para asegurar una reserva hepática al ternero suficiente para cubrir los 3 - 4 primeros meses de vida, para luego ir suplementado con Cu inyectable cada 4 - 6 meses teniendo en cuenta el peso de cada animal.

La **deficiencia de Zn** se presenta con diferente intensidad y forma según la categoría de animales afectados y condiciones ambientales. Dos son las presentaciones clásicas de esta carencia en bovinos: los problemas de piel y el "*Pietín*". Esta última presentación es la que mayormente se ha observado en las producciones más intensivas de la región (tambos), en los sistemas de engorde y terminación de novillos pesados y en toros, siempre con el antecedente de agua de bebida salada y con altos niveles de sulfatos.

Del análisis de las enfermedades de la reproducción, surge que la **Trichomoniasis y Campylobacteriosis** genital bovina (denominada anteriormente vibriosis) son dos

enfermedades que se ubican entre las principales que afectan la cría bovina de la región semiárida-subhúmeda central, por las pérdidas en las tasas de procreo de los rodeos. El impacto económico que ellas ocasionan es importante, ya que en términos generales se estima una diferencia del 20 % de preñez en establecimientos que la tienen en sus rodeos respecto de aquellos que están libres.

Ambas enfermedades pueden coexistir en un mismo rodeo, como así también en un mismo animal. La primera referencia a la existencia de trichomoniasis en Cuyo se remonta al año 1980, cuando el grupo de Sanidad Animal del INTA San Luis describe la problemática de un rodeo bovino en la provincia de La Rioja afectado por trichomoniasis. El Laboratorio en Sanidad Animal del INTA San Luis siguió trabajando ofreciendo servicio de diagnóstico de Trichomoniasis y de Campylobacteriosis por cultivo e inmunofluorescencia respectivamente, a los médicos veterinarios de la actividad privada.

En el año 1988, considerando que el Laboratorio de Diagnóstico del INTA había cumplido con todas las etapas de desarrollo, comprobación y transferencia tecnológica, suspende el servicio de diagnóstico encausándolo hacia laboratorios particulares de la región. Once años de registros determinaron una prevalencia regional media de establecimientos afectados del 10,8 % y 9,5 %; y de toros positivos del 1,13% y 0,72% para Trichomoniasis y Campylobacteriosis respectivamente

Durante muchos años la especificidad del cultivo de trichomonas fue considerada del 100 %, sin embargo otros flagelados que habitan normalmente el tracto digestivo de los bovinos (*Tetratrichomonas spp.* y *Pentatrichomonas spp.*) pueden ocasionalmente parasitar la cavidad prepucial de los toros. Recientemente en el 2014 se reportó el hallazgo de flagelados trichomonadidos no *T. foetus* en la cavidad prepucial de toros vírgenes.

La **Brucelosis** es otra enfermedad importante cuya prevalencia fue estimada en un 2,4 % a través de las muestras que se procesaron durante muchos años en el Laboratorio que formaba parte de la Red Nacional de Laboratorios del SENASA. Desde hace muchos años la vacunación antibrucélica es obligatoria al cien por cien (100%) de las terneras de tres (3) a ocho (8) meses de edad con vacuna *Brucella abortus* Cepa 19, en simultáneo con las campañas de vacunación antiaftosa, estimándose una cobertura vacunal de casi del 100 % de las todas las hembras que entran a servicio.

La **Leptospirosis** que produce abortos grandes en el último tercio de la gestación ha incrementado su prevalencia en los últimos años lluviosos de la región, acompañada con Nacimiento de terneros débiles o prematuros y muerte de terneros con la típica presentación aguda con anemias, ictericias, hemoglobinuria (“meada roja”) y hemorragias.

Las otras enfermedades de la reproducción (IBR, DVB) tienen baja prevalencia en la provincia de San Luis. La prevención de la mayoría de estas enfermedades que ocasionan infertilidad y abortos en los bovinos se logra con la Doble vacunación de los vientres 30 y 60 días antes del servicio con vacunas combinadas polivalentes,

Dentro de las enfermedades tóxicas, la que tiene mayor incidencia es la **intoxicación por Palque o Duraznillo negro (*Cestrum parqui*)**. Sin lugar a dudas es la intoxicación por plantas tóxicas con mayor casuística y con mayor porcentaje de mortandad. La casuística con que cuenta el Laboratorio de Diagnóstico refleja que las intoxicaciones por plantas tóxicas representan el 43% de las enfermedades con signos nerviosos y de ellas la más diagnosticada es la intoxicación por Palque en un 32% de los casos. Muchas veces afectan a unos pocos animales del rodeo y a veces a un número importante de animales con la repercusión económica que ello implica. Se destaca un caso donde los animales fueron encerrados a última hora del día en un monte con Palque para ser movido al día siguiente pero un temporal demoró ese traslado, encontrándose en los dos días sucesivos del temporal una mortandad de 60 novillitos gordos. En promedio la intoxicación afecta entre el 6 y 7 % de los animales expuestos con una morbo-mortalidad del 100%.

El principio tóxico no está totalmente establecido aunque probablemente sean glicósidos. La mayoría de los casos de intoxicación ocurren en vacunos aunque es tóxico para ovinos, cerdos, equinos y aves. Generalmente la enfermedad es sobre aguda, es decir que se produce la muerte inmediatamente después de ser ingerida. De observar síntomas, los signos clínicos más llamativos son la depresión, en otros agresividad, dolor abdominal, coma terminal. La lesión principal se centra en el hígado dependiendo su apariencia de la dosis ingerida. En animales donde transcurre cierto tiempo entre el momento de la ingestión y la muerte, podemos encontrar un hígado pálido con aspecto graso y ciertas zonas de puntillado hemorrágico; en los casos en los que los animales mueren a las pocas horas de la ingestión, el hígado se presenta oscuro muy cargado y hemorrágico. En corazón se puede observar pequeñas hemorragias producto de la muerte agónica que se produce.

El **meteorismo espumoso** es un trastorno digestivo frecuente en los sistemas pastoriles de engorde que se caracteriza por la formación de una espuma estable en el rumen, la cual no es eructable. Los principales factores que determinan su aparición son el tipo de alimento, el animal, el clima y el manejo del pastoreo. La leguminosa de mayor riesgo es la alfalfa que presenta una rápida digestibilidad por los microorganismos del rumen y sus hojas contienen gran cantidad de sustancias productoras de espuma. Como medidas preventivas se destacan el manejo del pastoreo de las leguminosas y la aplicación de ionóforos mediante bolos intraruminales o en polvo.

En las figuras 4.1 y 4.2 se observan los calendarios sanitarios básicos sugeridos para los rodeos de cría y para la invernada-engorde propia o de compra.

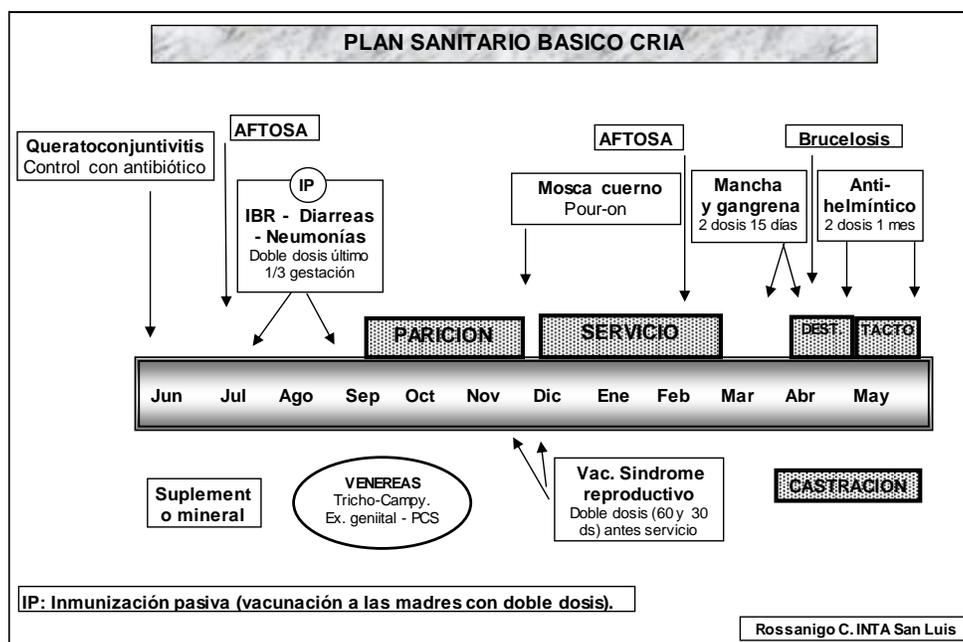


Figura 4.1: plan sanitario básico para un sistema de cría

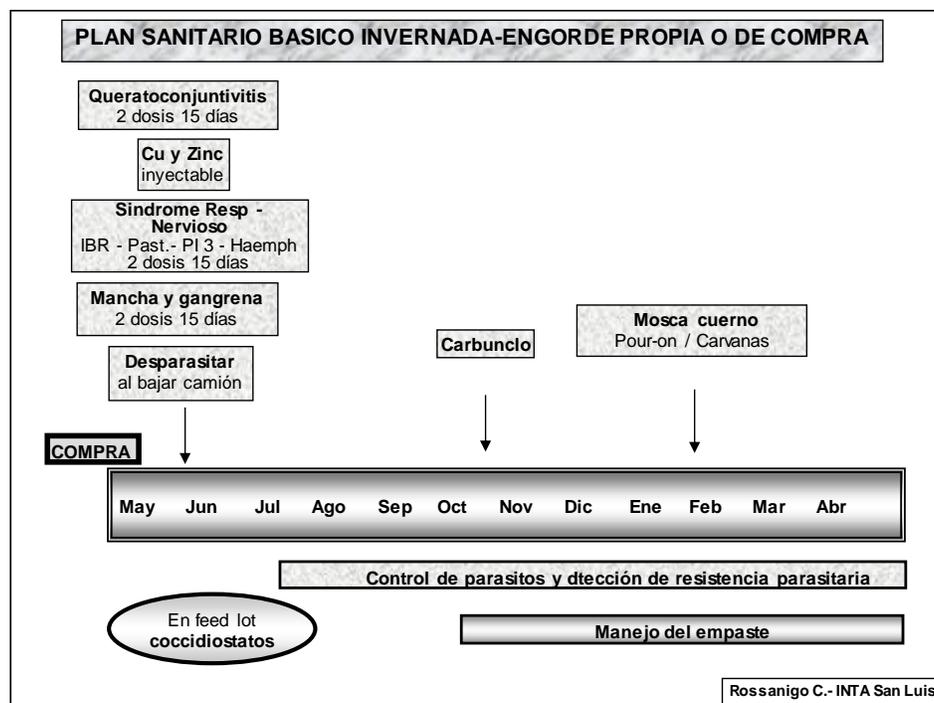


Figura 4.2: plan sanitario básico para la invernada propia o de compra

4- PATOLOGIAS EMERGENTES DE LA INTENSIFICACION GANADERA BOVINA EN LA REGION SEMIARIDA-SUBHUMEDA DEL CENTRO DE LA ARGENTINA.

A partir del año 2000 los sistemas de producción de carne sufrieron un proceso de transformación e intensificación con el objetivo de alcanzar niveles de rentabilidad competitivos con la producción de granos. Los sistemas netamente pastoriles fueron reemplazados por sistemas intensivos de encierres a corral o feedlot y por sistemas semi-intensivos con suplementación sobre pasturas. Esta intensificación ganadera produjo modificaciones de los sistemas productivos provocando tres fenómenos bien notorios con sus consecuencias:

- **Una “globalización” del movimiento de hacienda**
 - facilitando que algunas enfermedades atravesen barreas geográficas y ambientales permitiendo la aparición de patologías exóticas para la región
- **Una mayor concentración de animales por unidad de superficie**

- aumentando la prevalencia de enfermedades por la mayor tasa de contagio
- **Cambios en la alimentación**
 - provocando procesos morbosos causados por errores alimenticios por la mayor utilización de concentrados, reservas forrajeras (rollos-silos) y la mayor utilización de suplementos minerales, proteicos y energéticos

A continuación se describen algunas las **Patologías Emergentes** más importantes que se presentaron en los últimos 12 años de la mano con la intensificación ganadera.

4.1- Aparición de patologías exóticas para la región.

La **Anaplasmosis bovina**, es una enfermedad infecciosa y anemizante provocada por la rickettsia, *Anaplasma marginale* que destruye los glóbulos rojos. Es frecuente en el norte del país por la transmisión de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Es también importante la transmisión mecánica por instrumentos utilizados en las prácticas ganaderas (agujas-descornadores-etc) con los que se puede efectuar un pasaje rápido de sangre entre los bovinos cuando no se desinfectan correctamente.

En los últimos años se diagnosticaron en nuestra zona brotes, si bien no se pudo establecer con exactitud como ingresó la enfermedad. Se piensa que hubo una introducción previa de bovinos procedentes de campos del área endémica y que el brote fue consecuencia de la transmisión mecánica.

4.2- Mayor prevalencia de enfermedades existentes por mayor contagio.

La **Coccidiosis** es una parasitosis intestinal altamente contagiosa, provocada por la multiplicación en la células epiteliales intestinales de protozoarios pertenecientes al género *Eimeria* (*E. bovis* y *E. zürnii*). Los primeros casos de esta enfermedad se diagnosticaron como brotes clínicos de coccidiosis en terneros post destete y en animales confinados, alimentados sin el agregado de un núcleo con coccidiostato. Los brotes están siempre asociados a tres factores: 1) condiciones de humedad y temperatura de otoño favorables

para la esporulación, 2) hacinamiento y 3) el destete como factor de stress. La enfermedad se caracteriza por la diarrea con sangre como síntoma patognomónico y por la presentación de signos nerviosos en algunos animales enfermos,

El **Complejo respiratorio bovino (CRB)** es un síndrome que engloba todas aquellas enfermedades respiratorias que habitualmente se presentan en los terneros recientemente destetados que se encuentran en una etapa de recría en un sistema intensivo a corral. En la presentación de este síndrome participan múltiples factores que, solos o asociados, causan sintomatología y lesión similares. Las enfermedades más observadas son las bronconeumonías por virus - *Pasteurella*, la bronconeumonía fibrinosa por *Haemophilus*, la neumonía por aspiración de polvillo (supurativa o bronconeumonía abscedativa), la neumonía por virus sincitial respiratorio (BRSV), la neumonía parasitaria por *Dictyocaulus viviparus*,

Las bronconeumonías o neumonías propiamente dichas, actualmente agrupadas y designadas como complejo respiratorio bovino (CRB), ocupan el primer lugar en cuanto a pérdidas económicas por causas sanitarias en sistemas de engorde bovino a corral. El impacto económico ocasionado por esta entidad patológica es muchas veces subestimado. Si se consideran aspectos como la disminución de la calidad de esa futura res, los tratamientos con antibióticos, la muerte de animales, el aumento de la mano de obra y la prolongación del período de engorde, justifican esas pérdidas que pueden llegar a ser importantes. La **Meningoencefalitis tromboembólica** a *Histophilus somni* es una enfermedad contagiosa y aguda que produce neumonías de intensidad variable y cuadros neurológicos con fiebre elevada mayormente en terneros de feedlot o en situaciones de engorde pastoril intensivo.

El engorde a corral ha ido aumentando en importancia desde hace más de una década y tiene cada vez mayor participación en el engorde y terminación de animales para consumo. La aplicación de un endectocida al momento del ingreso al sistema de engorde, es una de las rutinas más frecuentes utilizadas con el fin de eliminar endo y ectoparásitos. Sin embargo, su real eficacia frente a los parásitos que albergan los bovinos no suele ser evaluada y fallas en la misma puede incidir de manera negativa en el engorde. En los últimos años se detectaron baja performance en el engorde en corrales debido a la carga residual de **parásitos resistentes** a los endectocidas, especialmente las ivermectinas. Las pérdidas ocasionadas por una falla en la desparasitación al ingreso del ciclo de engorde

son importantes y se detectan por las pobres ganancias de los corrales. Ante la duda realizar un recuento de huevos (HPG) post tratamiento a los 13-14 días para evaluar la eficacia del antiparasitario aplicado y en caso de detectar resistencia antihelmíntica utilizar fármacos de espectro reducido con menor grado de resistencia (ej levamisoles).

Es muy habitual observar brotes de **Sarna psoróptica** durante el invierno o primavera temprana en animales confinados que no recibieron una dosis preventiva de endectocida al ingreso y en donde el hacinamiento favorece las posibilidades de contagio.

4.3- Enfermedades por errores alimenticios con disfunciones bioquímicas.

A – Por aspectos cuantitativos (Exceso o déficit de alimento en sentido global)

La **Intoxicación hídrica (sobrecarga hídrica) o Intoxicación por sal**, es una enfermedad producida por la ingestión abrupta de agua en animales privados de su consumo por un período prolongado debido a problemas de suministro o por largos viajes de transporte. Se desencadena cuando los animales con sed tienen acceso libre al agua en forma indiscriminada e irrestricta. Los mismos síntomas y lesiones también pueden presentarse por la Intoxicación con sal (Cl Na), es decir en aquellos animales con un exceso en el consumo de sal y una restricción de agua de bebida.

Hay una enfermedad que se presenta principalmente en años o estaciones secas, donde por la escasa disponibilidad forrajera los animales (generalmente vacas de cría) son encerrados u obligados a consumir muchas reservas de forraje secos de baja calidad (rollos o henos) y subproductos agrícolas como paja de cereales muy ricos en fibra bruta (celulosa y lignina), groseros y de baja digestibilidad. Es la **Sobrecarga de rumen o indigestión simple** que se ve agravado por las pobres raciones diarias de agua de bebida que son a la fuerza reducidas en cantidad y calidad especialmente en épocas de sequías.

B - Por aspectos cuali-cuantitativos (Exceso o déficit de un principio alimenticio)

La indigestión producida por el exceso de carbohidratos de fácil fermentación (CFF), es la **Indigestión con acidosis ruminal** que se presenta en animales que consumían raciones con un elevado contenido de granos (maíz, sorgo, etc). En nuestra región es la patología más común y frecuente en los sistemas intensivos, difiriendo de la bibliografía internacional que describe a los problemas respiratorios como los más importantes. La presentación clínica son síntomas de diarrea de color grisácea y de olor picante, cólicos abdominales, decaimiento, y muerte por atonía ruminal es la forma que mayormente observamos en nuestra región. A veces los fenómenos toxémicos producen la inflamación de las capas dérmicas dentro de la pezuña (laminitis) y la deficiencia de tiamina causada por la ruminitis es el reblandecimiento de la sustancia gris de la corteza del encéfalo, es decir una poliencefalomalacia (PEM)

La **Indigestión con alcalosis ruminal** es producida por el exceso de alimentos nitrogenados: proteínas (semillas-torta-silo-harina de soja, gluten, maní) y por sustancias nitrogenadas no proteicas como la urea. De todas estas causas de indigestiones por alcalosis, la **intoxicación con urea** es la que se observa con mayor frecuencia en la región siempre bajo las mismas circunstancias: mal mezclado de la ración conteniendo urea, alimentación de rumiantes no acostumbrados, altos niveles y libre acceso a fuentes de urea. La otra forma de alcalosis relevadas es por el consumo excesivo de grano de soja ya sea por el acceso accidental de animales a silos bolsa conteniendo el grano o por el pastoreo de lotes de este cultivo que se destinan a la alimentación del ganado por los bajos rindes agrícola en épocas de sequía.

La Carencia de selenio y/o vitamina E produce la llamada **Enfermedad del músculo blanco**. Esta enfermedad afecta a terneros recién nacidos, de dos a tres meses y hasta los seis meses de edad, especialmente en aquellos de manejo intensivo. Se caracteriza por degeneración y necrosis de músculos esqueléticos y cardíaco. Entre los músculos esqueléticos, son más afectados los más activos, es decir los que conforman la cintura escapular y pelviana, los intercostales y el diafragma. Hay debilidad de los miembros, rigidez de los movimientos, incapacidad para mantenerse, postración y muerte.

Por otro lado la deficiencia de zinc en bovinos produce la denominada **Pododermatitis plantar proliferativa (Pietín)**. Los problemas de pezuña (Pietín); es la presentación que mayormente se ha observado en las producciones más intensivas de la región como tambos y sistemas de engorde, siempre con el antecedente de agua de bebida salada y con altos niveles de sulfato. Se caracteriza por una lesión con poca reacción inflamatoria, por lo general seca, con formaciones costrosas de la piel arriba de los talones que produce claudicación uni o bilateral

Las reservas de cultivos estivales anuales, principalmente silo picado de planta entera de sorgo/maíz, comienzan a tener un rol preponderante en los sistemas de producción de la región. Su uso mediante autoconsumo en piquetes se ha generalizado por simplicidad y bajo costo en los sistemas de recría y engorde, y también como una alternativa de mucha utilidad en los sistemas de cría de la región. Recientemente el laboratorio reportó observaciones realizadas en un caso clínico de **alotriofagia o pica** en vacas preñadas mantenidas para la parición en piquetes cerrados y alimentadas con silo en autoconsumo y agua de bebida de bajo tenor salino (0,4 g/lit casi agua destilada), es decir con una notable **deficiencia nutritiva de sodio (Na⁺)**. La pica es un desorden o perversión del apetito, que se manifiesta por la ingesta compulsiva y persistente de sustancias generalmente no [alimentarias](#) y extrañas, de poco valor nutritivo, como tierra (geofagia), pelos (tricofagia), piedras (litofagia) y huesos (osteofagia). De esa manera los animales intentan mantener la homeostasis del organismo consumiendo elementos muy ricos en sodio, [fósforo](#) o calcio, cuando estos nutrientes no están disponibles naturalmente en sus dietas o cuando una dieta está mal balanceada. Ante situaciones similares de agua con muy bajo contenido de sales que puedan causar un deterioro de la producción y una pérdida de estado de vacas en lactación se sugiere la utilización de un suplemento mineral en cuya formulación estén presentes todos los minerales necesarios para una buena producción.

C - Por problemas higiénicos o contaminaciones alimenticias (Alimentos enmohecidos o alterados - Henos conteniendo plantas tóxicas).

La **Listeriosis nerviosa**, es una enfermedad infecciosa no contagiosa causada por la *Listeria monocytogenes* (telúrica) que produce en su forma nerviosa una meningo-encefalomielitis supurativa. Enfermedad característica de los sistemas con ensilados mal

confeccionados que presentan una fermentación incompleta pH superior a 5,5, que favorece la multiplicación de la bacteria. Produce síntomas nerviosos variados y muy espectaculares. La histopatología se caracteriza por la presencia de microabscesos en la sustancia blanca (lesión histológica patognomónica).

Las enfermedades que se presentan en animales producidas por micotoxinas, que son tóxicos elaborados por distintos tipos de hongos que crecen en plantas, henos, silos, granos, subproductos y otros alimentos almacenados, se conocen con el nombre de **Micotoxicosis**. En nuestra región, es frecuente observar esta enfermedad por consumo de granos y silos mal conservados en sistemas a corral y por consumo maíces diferidos enmohecidos en los meses de otoño en los sistemas pastoriles intensivos. Las principales micotoxinas detectadas son la Zearalenona que en vacas produce síntomas de celo (hiperestrogenismo) y el DON (desoxinivalenol o vomitoxina) que se manifiesta con disturbios gastroentéricos, diarreas y la presencia de intensos vómitos.

La **Intoxicación por trébol blanco** (*Melilotus alba*) produce una alteración en el sistema de coagulación con la consecuencia de hemorragias generalizadas producidas por el consumo de rollos o fardos de trébol blanco alterados y afectados por la acción de ciertos hongos que desarrollan por efecto de la humedad. Este recurso forrajero posee como constituyente normal una sustancia denominada cumarina, que por acción de dichos hongos se transforma en dicumarina o dicumarol, por esta razón se la considera una micotoxina. La dicumarina compite con la vitamina K impidiendo la formación de protombina en el hígado, afectando el proceso normal de coagulación.

Es muy frecuente observar la **Intoxicación por Sunchillo** (*Wedelia glauca*-yuyo sapo-seca tierra) en los sistemas intensivos donde el aporte de rollos o henos en la composición de la ración es importante o en los sistemas pastoriles que en época de crisis (sequía) echan mano a reservas de forrajes para alimentar al ganado. En ambas situaciones los henos contienen en su interior plantas de *Wedelia* que se encontraban en su estado verde como malezas contaminando las pasturas con las que se confeccionaron los rollos o fardos.

D- Patologías por errores dietéticos. Distribución irregular (mezclado) o error de dosis

La monensina es un ionóforo, compuesto biológicamente activo producido por un hongo *Streptomyces* que mejora la eficiencia de la conversión alimenticia aumentando la ganancia de peso, es coccidiostato y reduce la ocurrencia del empaste y la acidosis. Los excesos en el consumo conducen a una Intoxicación por monensina aguda o crónica, que generalmente se produce por errores en el suministro (mala preparación de la premezcla, mal mezclado en el mixer, mala distribución en los comederos).o fallas en los cálculos de la dosis.

5. MISCELÁNEAS.

Polioencefalomalacia (PEM) significa reblandecimiento o necrosis (malacia) de la materia gris del cerebro, La enfermedad toma el nombre de las lesiones que se presentan y no de la causa de la misma, dando muchas veces confusión respecto a su diagnóstico, tratamiento y prevención. Se caracteriza por lesiones en corteza cerebral y tiene múltiples causas: deficiencia de tiamina, intoxicaciones con plantas de la familia *Cruciferae* y más comúnmente intoxicación por sulfuro de hidrógeno generado a partir de la reducción de sulfatos en alimentos (ej. agua de bebida con altos contenidos de sulfatos o alta relación sulfatos/sales totales). La necrosis o reblandecimiento es detectable por fluorescencia cuando es observada con luz ultravioleta.

Son cada vez más frecuentes los diagnósticos de **abscesos craneales** en bovinos de la región que se encuentran en sistemas con algún grado de intensificación. Los casos diagnosticados siempre comprometen a pocos individuos y no representa un problema para el rodeo. Se presentan solitarios del tamaño de una uva hasta de una ciruela chica en la fosa ósea posterior de la cavidad craneal que contienen la médula oblonga, el puente y el cerebelo, y con frecuencia en la fosa media especialmente en la depresión de la "silla turca" comprometiendo la hipófisis o pituitaria.

En los últimos años se observaron reacciones adversas a la oxitetraciclina en los animales cuando fueron tratados por primera oportunidad con oxitetraciclina larga acción (LA) para el control de queratoconjuntiviitis, como preventivo de neumonías o infecciones

post castración. Los animales afectados reaccionaron con síntomas compatibles a un fenómeno de anafilaxia a los 5 -10 minutos después de recibir la dosis. Ante las evidencias de que los animales no habían tenido una experiencia previa con el fármaco, se llegó a la conclusión que se trataría de un fenómeno de idiosincrasia producido por el antibiótico en animales más susceptibles que se encuentren emparentados. La idiosincrasia genera reacciones que no están mediadas por interacciones IgE y alérgenos (reacción no inmunológica), por lo tanto no son reacciones de hipersensibilidad, aunque producen síntomas similares

En los meses muy calurosos y secos del verano con temperatura ambiental superior a la corporal y humedad atmosférica elevada a lo largo de varias jornadas consecutivas se presenta en los sistemas confinados de la región el **Golpe de calor (estrés calórico)**. El hacinamiento, la falta de sombra y los insuficientes recursos hídricos juegan un papel muy importante en el desenlace de esta disfunción. El evento se produce como resultado del fracaso de los mecanismos fisiológicos que mantienen la temperatura corporal ante una sobrecarga importante de calor interna o ambiental.

La fotosensibilización es causada por la sensibilización de las capas superficiales de la piel poco pigmentadas a la luz solar con aparición de dermatitis. La uveítis es la inflamación de la úvea del ojo, que se encuentra entre la esclerótica y la retina. En los últimos años se presentaron en los meses de invierno problemas de **Fotosensibilización y uveítis por consumo de alfalfa** (*Medicago sativa*). Esta dermatitis se observaba en zonas no pigmentadas acompañados por uveítis, en equinos, ovinos y en bovinos de raza Hereford, siempre con el mismo antecedente; pastorear praderas de alfalfa. En todos los casos los animales enfermos tratan de protegerse de la luz solar bajo la sombra de árboles.

La prevalencia del **Tétanos bovino** en los sistemas pastoriles tradicionales de nuestra región era casi inexistente. El relevamiento de casos clínicos en terneros de recría recién castrados consumiendo silos forrajeros con la modalidad autoconsumo, obliga a tenerla en cuenta en estos sistemas intensivos donde el suelo de los alrededores del silo-bolsa posee un "mantillo" importante de resto de comida y estiércol, que se convierten en un caldo de cultivo para la bacteria y una fuente natural de esporas de clostridio, considerando que el microorganismo se encuentra de forma normal en el aparato digestivo de muchos animales.

6- BIBLIOGRAFÍA.

ROSSANIGO C.E., AVILA J.D., VASQUEZ R., SAGER R.L. (1983). Incidencia y distribución de la Distomatosis Bovina en la Provincia de San Luis. Identificación del huésped intermediario. *Gaceta Vet.*, XLV (382): 739-746.

ROSSANIGO C.E., AVILA J.D., VASQUEZ R., SAGER R.L. (1984). Observaciones sobre el parasitismo gastrointestinal de los bovinos en la provincia de San Luis. *Vet. Arg.*, I (4): 362-368.

ROSSANIGO C.E., AVILA J.D., SAGER R.L., VASQUEZ R., POLI M.A. (1986). Efecto de las cargas de helmintos gastrointestinales sobre el consumo y digestibilidad en terneros de destete. *Vet. Arg.*, III (24): 345-353.

ROSSANIGO, C. (1997). Coccidiosis clínica bovina post destete en establecimientos de cría extensiva de San Luis, Argentina. *Rev. Med. Vet.*, Vol. 78, N° 6: 377-379.

ROSSANIGO C.E., AVILA J.D., SAGER R.L., HERRERA M., ZABATTIERI R. (1988). Primeros brotes de meningoencefalitis bovina por Herpesvirus en la provincia de San Luis (Argentina). *Rev. Med. Vet.*, 69 (6): 294-296.

ROSSANIGO C.E., AVILA J.D., SAGER R.L. (1992). Parásitos gastrointestinales de los rumiantes. Estudios realizados en la zona. *Información Técnica N° 116*. INTA Estación Experimental Agropecuaria San Luis (Villa Mercedes). Argentina. p.14.

ROSSANIGO C.E., AVILA J.D., SAGER R.L. (1992). Parasitismo gastrointestinal subclínico en terneros de destete: su efecto sobre el consumo, la digestibilidad y la ganancia de peso. *Rev. Med. Vet.*, 73 (2):

ROSSANIGO C. (1997). Coccidiosis clínica bovina post destete en establecimientos de cría extensiva de San Luis, Argentina. *Rev. Med. Vet.*, Vol. 78, N° 6: 377-379.

88-94.

ROSSANIGO C. E. (1997). Comparación de persistencia y eficacia de Doramectina e Ivermectina en miasis de castración en terneros. 1er Congreso Binacional de Producción

Animal. 2° Congreso Uruguayo de Prod. Animal y 21° Congreso AAPA. Paysandú. Uruguay. Resumen SA 6: 308-309.

ROSSANIGO C. E., AVILA J.D., LÓPEZ ROCA A., INSUA C. Y PIVIDAL J. (1998). Situación actual de trichomoniasis y campylobacteriosis en la región semiárida central. *XII Reunión Anual de la AAVLD. Mar del Plata*, Resumen pag. 67.

ROSSANIGO C. (1998). Las enfermedades venéreas en los rodeos de cría. Prevalencia, diagnóstico y control. *Oeste ganadero*. Año N° 2: 22-24.

ROSSANIGO, C.; SAGER, R.; FERRERO, G. Y TOSELLI, J. (2000). Anaplasmosis en sistemas intensivos de áreas no endémicas. *Rev. AAPA Vol. 21 Sup.1*, Resumen SA 2: 244-245.

ROSSANIGO C. (2005). Control integrado de parásitos como herramienta para prevenir la resistencia antiparasitaria: evaluación de un sistema de bajo riesgo en invernada. En "Resistencia a los antiparasitarios internos en Argentina". *FAO Producción y Sanidad Animal*. Roma: 102 pag.

ROSSANIGO, C. E.; TOSELLI, J. Y ZAVATTIERI, R. (2008). Reacciones adversas a la oxitetraciclina de larga acción: ¿anafilaxia o idiosincrasia ?. *Rev. Med. Vet.*, vol 89 (4): 117-120.

ROSSANIGO, C. (2009). Primera Comunicación de Casos de Coccidiosis Bovina con Presentación Nerviosa. *Vet. Arg. - Vol. XXVI - N° 256 - Agosto 2009*.

ROSSANIGO, C. E.; BENGOELEA A.; MORLACO B. Y SAGER, R. L. (2009). Enfermedades bovinas con signos neurológicos diagnosticadas en la región semiárida-subhúmeda central Argentina. *XIV Congreso Latinoamericano de Buiatría*. Lima (Perú). CD de resúmenes: N° 119 P.

ROSSANIGO, C. E.; BENGOELEA, A. Y SAGER, R. L. (2009). Enfermedades bovinas en los sistemas intensivos de la región semiárida-subhúmeda central. *Rev. AAPA*, Vol 29 (2): 151-180.

ROSSANIGO C. E., TOSELLI J., MIRANDA A. O. Y BENGOLEA A. (2010). Casos de fotosensibilización y uveítis en tres especies en la región subhúmeda del Centro de la Argentina por consumo de alfalfa (*Medicago sativa*). XVIII Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Mercedes (Ctes). Resumen Patología Clínica (PC 2). Pag. 158.

ROSSANIGO C., BENGOLEA A. y SAGER R. L. (2011). Patologías de la intensificación bovina en la región Semiárida – Subhúmeda del Centro de la Argentina. Información Técnica N° 179. (ISSN 0327 – 425X). EEA San Luis (tirada 1000 ejemplares): 28 pag.

ROSSANIGO, C, TOSELLI, J. (2012). Fotosensibilización por morenita (*kochia scoparia*) acompañada de aborto. XIX Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Buenos Aires, Memorias de resúmenes. Sección Patología Clínica PC9: 377.

ROSSANIGO, C.E., FRASINELLI, C.A. Y BENGOLEA, A. (2014). Pica en vacas en parición confinadas con silo de autoconsumo y agua de bebida de bajo tenor salino. 37° Congreso Argentino de Producción Animal. 2nd Joint Meeting American Society of Animal Science - AAPA. XXXIX Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal. Buenos Aires, Revista AAPA Vol 34 Supl. 1: 45-75 (2014.) Resumen SA 26: pag. 70.

ROSSANIGO C. E., LOSER S., FALCONI F. F. Y ORLANDO M. (2014). Falsos positivos de *Tritrichomonas foetus* en raspajes prepuciales de toros vírgenes de San Luis. - XX Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Tucumán. Memorias de resúmenes: Pág. 60

ROSSANIGO C. E. Y BENGOLEA A. (2014). Casos de tétano en terneros castrados confinados con silo de autoconsumo. - XX Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Tucumán. Memorias de resúmenes: Pág. 85.

MIRANDA, A., ZIELINSHI G Y ROSSANIGO C. (2013). Sanidad en Feed lot. Publicación técnica N°96 (Dic. 2013). CR LP-SL. EEA Angui (La Pampa):20 pags.

SAGER R.L., ROSSANIGO C.E., VASQUEZ R., AVILA J.D. (1984). Algunas observaciones sobre el Enfisema Pulmonar Agudo Bovino en la provincia de San Luis. Vet. Arg., I (8): 776-781

SAGER, R. L., D. W. HAMAR, AND D. H. GOULD. (1990). Clinical and biochemical alterations in calves with nutritionally - induced polioencephalomalacia. Am. J. Vet. Res. 51:1969.

SAGER, R.L.; ROSSANIGO C.E. Y FERRERO G. (2000). Listeriosis en bovinos de engorde a corral. XIII Reunión Científico Técnica de la Asoc. Arg. de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico (AAVLD). Merlo (San Luis). Resumen pág 32.

SAGER, R. L. (1992). Deficiencia de Zinc en Bovinos. Trabajos técnicos Laboratorio Farvig SRL. Disponible en: http://www.farvig.com.ar/trabajos_tecnicos.shtml

SAGER, R. L. (1992). Poliencefalomalacia en bovinos. Ranquelia (Centro Regional la Pampa San Luis), año 1, N°0: 10-12.

VASQUEZ R., AVILA J.D., ROSSANIGO C.E., SAGER R.L. (1984). Trichomoniasis y Campylobacteriosis en la región semiárida central Argentina. Vet. Arg., I (10): 940-947.

CAPÍTULO 5

EXPLORANDO LOS LÍMITES AGRO-ECOLÓGICOS DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS.

Collado, A. D.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

1- INTRODUCCIÓN	131
2- MATERIALES Y MÉTODOS	133
3- RESULTADOS.....	135
4- CONCLUSIONES	141
5- BIBLIOGRAFÍA	143

1- INTRODUCCIÓN

Las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas, se caracterizan por un balance hídrico negativo la mayor parte del año. Las precipitaciones son de difícil predicción, presentan promedios bajos y una alta variabilidad tanto espacio-temporal como interanual, que dificultan el manejo en términos productivos y ambientales.

Como consecuencia de estas características pluviométricas resulta necesario diferenciar dos conceptos básicos: sequía y aridez. La sequía, expresa una situación meteorológica prolongada, caracterizada por la falta de lluvias en un territorio, donde las precipitaciones son normales en cantidad y oportunidad (García de Pedraza, 1989; Zanvettor y Orta, 2004). La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1986), establece que una región se ve

afectada por sequía cuando la precipitación anual es inferior al 60 % de la normal durante más de dos años consecutivos y en más del 50 % de la superficie.

Como fenómeno meteorológico natural, recurrente y de difícil predicción, la sequía supone ausencia prolongada o déficit acusado de precipitación, implica variaciones de magnitud en el balance precipitación-evapotranspiración y constituye un factor muy importante en los procesos de desertificación (López Bermúdez, 1993).

Esta sequía, denominada meteorológica puede inducir a otros tipos de sequía: 1) hidrológica, relacionada con caudales, cursos de agua ó volúmenes embalsados por debajo de lo normal; 2) agrícola ó hidroedáfica, con déficit de humedad en la zona radicular, para satisfacer las necesidades de un cultivo y 3) socioeconómica, que expresa la escasez de agua para la sociedad y las actividades económicas.

El término aridez es empleado en cambio para señalar un estado habitual de déficit hídrico, que implica períodos persistentes de sequía (varios años consecutivos) con déficit en el balance de agua, alternando con irregulares ciclos de lluvia (López Bermúdez, 1993). Expresa precipitaciones insuficientes para mantener una adecuada cobertura vegetal y un balance humedad-evapotranspiración negativo todo el año, o la mayor parte del mismo.

Debe comprenderse que la aridez (fenómeno estructural climático), difiere de la sequía (fenómeno coyuntural); mientras esta última se manifiesta en el tiempo (períodos secos), la aridez constituye un fenómeno espacial representado en las regiones áridas (Mainguet y Létoll, 1995).

El término tierras secas hace referencia a las zonas en las que la relación P/PET es inferior a 0.65, en donde P es la media anual de precipitaciones y PET la evotranspiración potencial (evaporación potencial del suelo más transpiración de las plantas). Las zonas áridas tienen una relación P/PET entre 0.05 y 0.20, las semiáridas entre 0.20 y 0.50 y las subhúmedas secas entre 0.50 y 0.65 (GreenFacts, 2005).

Respecto de la provincia de San Luis, su clima puede comportarse como semiárido hacia el oeste y como subhúmedo seco hacia el este; aspecto que condiciona la vulnerabilidad agro-ecológica de sus tierras y su capacidad productiva, pudiendo generar problemas económicos, sociales y ambientales en términos de desarrollo territorial (Collado, 2012).

2- MATERIALES Y MÉTODOS

A efectos de caracterizar las precipitaciones, se analizan dos series históricas en un escenario geográfico en donde prevalecen las actividades agrícolas de secano. Una de ellas corresponde a la localidad de Villa Mercedes para el período 1903 - 2014 y la otra al Establecimiento “El Águila” en la localidad de Batavia al sur de la provincia de San Luis para el período 1907 - 2014.

Para la serie Villa Mercedes, al disponer de datos sobre temperatura desde el año 1968, se calculó el Índice de Lang; el mismo considera la relación entre precipitaciones anuales y los valores medios anuales de temperatura (P/T°). Según Lang, los índices entre 0 y 20 corresponden a ambientes áridos; entre 20 y 40 a semiáridos, entre 40 y 60 a subhúmedos secos y por encima de 60 a subhúmedos húmedos.

Para la localidad de Batavia, con datos complementarios obtenidos de la carta de suelos de la provincia de San Luis, se adoptó un Sistema de Apoyo a la Decisión (Shim et al., 2002) ó de Evaluación de la Vulnerabilidad Agro-ecológica de Tierras; en este caso MicroLEIS DSS 4.1 - MicroLEIS DSS - Land Evaluation Information System / Decision Support System (de la Rosa et al., 2004).

El Sistema ofrece numerosos modelos, pero se adoptó el denominado “Cervatana” para determinar la vulnerabilidad a la sequía meteorológica. El pronóstico de la capacidad general de uso de las tierras se logra como resultado de un proceso cualitativo de evaluación o interpretación global de factores biofísicos como relieve, suelo, vegetación clima y uso actual.

Los aspectos más relevantes de este sistema de evaluación son:

- El mismo se aproxima a los métodos convencionales de pronóstico o estimación indirecta de la aptitud general de las tierras, contemplando la intensidad de uso.
- La unidad espacial de estudio o referencia es la unidad-tierra que incluye tanto las características intrínsecas del propio suelo como otros aspectos ecológicos: macrotopografía, clima, vegetación y uso actual, tratándose exclusivamente de la aplicación de un sistema de evaluación biofísica. .

- Las unidades-tierra se agrupan en cuatro Clases: S1 (tierras con excelente capacidad de uso), S2 (tierras con buena capacidad de uso), S3 (tierras con moderada capacidad de uso) N (tierras marginales ó improductivas) que no reúnen las condiciones ecológicas necesarias para cultivos agrícolas.
- Se utiliza el procedimiento de la limitación máxima, mediante matrices de gradación, para relacionar directamente las características de la tierra con las clases de capacidad de uso. La Figura 5.1, sintetiza el esquema general del modelo “Cervatana” – MicroLEIS SSD.

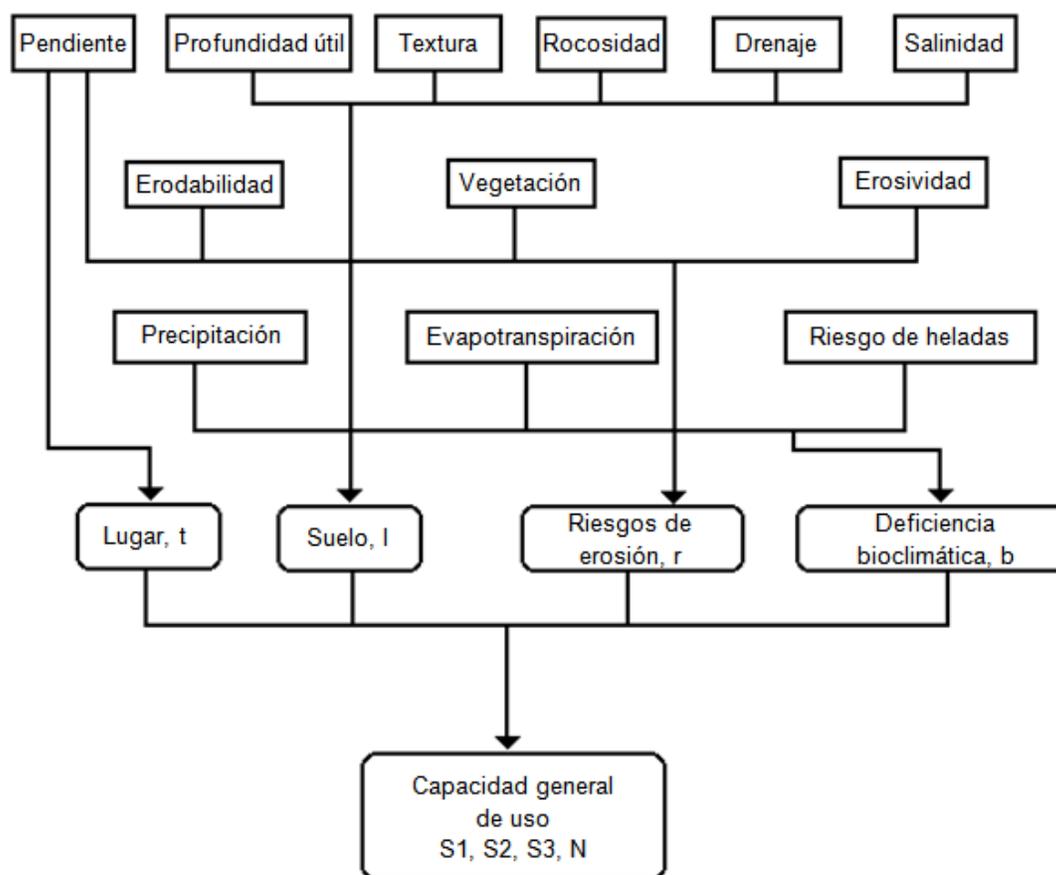
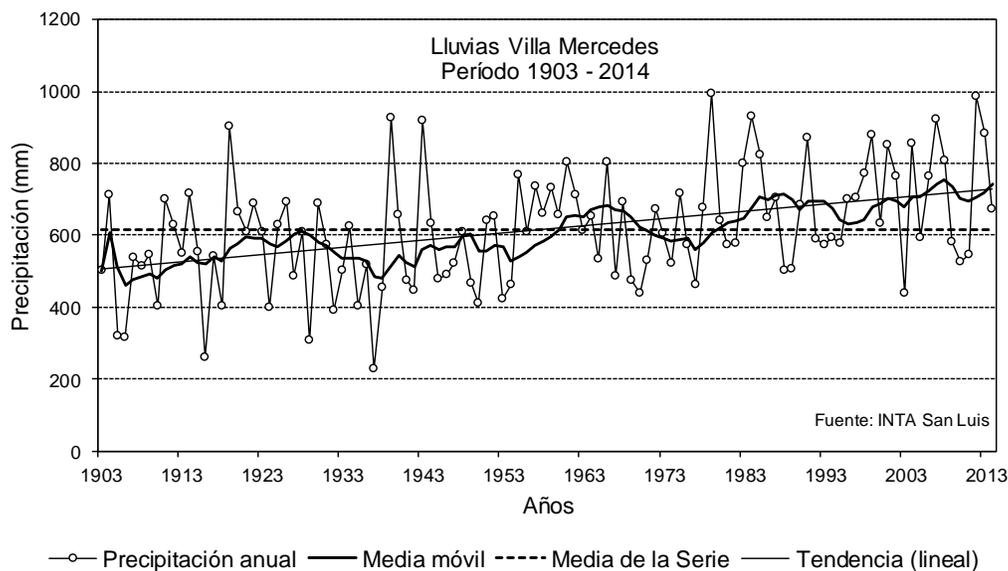


Figura Nº 5.1: esquema general del modelo “Cervatana”.

3- RESULTADOS

Para caracterizar esta situación puede apreciarse en la Figura 5.2 el comportamiento de las precipitaciones para Villa Mercedes durante el período 1903 – 2014.



Nº de años	Valor más bajo	Valor más alto	Media	Mediana
112	230	993	616,6	610,5

Figura Nº 5.2: Caracterización de las precipitaciones en Villa Mercedes (Período 1903 - 2014).

Al disponer de un registro de temperaturas para esta localidad desde 1968, se obtuvieron para cada año los climogramas correspondientes. Estos representan las precipitaciones y las temperaturas para cada año y pueden también denominarse diagrama climático, ombrograma o diagrama ombrotérmico. Las Figuras 5.3 y 5.4 representan los climogramas correspondientes al año más seco (1970) y más húmedo (2012), durante el período analizado (1968 – 2014).

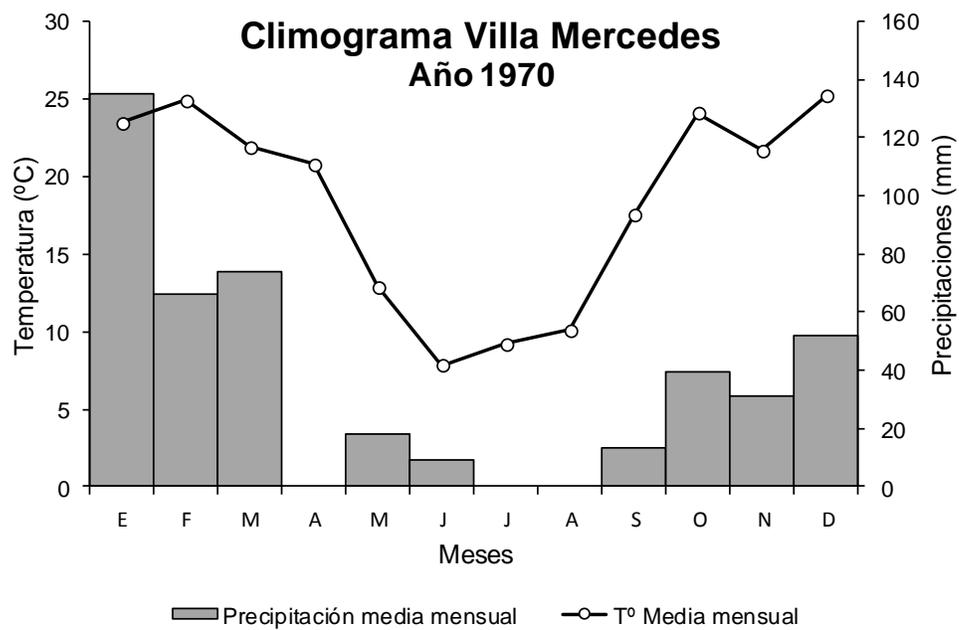
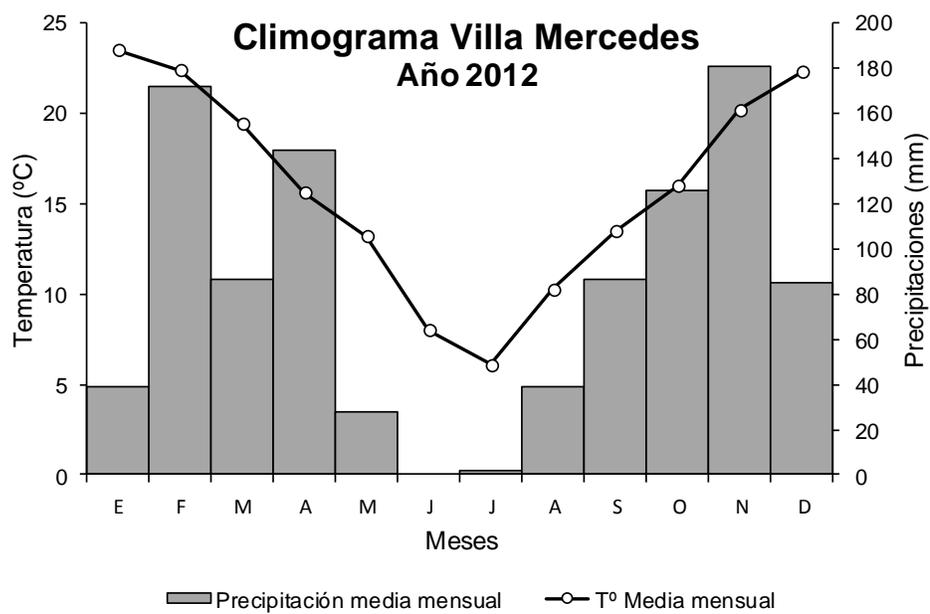


Figura Nº 5.3: Climograma para el año más seco (1970). Período 1903 – 2014.



Figura

Nº 5.4:

Climograma para el año más húmedo (2012) en el período 1903 – 2014.

Respecto del Índice de Lang, se obtuvo un comportamiento oscilante de mismo en el período considerado, como puede apreciarse en la Figura 5.5.

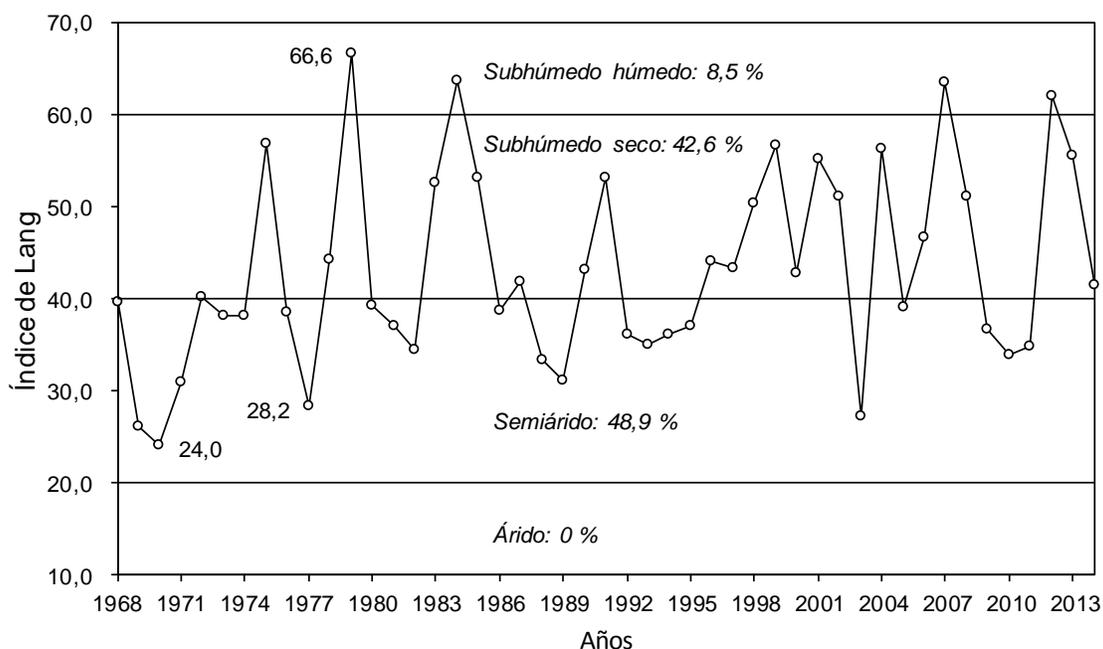


Figura N°5.5: Comportamiento del índice de Lang para el período 1968 - 2014.

Analizando la Figura 5.5 puede apreciarse que según el índice de Lang, Villa Mercedes durante el período 1968 – 2013 se comportó en un 48,9 % del tiempo como ambiente semiárido; como subhúmedo- seco un 42,6 % y como subhúmedo-húmedo un 8,5 %. En este entorno de clima oscilante donde los límites no son nítidos ni estáticos, las condiciones de clima semiárido a subhúmedo seco son las más propensas a los procesos de degradación de tierras y desertificación.

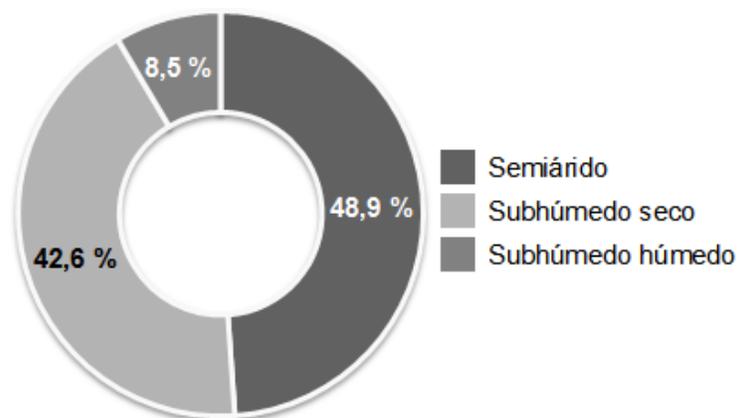


Figura N° 5.6: Climas oscilantes y porcentajes de ocurrencia.

Esto es relevante si se considera el régimen de tenencia de la tierra. Por ejemplo en el caso de arrendatarios foráneos provenientes de la pampa húmeda, que por cuestiones económicas y de mercado contribuyen a la expansión de la frontera agropecuaria, desconociendo en ocasiones el funcionamiento de estos ambientes. Las diversas formas de degradación ecológica y perturbación socioeconómica derivan de una combinación de factores:

- Condiciones climáticas adversas, en particular la gran variabilidad interanual de las precipitaciones (lluvias oscilantes recurrentes)
- La fragilidad ecológica de los ambientes semiáridos y subhúmedos secos
- La explotación humana que excede la capacidad de carga de estos ecosistemas.
- La carencia de Planes de Ordenamiento Territorial (POT) concretos y de la implementación de un marco jurídico adecuado.

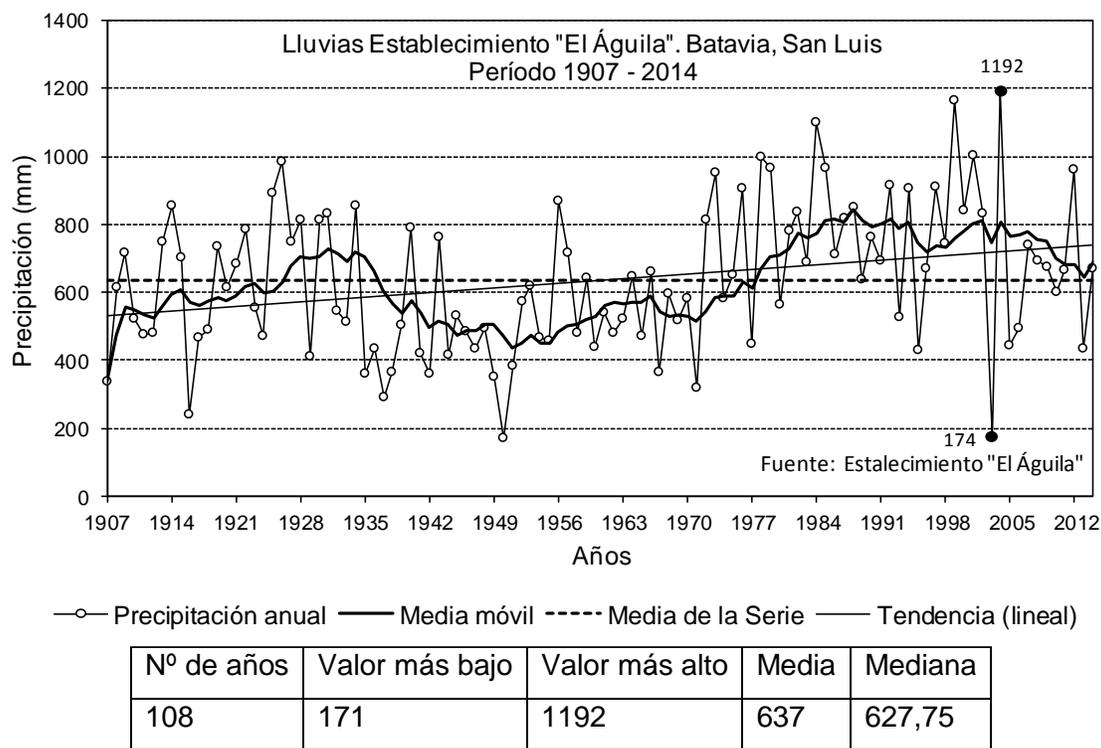


Figura N° 5.7: Caracterización de las precipitaciones en Batavia (Período 1907 - 2014)

Respecto de la segunda serie analizada para la localidad de Batavia (período 1907 – 2014), la Figura 5.7 representa la conducta de las precipitaciones en esa localidad.

Respecto al Indicador de Vulnerabilidad Agroecológica de las tierras obtenido a partir del Sistema agroecológico de Apoyo a la Decisión para la Evaluación de Tierras y la Protección de Suelos Agrícolas como el MicroLEIS DSS - Land Evaluation Information System / Decision Support System, se observa como para un año lluvioso (año 2004 con 1192 mm), la clase de capacidad de uso es S2 (Buena) y las Subclases lr (factores limitantes suelo y riesgo de erosión).

Modelo Cervatana: Clasificación de la capacidad general de uso

- Unidad de tierra evaluada: 1 - año lluvioso
 - Resultados de la evaluación: **Clase S2lr**

Clases de capacidad de uso	Subclases: factores limitantes
Clase S1 = Excelente	t = pendiente
Clase S2 = Buena	l = suelo
Clase S3 = Moderada	r = riesgo de erosión
Clase N = Marginal o Nula	d = déficit bioclimático

Tabla Nº 5.1: Capacidad general de uso del suelo (Serie Batavia) en un año lluvioso.

Para un año seco en tanto, (año 2003 con 171 mm), la clase de capacidad de uso es N (Marginal ó Nula) y las Subclase b (déficit bioclimático).

Modelo Cervatana: Clasificación de la capacidad genera de uso

- Unidad de tierra evaluada: 1 - año seco
 - Resultados de la evaluación: **Clase Nb**

Clases de capacidad de uso	Subclases: factores limitantes
Clase S1 = Excelente	t = pendiente
Clase S2 = Buena	l = suelo
Clase S3 = Moderada	r = riesgo de erosión
Clase N = Marginal o Nula	b = déficit bioclimático

Tabla Nº 5.2: Capacidad general de uso del suelo (Serie Batavia) en un año seco.

4- CONCLUSIONES

El creciente proceso de agriculturización, privilegia la rentabilidad a corto plazo en detrimento de la sustentabilidad. La incorporación de tierras de menor aptitud, ha sido favorecida por un acelerado cambio tecnológico acompañado por modelos de producción, en ocasiones promovidos e implementados sin validación previa, por productores foráneos que desconocen el funcionamiento de las zonas semiáridas, induciendo a un creciente pasivo ambiental.

La existencia de suelos con limitaciones físico-químicas situados en áreas condicionadas por el clima, en especial las precipitaciones, explican la primera acepción de tierra marginal, por lo que debe restringirse la utilización de las mismas a su capacidad de uso.

La marginalidad, en un segundo sentido, puede derivar de una sobreexplotación del suelo durante varios años, o referirse a las tierras que se han utilizado tradicionalmente con fines agrícolas productivos, pero que dejaron de cultivarse en un momento determinado por motivos socioeconómicos o de mercado. El laboreo de estas áreas marginales constituye un factor decisivo en la manifestación de los procesos degradativos y el posterior abandono de las explotaciones.

En este contexto, resulta necesario un análisis del escenario productivo y ambiental de la provincia de San Luis en los últimos años, con una visión prospectiva en virtud de los acelerados cambios. El carácter vital pero azaroso de las precipitaciones y las actividades productivas no compatibles con el medio durante períodos de sequía constituyen sin duda el principal factor de degradación edáfica en el área.

Las manifestaciones más generalizadas de degradación en años lluviosos está representado por la erosión hídrica en sus diversas formas (erosión laminar, en surcos, en cárcavas) como ocurre en la cuenca hidrográfica de "El Morro". En períodos de sequía prevalecen los procesos de erosión eólica y la reactivación de complejos medanosos que representan espacios improductivos y constituyen la variable que más afecta a la biomasa, producción y almacenaje de nutrientes por unidad de área. Estos factores y otros no abordados como la compactación de suelos, riesgos de contaminación por agroquímicos, salinización), inducen a una severa reducción de productividad biológica y calidad del suelo.

En consecuencia, La provincia de San Luis presenta en su territorio múltiples problemas ambientales con connotaciones sociales y económicas que dificultan los procesos de desarrollo territorial sostenible. En estas circunstancias, resulta imprescindible el establecimiento de Observatorios de desarrollo territorial en base al manejo de indicadores e índices biofísicos, sociales y económicos que contemplen las relaciones multiescalares. Los observatorios territoriales contribuyen decisivamente al conocimiento de la realidad territorial.

Para ello resulta necesaria la creación, adopción ó adaptación de indicadores para la evaluación/orientación de políticas con incidencia territorial. También resulta crucial constituir mesas de consenso para lograr un entendimiento compartido del conocimiento disponible (dotar de un marco común de referencia que permita la cooperación entre diversos actores). Solo así, se logrará una pluralidad de responsabilidades sobre un mismo territorio logrando la cohesión social, económica y territorial, sentando las bases para lo que se conoce como Ordenamiento Territorial (OT) para neutralizar los desequilibrios que sobre este ocurran.

Los procesos de Ordenamiento Territorial frente a la ocupación y uso de un espacio geográfico, debe cumplir funciones de prospección (previsión ó anticipación de la dinámica de los procesos territoriales); corrección (modificación de los patrones de uso y ocupación

del territorio) y prevención (control de los factores que determinan la concentración espacial y la degradación ambiental).

En síntesis, el Ordenamiento Territorial, representa un esfuerzo conjunto de la sociedad para conducir la ocupación del territorio, es un proceso político y administrativo que requiere la coordinación interinstitucional y es una disciplina científica, técnica, administrativa y política concebida como un enfoque interdisciplinario cuyo, objetivo es un desarrollo equilibrado de la región y la organización física del espacio según un concepto rector.

5- BIBLIOGRAFÍA

Collado, A.D., 2012. Caracterización de las lluvias en áreas de secano de la provincia de San Luis en un contexto productivo y ambiental. Información Técnica N° 186. ISSN 0327-425X.

de la Rosa, D.; Mayol, F.; Díaz-Pereira, E.; Fernández, M. & de la Rosa, D. Jr., 2004. A land evaluation decision support system (*MicroLEIS DSS*) for agricultural soil protection. Environmental Modelling & Software.

García de Pedraza, L., 1989, Climas de transición al árido. Climas áridos, dominios áridos y semiáridos de España, en Zonas Áridas de España, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, pp. 45-63.

Greenfacts, <http://www.greenfacts.org/es/glosario/tuv/tierras-secas.htm>

López Bermúdez, F., 1993, Desertificación: factores y procesos, en Teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Climatología y Desertificación (S. Gandía y J. Meliá, Eds.), Departament de Termodinàmica, Universitat de València, Valencia, pp. 183-204.

Mainguet, M. y Létolle, R., 1995, Aridité et sécheresse dans la région aralo-caspienne, Sécheresse, vol. 6, pp. 135-143.

Organización Meteorológica Mundial - OMM, 1986, Reglamento Técnico N° 49, Ginebra.

Shim J.P., Warkentin M., Courtney J.F., Power D.J., Sharda R. y Carlsson C. 2002. Past, Present and Future of Decision Support Technology. *Decision Support Systems* 33, 111-126.

Zanvettor, R. y Orta, F., 2004. Análisis de las sequías en Villa Mercedes, San Luis (1903-2003). X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología; Mar del Plata, Argentina.

CAPÍTULO 6

AVANCES EN EL ESTUDIO Y MANEJO DE LOS SUELOS EN SAN LUIS.

Colazo, J. C. y de Dios Herrero, J. M.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

1- INTRODUCCIÓN.	147
2- EROSIÓN EÓLICA E HÍDRICA.....	147
3- COMPACTACIÓN.....	149
4- BALANCE DE CARBONO.	150
5- CULTIVOS DE COBERTURA.....	151
6- FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS.....	152
7- CONSIDERACIONES FINALES.	153
8- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	154

1- INTRODUCCIÓN.

En los últimos años se incrementó la participación de la agricultura en los sistemas mixtos lo que intensificó, en algunos casos, los procesos de degradación de suelos. Al inicio de este cambio los trabajos al respecto eran escasos (Demmi, 1987; d'Hiriart y col., 1996). Es por ello que, las investigaciones sobre manejo de suelo se basaron en profundizar los conocimientos sobre los procesos erosivos, la pérdida de macroporosidad y prácticas tendientes a optimizar la eficiencia en el uso de nutrientes y el agua (Quiroga y col., 2009). En el siguiente trabajo se resumen las principales investigaciones conducidas por el grupo de manejo de suelos de la EEA San Luis desde el año 2008.

2- EROSIÓN EÓLICA E HÍDRICA.

El conocimiento empírico de los suelos y el clima permitió determinar la alta susceptibilidad de los suelos de San Luis a la erosión (Peña Zubiarte y d'Hiriart, 1985). Es por esto que se realizaron estudios que asociaron esta susceptibilidad con las

principales propiedades del suelo (Colazo y col., 2009; Colazo y Buschiazzo, 2015). La proporción de agregados, en especial aquellos con un diámetro menor a 0,84 mm, determinaron la susceptibilidad a la erosión por el viento. La misma se relacionó con la textura del suelo y con el contenido de agentes de agregación, como carbono orgánico y óxidos de aluminio (Colazo y Buschiazzo, 2010). La relación entre estas variables es empírica, por lo que la misma fue determinada para los suelos de San Luis (de Dios Herrero y col., 2013). Con esta información y los datos publicados en las cartas de suelo de la provincia se elaboró cartografía de la susceptibilidad de los suelos a la erosión eólica (Colazo y col., 2011; Colazo, 2014). Por último, sumando información climática, se determinaron la distribución espacial de los niveles de erosión eólica potencial (Colazo y col., 2014) y la variación espacial asociada al cambio climático (Buschiazzo y col., 2014).

Así como fue importante determinar el riesgo a la erosión y su distribución espacial, también se han realizado las primeras determinaciones del material erosionado por el viento y medido el efecto de prácticas de manejo sobre el control de erosión eólica. Las mismas fueron llevadas adelante en un suelo arenoso del S de San Luis y mostraron el impacto de orientación de siembra de girasol sobre diferentes niveles de erosión eólica (Hurtado, 2012).

Con relación a la erosión hídrica se ha avanzado en el cálculo de los factores de erosividad de las lluvias, denominado factor R, y de una fracción de la erodabilidad de los suelos, denominado factor K, que se relaciona con la permeabilidad del suelo (Barbosa y col., 2010). Con la combinación de información de las cartas de suelo en un SIG también se ha producido cartografía del riesgo a la erosión hídrica a nivel provincial (Barbosa y col., 2013).

La Figura 6.1 muestra la combinación de la información sobre los tipos principales de erosión, lo que ha permitido estimar de manera cuantitativa el riesgo de erosión en la provincia (Colazo y col., 2015). También el conocimiento de los procesos de degradación ha permitido la selección de indicadores en función del tipo de suelo (de Dios Herrero, 2015).

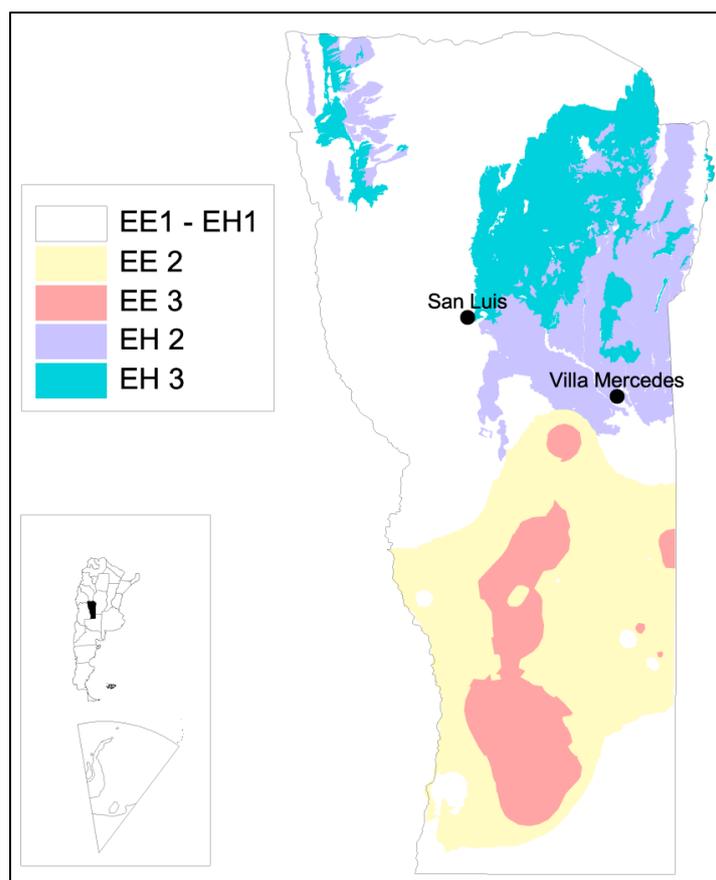


Figura Nº 6.1: Distribución espacial del riesgo a la erosión eólica (EE) e hídrica (EH) en la provincia de San Luis. Riesgo nulo-leve (1), moderado – severo (2) y grave – muy grave (3). Adaptado de Barbosa y col. (2013) y Colazo y col. (2014).

3- COMPACTACIÓN.

Podemos definir a la compactación como la pérdida de macro porosidad del suelo. Estos macro poros (>250 μm) tienen la función en el suelo de proveer una adecuada aireación, permitir el movimiento de agua hacia y dentro del perfil, y permitir el crecimiento radicular. El aumento de la densidad aparente, una medida de compactación, por el cultivo de los suelos en San Luis, fue en promedio de 15%. El mismo se asoció a la pérdida de carbono orgánico por las prácticas agrícolas (de Dios Herrero, 2015).

Otro parámetro utilizado para analizar la compactación es la densidad aparente máxima (DAMax), el cual es medido mediante el test Proctor. Por medio de esta técnica se compacta el suelo a diferentes contenidos de humedad (CH), hasta alcanzar un valor máximo, dicho contenido de humedad es llamado contenido de humedad crítico. En los

suelos cultivados la DAMax es mayor y se alcanza a menores contenidos de humedad que en los suelos sin cultivar (de Dios Herrero, 2015).

La recuperación de suelos compactados comprende necesariamente la recuperación de los contenidos de materia orgánica, y consecuentemente la recuperación de parámetros estructurales determinantes de la macroporosidad. En la medida que el manejo no logre incidir positivamente sobre la materia orgánica resultará necesario utilizar equipamiento específico para abordar las zonas compactadas y recuperar, al menos parcialmente, la macroporosidad del suelo. Con este objetivo, en la Estación Experimental San Luis del INTA se han diseñado y construido descompactadores mecánicos de alta eficiencia, que aseguran una acción de resquebrajamiento sub-superficial del suelo sin perturbar la cobertura superficial de rastrojo, favoreciendo el paso de las raíces y sobre todo la infiltración del agua de lluvia, tanto en suelos bajo laboreo convencional como, en sistemas bajo siembra directa (Casagrande y col., 2009).

4- BALANCE DE CARBONO.

Para conocer el efecto del manejo en los contenidos de carbono orgánico, el mismo fue comparado en pares de suelos cultivados y sin cultivar. Se encontró que en suelos cultivados el contenido de carbono orgánico fue menor, y si bien se relacionó con la textura (Figura 6.2), los cambios no se relacionan con el nivel textural, sino que están sujetas a procesos de erosión (de Dios Herrero y col., 2014). En un trabajo realizado en suelos del caldenal, fue cuantificado una disminución del 20% en el stock de carbono a causa del cambio del uso de la tierra (Nieto y col., 2013), los autores concluyen que las tecnologías incorporadas, como la siembra directa, deben estar acompañadas por prácticas como la rotación de cultivos y la cobertura.

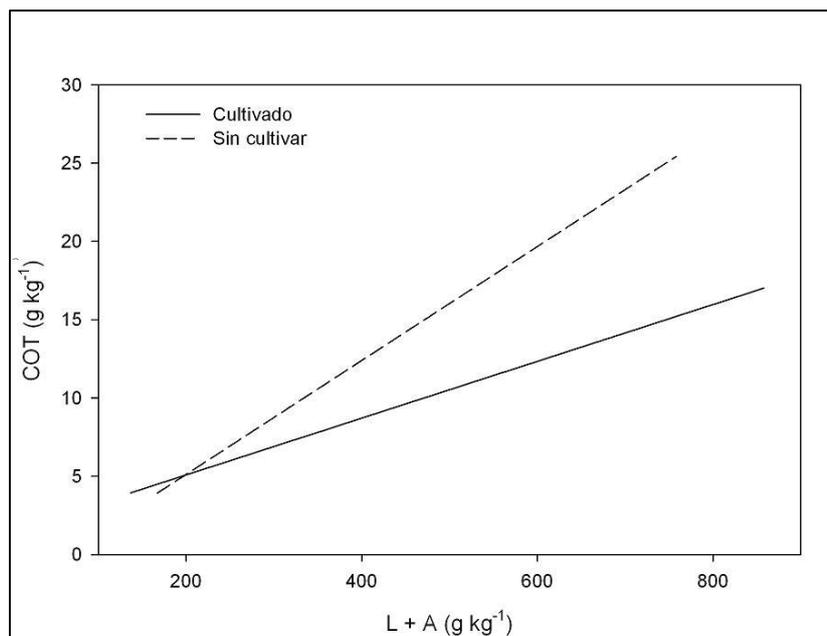


Figura Nº 6.2: Relación entre el contenido de carbono orgánico total (COT) y los niveles de limo y arcilla (L+A) para suelos de cultivados y sin cultivar en San Luis. Tomado de de Dios Herrero y col. (2014).

5- CULTIVOS DE COBERTURA.

Los cultivos de cobertura (CC) son cultivos cuya finalidad es generar cobertura y raíces vivas durante el periodo de barbecho. Los CC permiten atenuar la pérdida de carbono orgánico de los suelos, prevenir la erosión, capturar nutrientes reduciendo la pérdida por lixiviación y contribuir al control de malezas. Sin embargo, se reconoce que el consumo hídrico del CC podría disminuir la oferta de agua en el momento de siembra del cultivo sucesor, en especial en ambientes semiáridos.

Es por ello que las primeras experiencias con el uso de CC invernales buscaron determinar el costo hídrico de los mismos. Se encontró que el costo hídrico puede variar entre 30 – 45 mm (Saenz y Colazo, 2013). En relación al rendimiento del cultivo sucesor, este fue similar o superior que el mismo luego de un barbecho tradicional con rastrojo de soja cuando el nivel de cobertura del CC fue alto, el CC fue secado antes de mediados de octubre y el cultivo sucesor fue sembrado a principios de diciembre (Colazo y Saenz., 2013; Saenz y col., 2012). También fueron comparadas diferentes tecnologías, como la elección de la especie y variedad (Vergés y col., 2012); y el efecto de la eficiencia del uso del agua pluvial en diferentes condiciones ambientales (Colazo y col., 2014b).

6- FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS.

El avance de los cultivos agrícolas en la provincia de San Luis no fue acompañado por la generación de información sobre prácticas de manejo que aumenten la productividad de los cultivos y mejoren la eficiencia en el uso de los nutrientes y el agua. El estudio de la fertilidad de suelos, mediante el ajuste permanente de los modelos de diagnóstico y fertilización, tiene estos objetivos. El nitrógeno (N) es el principal nutriente que limita la productividad de los cultivos. En sorgo la información sobre los niveles de suficiencia de N en regiones semiáridas es escasa. Es por ello que se llevaron adelante ensayos para determinar la dosis más adecuada (Colazo, 2012) y las condiciones ambientales más adecuadas para su cultivo en San Luis (Colazo y col., 2012). En función del agua disponible las dosis óptimas variaron entre 35 y 80 kg de N ha⁻¹ para rendimientos de 6500 y 10000 kg ha⁻¹ (Figura 6.3).

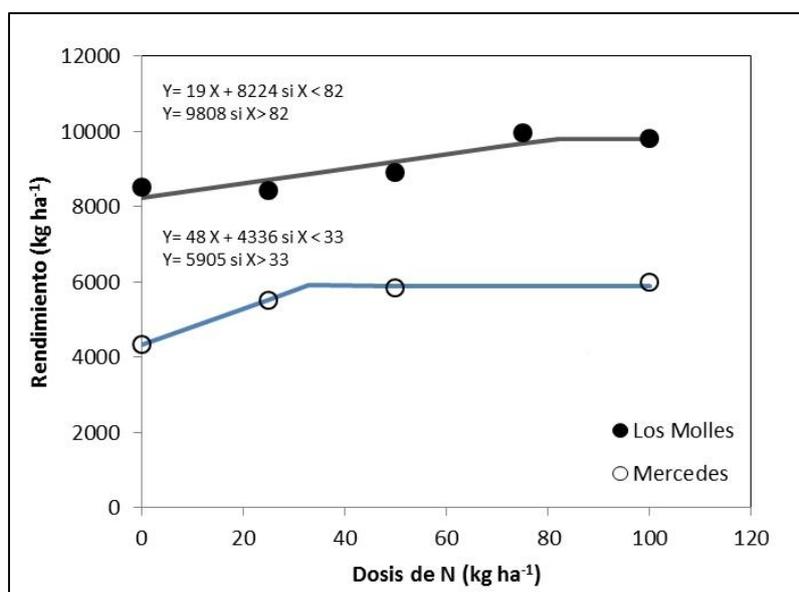


Figura 6.3: Rendimiento en grano de Sorgo en función de la dosis de N aplicado como fertilizante en dos ambientes de la provincia de San Luis. Adaptado de Colazo y col. (2012).

En maíces bajo riego se ha determinado el efecto del momento aplicación de N. Las dosis fraccionadas entre los estados fenológicos V4-R1 fueron las más eficientes, siendo la menos eficientes las aplicaciones a la siembra (Colazo, 2013; Figura 6.4). También se han realizado estudios exploratorios sobre la aplicación de azufre (S), encontrándose respuesta económica a la aplicación y sobre la aplicación de Cinc (Zn).

En condiciones que predisponen la deficiencia de este micronutriente: bajos valores de Zn disponibles ($< 1 \text{ mg kg}^{-1}$), suelos arenosos a franco arenosos con escaso contenido de materia orgánica, de pH elevado ($> 7,5$), presencia de carbonatos y altos valores de fósforo disponible fueron encontradas respuestas cercanas a los 1000 kg ha^{-1} (Barbieri et al., 2014).

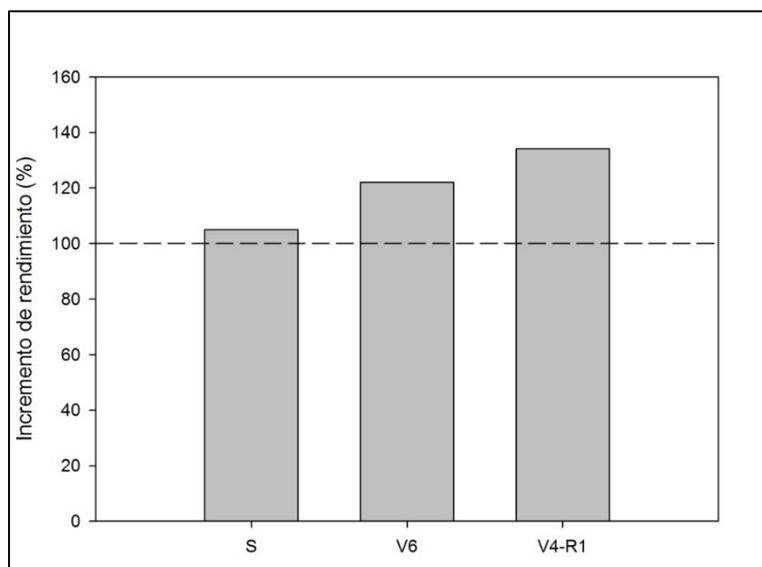


Figura 6.4: Incremento de rendimiento de maíces bajo riego respecto al testigo (testigo = 8980 kg ha^{-1}) de tres estrategias de fertilización nitrogenada: completo a la siembra, completo en estado de seis hojas desarrolladas (V6) y tres aplicaciones entre V4 y R1, en un Ustortente Típico serie FRAGA. Dosis de N = 245 kg ha^{-1} . Adaptado de Colazo (2013).

7- CONSIDERACIONES FINALES.

- Con el avance de la agricultura se debe continuar con el ajuste de modelos de predicción de la erosión y considerar el componente de la variabilidad y el cambio climático.
- Se debe continuar con el estudio de las respuestas a azufre y a fósforo en soja y maíz.
- Se debe avanzar en el estudio del manejo por ambiente, teniendo en consideración las diferencias en la textura de los suelos entre diferentes posiciones topográficas.

8- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Barbieri, P.A., Sainz Rozas, H.R., Echeverría, H.E., Salvagiotti, F., Barbagelata, P., Barraco, M., Colazo, J.C., Ferraris, H.G., Sanchez, H. y N.I. Reussi Calvo. 2014. Corn response to Zinc application in argentinean Mollisols. ASA, CSSA, SSSA International Annual Meeting. Long Beach, EEUU.

Barbosa, O.A. y J.C. Colazo. 2013. Actas de las primeras jornadas nacionales de suelos de ambientes semiáridos y segundas jornadas provinciales de agricultura sustentable. AACs. (En CD). ISBN: 978-987-24771-5-8.

Barbosa, O.A., Luna, F.E., Solari, F.A., Colazo, J.C., Hurtado, P., Galarza, F.M. y R.A. Cerda. 2010. Estimación de erosividad R y erodabilidad K de la ecuación universal de pérdida de suelo para el centro y noreste de la provincia de San Luis. En Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del suelo, Rosario. (En CD).

Barbosa, O.A., Belgrano Rawson, N., Larruse, C., Solari, F.A. y J.C. Colazo. 2013. Utilización de SIG para cartografiar R y K de la EUPS para la provincia de San Luis. En Actas del XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. (En CD).

Buschiazzo, D.E., Panebianco, J.E. y J.C. Colazo. 2014. Erosión eólica y cambio climático en suelos de Argentina. En: Pascale C., M. Zubillaga & M. Taboada. Los suelos, la producción agropecuaria y el cambio climático: avances en Argentina. MinAgri. ISBN 978-987-1873-24-1. Disponible en: <http://ced.agro.uba.ar/ubatic/?q=node/79>.

Casagrande, J., Quiroga, A.R., Frasier, I. y J.C. Colazo. 2009. Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos afectados por compactación en San Luis. 15 – 22 pp. En: Quiroga, A.R., Casagrande, J. y J.C. Colazo (Eds.). Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en el este de San Luis. Información Técnica 173. EEA San Luis. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/aspectos-de-la-evaluacion-y-el-manejo-de-los-suelos-en-el-este-de-san-luis>.

Colazo, J.C. 2012. Nutrición mineral y fertilización. 29 – 38 pp. En: Colazo J.C., J.A. Garay & J.H. Veneciano (Eds.). El cultivo de sorgo en San Luis. Información Técnica 183. EEA INTA San Luis. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/el-cultivo-de-sorgo-en-san-luis/>.

Colazo, J.C. 2013. Resultados promisorios de la fertilización con cinc en maíces de alta producción en suelos de San Luis. Horizonte Agropecuario 97. Centro Regional La Pampa – San Luis. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/horizonte-agropecuario-1>.

Colazo, J.C. 2014. Distribución espacial del riesgo a la erosión eólica en la provincia de San Luis. En Boletín IDERA 15. Disponible en: http://www.idera.gob.ar/portal/sites/default/files/Boletin_IDERA_15_ok.pdf.

Colazo, J.C. y D.E. Buschiazzo. 2009. Proporción y estabilidad de agregados en Suelos de la Región Semiárida Pampeana. Índices de la susceptibilidad a la erosión eólica. 23 - 28 pp. En: Quiroga, A.R., Casagrande, J. y J.C. Colazo (Eds.). Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en el este de San Luis. Información Técnica 173. EEA San Luis. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/aspectos-de-la-evaluacion-y-el-manejo-de-los-suelos-en-el-este-de-san-luis>.

Colazo, J.C. y D.E. Buschiazzo. 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma* 159: 228-236.

Colazo, J.C. y C.A. Saénz. 2013. Cultivos de cobertura invernales: primeras experiencias en San Luis. Horizonte Agropecuario 98. Centro Regional La Pampa-San Luis. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/horizonte-agropecuario-1>

Colazo, J.C. y D.E. Buschiazzo. 2015. The impact of agriculture on soil texture due to wind erosion. *Land Degradation & Development* 26: 62-70.

Colazo, J.C., del Valle, H.F. y D.E. Buschiazzo. 2010. Wind erosion in Argentina. Effect of Climate Change. In Abstracts Volumen of ICAR VII, Santa Rosa, Argentina.

Colazo, J.C., de Dios Herrero, J.M., Barbosa, O.A., del Valle, H.F. y D.E. Buschiazzo. 2011. Estimación de la fracción erosionable por el viento utilizando el modelo EWEQ para suelos de San Luis. En Actas del I Seminario Taller Nacional de Cartografía Digital, Villa de Merlo. (En CD).

Colazo, J.C., Garay, J.A. y J.H. Veneciano. 2012. El cultivo de sorgo en San Luis. Información Técnica 183. EEA INTA San Luis. 172 pp. ISSN: 0327 – 425X. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/el-cultivo-de-sorgo-en-san-luis/>

Colazo, J.C., de Dios Herrero, J.M. y D.E. Buschiazzo. 2014. Erosión eólica potencial en San Luis. En Actas del XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo & II Reunión Nacional de Materia Orgánica y Sustancias Húmicas, Bahía Blanca. (En CD).

Colazo, J.C., Saenz, C.A., de Dios Herrero, J.M. y M. Bongiovanni. 2014b. Aumento de la eficiencia de almacenamiento de agua en el suelo durante primavera por la inclusión de cultivos de cobertura en San Luis. En Actas del III Congreso Internacional del Agua, Villa Mercedes.

Colazo, J.C., Barbosa, O.A., de Dios Herrero y C.A. Saenz. 2015. Erosión y degradación de suelos en San Luis. En: La degradación del ambiente en Argentina.

de Dios Herrero, J.M. 2015. Selección de indicadores de sostenibilidad para San Luis. Tesis para optar al grado de Doctor en Agronomía. UNS, Bahía Blanca.

de Dios Herrero, J.M., Colazo, J.C. y D.E. Buschiazzo. 2013. Estimación de la fracción erosionable por el viento en suelos de la provincia de San Luis. En Actas de las Jornadas Argentinas de Conservación de Suelos, Buenos Aires. (En CD).

de Dios Herrero, J.M., Colazo, J.C. y D.E. Buschiazzo. 2014. Balance de carbono, efecto del manejo en suelos de San Luis. En Actas del XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo & II Reunión Nacional de Materia Orgánica y Sustancias Húmicas, Bahía Blanca. (En CD).

Demmi, M. A. 1987. Efecto de las prácticas culturales sobre algunas propiedades edáficas de suelos del centro-este de la provincia de San Luis. Tesis de magister en ciencias del suelo, Universidad Nacional del Sur (UNS). Bahía Blanca. 159 pp.

D' Hiriart, A., Marchi, A., Buschiazzo, D. y S Aimar. 1996. Labranzas en la región semiárida de San Luis, pp. 93-102, in Buschiazzo, D., Panigatti, J., and Babinec, F., eds., *Labranzas en la región semiárida Argentina*. INTA, Santa Rosa, Argentina.

Hurtado, P. 2012. Orientación de la siembra de girasol: efectos sobre la erosión eólica y el rendimiento del cultivo en el semiárido de San Luis. Tesis de Maestría en Ciencias del Suelo. FAUBA. 83 pp.

Nieto, M., Videla, C., de Dios Herrero, J., Demaría, M., Frigerio, K. y J. Riedel. 2013. Cambio de uso del suelo en caldenales de San Luis: Efecto sobre algunas propiedades

edáficas. Jornadas Nacionales “Impacto de los sistemas actuales de cultivos sobre las propiedades químicas del suelo: Efecto sobre los balances de C.

Peña Zubiarte, C. y A. d’Hiriart. 1985. Erosión eólica e hídrica en San Luis. Revista IDIA: 40-47.

Quiroga, A.R., Casagrande, J. y J.C. Colazo. 2009. Aspectos de la evaluación y el manejo de los suelos en el este de San Luis. Información Técnica 173. EEA INTA San Luis. 65 pp. ISSN: 0327 – 425X. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/aspectos-de-la-evaluacion-y-el-manejo-de-los-suelos-en-el-este-de-san-luis>.

Saenz, C.A. y J.C. Colazo. 2013. Costo hídrico de cultivos de cobertura invernales en San Luis. Primeras experiencias. En: Álvarez C., A. Quiroga, D. Santos & M. Bodrero (Eds.), Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Editorial INTA. ISBN 978-987-679-177-9. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/contribuciones-de-los-cultivos-de-cobertura-a-la-sostenibilidad-de-los-sistemas-de-produccion/>

Saenz, C.A., Colazo, J.C., Funes, M., Vergés, A., Bernasconi, H. y R. Rivarola. 2012. Costo hídrico de los cultivos de cobertura y su efecto sobre el rendimiento de sorgo. Primeros resultados. 24 – 28 pp. En: Colazo J.C., J.A. Garay & J.H. Veneciano (Eds.). El cultivo de sorgo en San Luis. Información Técnica 183. EEA INTA San Luis. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/el-cultivo-de-sorgo-en-san-luis/>.

Vergés, M.A., Colazo, J.C., Saenz, C.A., Montiel, E., Bernasconi, h., Rivarola, R., Frigerio, K., de Dios herrero J.M. y F. Manazza. 2012. Informe de Verdeos. UEyDT Villa Mercedes. 6 pp.

CAPÍTULO 7

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE FAUNA: EL VENADO DE LAS PAMPAS Y SU HÁBITAT NATURAL.

Demaría, M. R.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

<u>1- INTRODUCCIÓN</u>	158
<u>2- CONDICIÓN ECOLÓGICA DEL PASTIZAL NATURAL</u>	159
<u>3- ESTUDIOS DE DIETA</u>	161
<u>4- ESTRUCTURA POBLACIONAL</u>	161
<u>5- ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL</u>	162
<u>6- CREACIÓN DE UN PARQUE NACIONAL</u>	163
<u>7- CONSIDERACIONES FINALES</u>	164
<u>8- BIBLIOGRAFIA</u>	164

1- INTRODUCCIÓN

El venado de las pampas (*Ozotocerus bezoarticus celer*) es una de las especies con mayor riesgo de extinción de la Argentina y mayor valor emblemático de la provincia de San Luis. Su hábitat natural, el pastizal pampeano, el cual identifica a la Argentina a nivel internacional a través de su historia y folklore, presenta una situación similar debido a una drástica modificación por el uso agropecuario (Demaría y col., 2004). Este escenario ha sido largamente reconocido por los investigadores del INTA San Luis y el venado y su hábitat han formado parte de sus planes de investigación y desarrollo por más de 40 años. Ya en la década del '80 del siglo pasado, investigadores del INTA San Luis alertaban sobre la necesidad de realizar medidas de manejo y de conservación, incluyendo la creación de un área protegida en la zona (Jackson y Langguth, 1987).

El ecosistema pampeano ocupaba originariamente una superficie de 500.000 Km² en el centro oriental de Argentina (Cabrera, 1976; Burkart y col., 1994). Debido a su gran aptitud para la agricultura y ganadería, los pastizales naturales que constituían la vegetación original han sido profundamente modificados a partir de la segunda mitad del siglo XIX, (Anderson, 1976; León y col., 1984; Viglizzo y col., 2001). Este proceso de transformación, caracterizado por el avance de la frontera agrícola hacia el oeste, fue acompañado por una disminución de las poblaciones de venado de las pampas y en la actualidad, sus cantidades se encuentran restringidas a escasos núcleos poblacionales dispersos (Jackson y Langguth, 1987). La Bahía de Samborombón, en provincia de Buenos Aires (extremo oriental de su distribución original) y la zona de pastizales pampeanos de San Luis (extremo occidental de su distribución original) constituyen los dos últimos relictos poblacionales de la subespecie *O. bezoarticus celer* (Jackson 1987; Giménez Dixon, 1991).

La población de venados de San Luis, si bien es la más importante considerando su tamaño y área ocupada (Dellafiore y col., 2001, 2003), fue estimada en la década del '80 en tan solo 300 ejemplares (Jackson y Langguth, 1987). Ante la drástica situación observada, el INTA San Luis ha realizado desde entonces numerosos estudios tendientes a determinar las variables ecológicas, ambientales, sociales y de manejo que garantizan el uso sustentable del pastizal pampeano y la conservación del venado y su hábitat natural.

2- CONDICIÓN ECOLÓGICA DEL PASTIZAL NATURAL

A mediados de los 90 se realizó por primera vez una evaluación completa del estado de conservación del pastizal en el área de distribución del venado. El objetivo del trabajo fue realizar una zonificación por condición ecológica de los pastizales naturales del área proyectada para la realización de un parque nacional en el centro-sur de San Luis (Demaria y col., 1996).

En este estudio, se identificaron todos los potreros presentes en el área y se obtuvo la superficie de los mismos a partir de una imagen satelital Landsat TM. Al mismo tiempo, se observó el grado de heterogeneidad y la presencia de especies cultivadas. En la determinación de la condición ecológica de cada potrero, definida como el grado de conservación del pastizal en función de su alejamiento del clímax, se emplearon cinco estados diferentes: Excelente, Muy Buena, Buena, Regular y Pobre. Cada potrero fue

recorrido con paradas a intervalos regulares con la finalidad de registrar las variables usadas en la determinación de la condición ecológica. Estas variables fueron: las especies presentes en una escala de abundancia de 1 a 5, la cobertura del suelo, la productividad de forraje (Kg. de materia seca por ha. de especies palatables para el ganado) y el grado de uso de los pastizales en función a 3 categorías de pastoreo. El estado final de cada potrero fue incorporado a un SIG para el análisis espacial de los datos.

Fueron relevados 14 establecimientos cubriendo aproximadamente una superficie de 210.000 ha subdividida en 147 potreros. De esta superficie, solo el 9.9 % había sido reemplazado por pasturas sembradas y el 1.8 % por cultivos de cosecha. El 88,3 % restante estaba ocupado por pastizales naturales (72% pastizal pampeano y 16% de monte). La condición ecológica excelente estaba prácticamente perdida, ya que si bien algunos potreros se encontraban muy cerca de esta condición presentaban algún grado de uso ganadero. Del total de pastizal natural que persistía en el área, el 19.6% correspondió a pastizales de condición ecológica Muy Buena, el 22.2 % Buena, el 37.8 % Regular y el 10.8 % a condición pobre. El 9.6 % restante no fue evaluado con la misma precisión; sin embargo, eran pastizales en condición regular o pobre. El área de estudio conservaba los últimos relictos de pastizales naturales en muy buena condición ecológica y fue considerada de máxima priorización para la conservación del pastizal pampeano semiárido (Demaria y col., 1996).

La condición ecológica observada estaba íntimamente relacionada con las limitaciones edáficas y climáticas que retrasaron el ingreso de actividades agrícolas y la intensificación ganadera. Sin embargo, a partir de 1996 se produce una drástica modificación de los pastizales naturales del centro-sur de San Luis, similar a la observada en otras áreas de la región pampeana con mejores aptitudes agrícolas (Demaria y col., 2003, Viglizzo y col. 2001). Los estudios realizados en la primera década del siglo XX observaron que entre 1985 y 2001, el área cubierta por pastizales naturales se redujo de 92.6% a 43.8%, y la tasa de transformación anual se incrementó significativamente de 1.4 a 10.9%. Asimismo, aumentó la fragmentación del paisaje (incremento de 463 a 800 potreros), principalmente en el área con mayor aptitud agrícola (Demaria y col., 2003). Por otro lado, a pesar de la mayor receptividad ganadera de los pastizales naturales con mejor condición ecológica, el reemplazo afectó indistintamente tanto a pastizales naturales con baja o alta receptividad ganadera.

La incorporación de tecnologías como la siembra directa y el desarrollo de nuevas pasturas, junto al aumento de la rentabilidad de las prácticas agrícolas y a un incremento

de las precipitaciones, fueron los principales factores que direccionaron los cambios observados en la zona (Demaria y col., 2003).

3- ESTUDIOS DE DIETA

El venado de las pampas se comporta como un herbívoro selectivo de gramíneas y consume principalmente plantas verdes o ciertas especies de alta calidad nutricional (Jackson y Giulietti, 1987). Su dieta es variada y con cambios estacionales, existiendo una competencia con el ganado doméstico y una superposición trófica que podría intensificarse en épocas de baja disponibilidad de recursos alimentarios (Jackson y Giulietti, 1987). En otoño e invierno las especies predominantes de la dieta fueron *Poa ligularis*, seguida por *Sorghastrum pellitum*, *Schizachirium plumigerum* y *Plantago patagonica*. Por otro lado, en primavera y verano la especie dominante fue *P. ligularis* y *S. pellitum* respectivamente. También se observaron, *Conyza bonariensis*, *Bromus brevis* y *S. plumigerum*. Otras especies consumidas fueron *Aristida inversa*, *Digitaria californica*, *Piptochaetium napostense*, *Stipa tenuísima*, y *Hyalis argéntea*, las cuales presentaron un consumo menor al 3% (Jackson y Giulietti, 1987). Todos los ítems vegetales reconocidos en la dieta de este herbívoro fueron identificados como especies nativas, ya que en el primer estudio realizado, los pastizales de la región aún no habían sido remplazados por especies forrajeras exóticas (Jackson y Giulietti, 1987). Estudios más recientes realizados después de la incorporación de pasturas africanas a la zona, observaron una marcada diferencia entre el consumo de especies de gramíneas nativas y exóticas, siendo las primeras las que mayores frecuencias de aparición presentaron (Castillo y col., 2010). Sin embargo, *Digitaria erihanta* (pastura introducida de África) fue frecuentemente utilizada como así también se observaron grandes concentraciones de venados sobre los verdeos de invierno. Por el contrario, el pasto llorón (*Eragrostis curvula*) no fue registrado en la dieta (Castillo y col., 2010).

4- ESTRUCTURA POBLACIONAL

Estudios sobre la estructura poblacional observaron que los venados poseen una distribución espacial de tipo contagiosa, distribuidos en pequeños grupos que normalmente no superan los cinco o seis animales (Jackson, 1985; Dellafiore y col., 2003). Grupos mayores, de doce a diecisiete animales, son frecuentemente encontrados en ambientes con mayor oferta forrajera como pasturas anuales de alto contenido proteico (ej. Centeno).

La relación de sexos (hembra / macho) es de 1.24, lo cual indica un pequeño predominio de las hembras sobre los machos (Dellafiore y col., 2003). Moore y Diciland (1993) encontraron una relación semejante para *O. bezoarticus* en Uruguay. Estos autores sostienen que la posible causa de esta diferencia es la caza o una mortalidad diferencial por sexo, dado que la relación de sexos que ellos encontraron en las crías era de 1:1. En la provincia de San Luis existen evidencias de que la caza furtiva del venado de las pampas ha sido un factor determinante en la distribución y supervivencia de la especie (Jackson, 1985).

5- ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL

A través de un programa de evaluación y monitoreo mediante censos sistemáticos por tierra y aire realizados entre 1995 y 2000 se estimó el tamaño de la población de San Luis. Se realizaron censos aéreos y terrestres en tres épocas diferentes: 1) período pos-reproductivo y época crítica por la disponibilidad de alimentos (Junio - Septiembre), 2) período pre-reproductivo (Octubre - Enero), y 3) período reproductivo (Febrero - Mayo). La superficie muestreada fue de aproximadamente 4.500 Km² (Dellafiore y col., 2003).

La población de venados fue estimada dentro de un rango de 500 a 1600 animales, con una densidad de 0.43 a 0.83 venados por kilómetro cuadrado. Si bien esta población se distribuye sobre una superficie de aproximadamente 5.000 Km², la mayor concentración poblacional se presenta sobre unas 1.500 Km² (Dellafiore y col., 2003). La zona de venados correspondía globalmente con un área con neto predominio de pastizales naturales en excelente condición ecológica, caracterizada por establecimientos con potreros grandes bajo un uso ganadero extensivo (Dellafiore y col., 2001).

No se encontró en el interior del área estudiada una relación clara entre las zonas con pastizales naturales en mejor condición ecológica y los núcleos de mayor densidad de venados. El tamaño y los hábitos de comportamiento de la especie permitirían un uso diferencial de los distintos "parches" presente en su ambiente según los diferentes requerimientos (alimentación, refugio, cría, etc.). Sin embargo, es importante destacar que a nivel regional la presencia/abundancia de venados estuvo negativamente asociada con el porcentaje de cultivos y pasturas sembradas, la carga ganadera y el grado de división de los campos (Dellafiore y col., 2003). La determinación de los umbrales de intensificación de uso es una de las actividades pendientes necesarias para garantizar el manejo sustentable de la especie.

6- CREACIÓN DE UN PARQUE NACIONAL

El hecho de que actualmente la población de venado de las pampas este muy cerca de los umbrales de una población mínima viable, pone de manifiesto la situación crítica en la que se encuentra la subespecie argentina. A pesar de que ya en 1943 Cabrera hizo referencia a la urgente necesidad de desarrollar planes de conservación, aún hoy no se han implementado en la provincia de San Luis medidas concretas destinadas a la conservación y recuperación de dichas poblaciones (más allá de la prohibición de caza establecida por ley).

En 1997 el gobierno de la provincia de San Luis y el Estado Nacional, acordaron la creación de un área protegida mixta compuesta por un Parque Nacional como núcleo (30.000 ha), una Reserva Nacional (30.000 ha) y una Reserva Provincial (70.000 ha) que serían implementados en parte con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF-Global Environment Facility). A partir de los estudios realizados por el INTA San Luis se priorizaron las áreas a conservar teniendo en cuenta en la zonificación no solo la abundancia de venados sino también la condición ecológica del pastizal natural (Dellafiore y col., 1999). Lamentablemente el proyecto desencadena una serie de discrepancias entre los diferentes actores sobre la zona sujeta a expropiación para la creación del Parque Nacional. Esto, junto a las posibles restricciones de uso que podrían imponerse a los productores del área de reserva generó la oposición de algunos propietarios al proyecto conservacionista. La mala comunicación entre las partes culmina con el reemplazo de importantes áreas de pastizal por pasturas exóticas principalmente en el campo priorizado para la creación del parque.

En el año 2000 se reinician las negociaciones pero con una reducción del proyecto a 10.000 ha para el parque nacional, y con incertidumbre respecto de las reservas provincial y nacional. La APN avanza con la firma del boleto de compra de la nueva área núcleo identificada con una seña cercana al 40% del valor total del campo, pero el proyecto nuevamente fracasa al no cancelar Parques Nacionales la operación con el dinero faltante. No se realizaron a partir de esa fecha nuevas tratativas para generar un área protegida, y actualmente la creación de un parque nacional que garantice la conservación de los últimos remanentes de pastizales naturales con su fauna asociada continúa siendo uno de los grandes desafíos del proceso de conservación del venado de las pampas y su hábitat.

7- CONSIDERACIONES FINALES

Garantizar la presencia de remantes de pastizales de la pampa semiárida y de los últimos venados pampeanos exige la implementación de una serie de medidas, de las cuales probablemente las más relevante sean la creación de áreas naturales protegidas, el manejo de los pastizales naturales con un criterio de uso sustentable que permita armonizar producción y conservación, una activa campaña de información y educación y el control efectivo de la caza furtiva. La conservación, si bien requiere la realización de estudios ecológicos serios, constituye fundamentalmente un proceso social (Maceira y col., 1996). Por lo tanto, requiere la participación de los productores rurales y demás habitantes locales, así como el apoyo firme y sin contradicciones de las autoridades políticas. Como proceso social, es fundamental que todas las partes comprendan las distintas dimensiones de la temática en juego y las posibilidades que representan para el progreso individual y el bien común. En particular, la conservación nunca debe significar un costo o un lucro cesante para el productor rural. El nivel político debe comprender que la conservación representa un servicio a la sociedad que el productor rural puede llevar adelante, pero recibiendo un adecuado reconocimiento moral y material.

8- BIBLIOGRAFIA

Anderson, D.L., Oriente, E.L., Vera, J.C. 1978. Una reliquia del pastizal de San Luis. *Ecología* 3, 139-151.

Burkart, R., del Valle Ruiz, L., Daniele, C., Natenzon, C., Ardura, F., Balabusic, A., 1994. El Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas de la Argentina. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires, Argentina.

Cabrera, A.L., 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. In: Tomo, Fascículo II (Ed.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería*, 2a.edición. Acme S.A.C.I, Buenos Aires, Argentina.

Castillo, L.L., Nuñez, M.B., Demaria, M.R., 2010. Dieta del venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*) en pastizales modificados de San Luis: resultados preliminares. IV Reunión Binacional de Ecología. Buenos Aires.

Dellafiore C.M., Demaría, M.R., Bucher, E., Maceira, N., 1999. Un sistema de áreas protegidas para el pastizal pampeano y el venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*) en la provincia de San Luis. In: Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en America Latina. (T. Fang, O. Montenegro, R. Bodmer, Eds.). Wildlife Conservation Society. pp 443-446.

Dellafiore, C.M., Demaría, M.R., Maceira, N.O., Bucher, E., 2001. Estudio de la distribución y abundancia del venado de las pampas en la provincia de San Luis mediante entrevistas. *Revista Argentina de Producción Animal* 21, 137–144.

Dellafiore, C.M., Demaría, M.R., Maceira, N., Bucher, E., 2003. Distribution and abundance of the pampas deer in San Luis Province, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 10 (1) 41-47.

Demaría, M.R., Dellafiore, C.M., Giuletta, J., Molinero, B., Maceira, N.O., 1996. Zonificación por condición ecológica para la planificación de un área protegida en el pastizal pampeano semiárido. XVIII Reunión Argentina de Ecología, Buenos Aires, Argentina.

Demaría, M.R., Parera, A.F., Adámoli, J., 2004. Pastizales pampeanos semiáridos del sur de San Luis. En: Áreas valiosas de pastizal en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. (Bilenca, D., Miñarro, F. Eds). Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

Demaría, M.R., McShea, W.J., Koy, K., Maceira, N.O., 2003. Pampas deer conservation with respect to habitat loss and protected area considerations in San Luis, Argentina. *Biological Conservation* 115, 121-130.

Gimenez Dixon, M. 1991. Estimación de parámetros poblacionales del venado de las Pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*, Cabrera 1943 –Cervidae-) en la costa de la Bahía Samborombón (Provincia de Buenos Aires) a partir de datos obtenidos mediante censos aéreos. Tesis Doctoral Universidad Nacional de La Plata. 116 pp.

Jackson, J.E. and Langguth A., 1987. Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinean pampas and Uruguay. 402 409 pp. En: Wemmer, C.M. (ed.), *Biology and Management of the Cervidae*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., 577 pp.

Jackson, J. 1985. Behavioural observations on the Argentinian pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus celer* Cabrera, 1943). *Z. Säugetierkunde* 50: 107-116.

Jackson J, Giulietti, J., 1987. The food habitat of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus celer* in relation to its conservation in relict natural grassland in Argentina. *Biological Conservation* 45, 1-10.

León, R.J.C., Rusch, G.M., Oesterheld, M., 1984. Pastizales pampeanos, impacto agropecuario. *Phytocoenología* 12 (2/3), 201–218.

Maceira, N.O., Saravia Toledo, C., Bertonatti, C., Vila, A., 1996. Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en las zonas áridas y semiáridas de Argentina. In: Simonetti, J(Ed.), *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en zonas áridas y semiáridas de América Latina y El Caribe*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, Serie Zonas Aridas y Semiáridas 8, pp. 13–48.

Moore, D. and Mueller-Schwarze, D., 1993. Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus* subsp.) demographics. State University of New York College of Environmental Science and Forestry. Syracuse, New York, EE.UU. 11 pp.

Viglizzo, E.F., Lertora, F., Pordomingo, A.J., Bernardos, J.N., Roberto, Z.E., Del Valle, H., 2001. Ecological lessons and applications from one-century of low external-input farming in the pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83, 65–81.

CAPÍTULO 8

DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN EN LOS PASTIZALES PSAMOFILOS DE SAN LUIS: UN ENFOQUE DESDE LA ESTABILIDAD ECOSISTEMICA.

Arroyo, D. N.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

<u>1- INTRODUCCIÓN</u>	167
<u>2- UNA EXPERIENCIA LOCAL: EFECTOS DE DISTURBIOS SOBRE ESTABILIDAD DE UN PASTIZAL DE LA PAMPA INTERIOR EN SAN LUIS, ARGENTINA</u>	169
<u>3- METODOLOGÍA</u>	170
<u>3.1- Área de estudio</u>	170
<u>3.2- Diseño y muestreo</u>	170
<u>3.3- Caracterización de los disturbios aplicados en el experimento</u>	172
<u>3.4- Análisis de datos</u>	173
<u>4- RESULTADOS</u>	174
<u>4.1- Efectos del arado</u>	174
<u>4.2- Efectos de la quema</u>	174
<u>4.3- Efectos del pastoreo</u>	175
<u>5- DISCUSION Y CONCLUSIONES</u>	179
<u>6- CONSIDERACIONES FINALES</u>	180
<u>7- BIBLIOGRAFIA</u>	181

1- INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas son sistemas dinámicos, en los que ocurren procesos de remoción y recuperación de biomasa, ligados a disturbios de origen natural y antrópico frente a los que las comunidades vegetales presentes responden con cambios en su dinámica temporal, siendo este uno de los temas centrales en estudios de ecología en muchos años (Clements, 1928, 1936; White, 1979; Sousa, 1984; Pickett y White, 1985; Cropp y Gabric, 2002; Klimesova et al., 2008; Liu et al., 2010). Estos disturbios desempeñan un

papel importante en la formación de los patrones actuales de la vegetación, y en la modificación de la diversidad y riqueza de las especies (Sousa, 1984; Hobbs y Huenneke, 1992; Lavorel et al., 1994a, 1994b; Li et al., 2004).

Luego de un disturbio, el cambio ocurrido puede prevalecer durante un corto periodo de tiempo donde la vegetación degradada puede recuperarse rápidamente, o puede causar modificaciones permanentes en el estado de la vegetación. En general muchas comunidades naturales nunca alcanzan un estado de equilibrio, sino que están siempre en alguna etapa de recuperación luego de un disturbio (Reice, 1994; Bergeron et al., 1998).

Es así que la capacidad de persistir en el mismo estado se denomina estabilidad de un ecosistema, la que depende de dos componentes principales: i) **la resistencia**, capacidad de un sistema para resistir una perturbación externa sin cambiar su estructura y dinámica, generalmente medida por el grado en que una variable cambia su valor de equilibrio después de una perturbación; y ii) **la resiliencia** que es la capacidad de regresar al estado anterior o rapidez con que un sistema vuelve al equilibrio anterior después de haber sido desplazado de su estado inicial por una perturbación (Holling, C.S. 1973, Leps et al., 1982; Pimm S, 1984; Wu y Loucks, 1995).

El uso de la resiliencia y la resistencia como medidas de estabilidad presupone un equilibrio del cual el sistema puede salir o regresar. La presencia de especies con diferentes características funcionales, o diferentes grupos funcionales y las interacciones entre ellos, son consideradas como posibles fuentes de resiliencia ecológica (Peterson et al., 1998). Al perderse un grupo funcional, definido como aquel grupo de especies que utilizan los recursos y que responden a condiciones ambientales y disturbios de forma equivalente y a su vez tienen efectos similares sobre los procesos ecosistémicos (Walker, 1992; Paruelo et al., 1998), necesariamente deberían ocurrir cambios en las propiedades de los ecosistemas. Por otro lado, las especies dentro de cada grupo funcional presentarían redundancia funcional; como consecuencia, a mayor número de especies funcionalmente similares, mayor es la probabilidad de que al menos una especie de ese grupo funcional sobreviva ante un disturbio (Walker, 1992). En otras palabras, dentro de un mismo grupo funcional, la presencia de especies con diferentes caracteres de respuesta ante cambios en el medio biótico y abiótico contribuiría a la resiliencia del sistema.

Muchos estudios (por ejemplo, Landsberg et al., 1999; Clarke, 2003; Dorrough et al., 2004) han demostrado la influencia de un solo disturbio o factor sobre la

diversidad de las especies. Otros estudios (como por ejemplo, Baer et al., 2004; Li et al., 2007) han examinado experimentalmente la dinámica temporal de las comunidades vegetales en relación a más de un disturbio, y a sus interacciones. Sin embargo, aún es difícil generalizar respecto a patrones de respuesta de la vegetación, particularmente a disturbios múltiples y para un cierto plazo. Los patrones observados no sólo están determinados por los regímenes de los disturbios, sino también por las características de las especies componentes de cada comunidad, la escala de los disturbios, las variaciones estacionales y las condiciones ambientales (Mooney y Godron, 1983; Coffin y Lauerth, 1994; Lavorel et al., 1994a; McIntyre et al., 1995; Li et al., 2004).

Bajo este contexto, la utilización y manejo sustentable de los pastizales constituyen herramientas fundamentales en la preservación de este tipo de ecosistema. Estudiar el impacto de disturbios típicamente antrópicos como el fuego prescrito, la labranza-abandono (arado) y el pastoreo con ganado bovino sobre las comunidades vegetales, brindará información de base para el manejo sustentable de los pastizales naturales.

2- UNA EXPERIENCIA LOCAL: EFECTOS DE DISTURBIOS SOBRE ESTABILIDAD DE UN PASTIZAL DE LA PAMPA INTERIOR EN SAN LUIS, ARGENTINA

Los pastizales medanosos del centro-sur de la provincia de San Luis han estado sometidos a diferentes tipos de disturbios, algunos de aparición relativamente reciente como son los relacionados con la agricultura, y otros de más larga data como el fuego y el pastoreo. Los disturbios, asociados a las características biofísicas del sitio (suelo, geomorfología, precipitaciones, etc), determinan diferentes condiciones del pastizal (*sensu* Dyksterhuis, 1949). En el extremo de la condición climática se encuentran los "sorgastrales", pastizales dominados por la gramínea perenne C4 *Sorghastrum pellitum*. En el otro extremo se encuentran los pajonales de paja amarga (pastizales dominados por *Elyonurus muticus*), que corresponden a condiciones pobres del pastizal. En estos estados degradados del pastizal también es común la presencia de la arbustiva *Hyalis argentea* y algunas especies latifoliadas anuales de la familia de las asteráceas. Entre estos extremos existen condiciones intermedias del pastizal.

El pastizal objeto de este estudio presenta una de estas condiciones intermedias, aunque más cercana al extremo degradado, ya que si bien domina en cobertura *E.*

muticus, existen también otras gramíneas de ciclo estival y algunas de ciclo invernal, más latifoliadas herbáceas anuales. Siguiendo lo propuesto por Dyksterhuis (1949) la condición del pastizal de este estudio puede ser definida como regular, ya que presenta una composición específica capaz de mejorar el potencial productivo del mismo. Este ensayo controlado permite aislar el efecto de los disturbios de otros factores como condiciones climáticas, suelo, tipo de comunidad, etc.

3- METODOLOGÍA

3.1- Área de estudio

Esta experiencia se llevó a cabo en la estancia "El Tala" (S 34° 44' 10.1", W 66° 11' 48.2"), ubicada en el departamento Gobernador Dupuy, provincia de San Luis, Argentina. El área fue ampliamente descrita por Anderson et al. (1970), como área medanosa con pastizales e isletas de chañar, y por Peña Zubiato et al. (1998), dentro de la unidad de suelo y vegetación como "Llanura medanosa central muy pronunciada". Se trata de un pastizal psamófilo mixto con especies C4 y C3, siendo de carácter dominante por su abundancia las de ciclo estival.

3.2- Diseño y muestreo

Se examinaron las respuestas de la vegetación frente a ocho tratamientos resultantes de la combinación de tres factores o disturbios (R = arado con rastra, Q = quema prescrita y P = pastoreo). El ensayo consistió de tres bloques (repeticiones), cada uno con todas las combinaciones posibles de niveles de factor (tratamientos) (Figura N° 8.2).

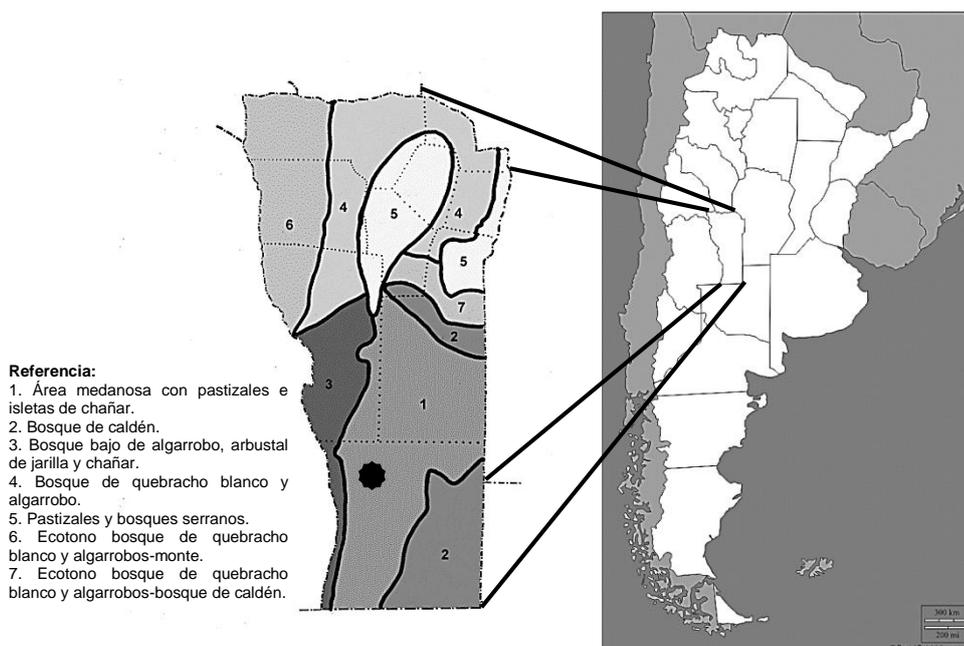


Figura Nº 8.1: Ubicación del ensayo en el área medanosa con pastizales e isletas de chañar en la provincia de San Luis (mapa tomado de Anderson et al., 1970).

R1, P1, Q0 (R+P)	R0, P1, Q0 (P)
R1, P0, Q0 (R+C)	R0, P0, Q0 (C)
R1, P0, Q1 (R+Q+C)	R0, P0, Q1 (Q+C)
R1, P1, Q1 (R+Q+P)	R0, P1, Q1 (Q+P)

Figura Nº 8.2: Esquema de un bloque del diseño. R0: sin arado, R1: arado con rastra de discos (profundidad 5-10 cm), Q0: sin quema, Q1: con quema prescrita invernal, P0: sin pastoreo (clausurado al ganado), P1: con pastoreo bovino.

Las evaluaciones de realizaron sobre transectas fijas de 10 m ubicadas en el centro de cada parcela (20 x 25 m) para reducir al mínimo el efecto de borde, siguiendo la metodología propuesta por Daubenmire (1959), en las que se midieron frecuencia,

densidad y cobertura de especies (Figura N° 8.3). Las evaluaciones se realizaron en septiembre de 2006, antes de la aplicación de los tratamientos, y a los 8, 15, 21, 27, 38 meses después de la aplicación de los tratamientos. La última fecha, de medición fue diciembre de 2009.

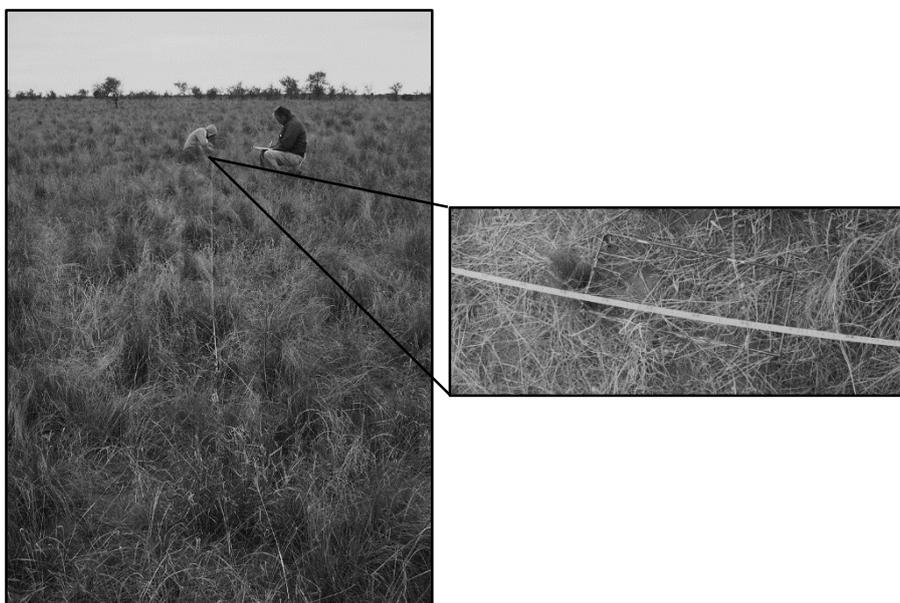


Figura N° 8.3: Transecta y marco de medición de cobertura y densidad de especies utilizando la metodología de Daubenmire 1959.

3.3- Caracterización de los disturbios aplicados en el experimento

Pastoreo-clausura: el pastoreo se repitió todos los años entre los meses de Mayo-Octubre, con una carga animal de 8 unidades ganaderas/ha/año. Para controlar su efecto se realizaron clausuras de 40 x 50 m, con 4 hilos de alambre, dos lisos y dos de púas.

Quema: la quema prescrita se realizó por única vez el 27 de Noviembre de 2006, con una disponibilidad de 2000 kg/ha de material fino; teniendo en cuenta los factores descritos por Kunst (1993) en cuanto a temperatura del aire (< 26 °C), humedad ambiente relativa (> 60 %), humedad del suelo (> 20 %), y velocidad del viento (< 20 km/h).

Arado: El arado se realizó el 30 de noviembre de 2006, luego de la quema prescrita, con una rastra de discos a 10 cm de profundidad.

3.4- Análisis de datos

El análisis de los cambios en la composición de la vegetación, se realizó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) (Hotelling, 1933). Este se utilizó para ordenar las especies y grupos funcionales definidos en diferentes momentos de muestreo, con el objeto de establecer la estructura general de los datos y visualizar si se ubican al azar en el plano determinado por los primeros ejes o si es observable alguna tendencia.

Los grupos funcionales de este estudio fueron definidos considerando las siguientes características propias de las especies: ciclo de crecimiento, grupo fotosintético, hábitos de crecimiento y palatabilidad animal (bovina). Se analizó la abundancia, medida por el porcentaje de cobertura, de los siguientes grupos funcionales diferenciados:

A: especies anuales, tanto latifoliadas como gramíneas: *Aristida adscencionis* L., *Bromus brevis* Nees ex Steud., *Cenchrus pauciflorus* Benth. *Conyza blakei* (Cabrera) Cabrera, *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist var. *Angustifolia* (Cabrera) Cabrera, *Cyperus cayennensis* (Lam.) Britton, *Gamochaeta* sp., *Heterotheca latifolia* Buckley, *Plantago patagonica* Jacq., *Senecio* sp., *Thelesperma megapotamicum* (Spreng.) Kuntze, *Vulpia australis* (Nees ex Steudel) C. H. Blom

GR: gramíneas con presencia de rizomas y/o estolones: *Cynodon hirsutus* Sten, *Panicum urvilleanum* Kunth, *Poa lanuginosa* Poir.

H-L: Herbáceas semileñosas y leñosas: *Hyalis argentea* Hook. & Arn. var. *laisquama* Cabrera, *Prosopis alpataco* R.A Philippi, *Baccharis crispa* Spreng.

PC3NP: gramíneas de ciclo invernal de baja y nula importancia forrajera: *Stipa eriostachya* H.B.K., *Stipa tenuissima* Trin.

PC3P: gramíneas de ciclo invernal de importancia forrajera: *Briza subaristata* Lam., *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack., *Poa ligularis* Nees ap. Steud., *Stipa tenuis* Phil.

PC4NP: gramíneas de ciclo estival de baja y nula importancia forrajera: *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze, y

PC4P: gramíneas de ciclo estival de importancia forrajera: *Aristida mendocina* Phil., *Arsitida spegazzini* Arechav., *Botriochloa springfieldii* (Gould) Parodi, *Digitaria californica*

(Benth.) Henrard, *Eragrostis lugens* Nees, *Eustachys retusa* (Lag.) Kunth, *Schizachyrium condensatum* (H.B.K) Nees, *Sporobolus cryptandrus* (Torr.) A. Gray

4- RESULTADOS.

4.1- Efectos del arado

La comunidad vegetal tuvo una respuesta diferencial frente a los efectos del arado respecto de la quema y el pastoreo, asociada y fuertemente correlacionada a especies anuales y a una mayor proporción de suelo desnudo (figura N° 8.4.). Previo al arado (septiembre de 2006), el ACP mostró como es de esperar, que no hubo agrupaciones particulares entre los diferentes tratamientos y los grupos funcionales (figura N° 8.4.a). Después de pasados 9 meses del arado (mayo de 2007) se observó una clara agrupación de las parcelas aradas frente a las que no lo fueron, evidenciada en la clara discriminación que hace la CP1 (figura N° 8.4.b).

Las interacciones del arado con la quema y el pastoreo, están también positivamente correlacionados con una alta cobertura de especies anuales y un alto porcentaje de suelo desnudo, y negativamente correlacionadas con altas coberturas de gramíneas C4 palatables y no palatables (figura N° 8.4.b).

El efecto del arado favoreciendo las especies anuales y disminuyendo las perennes C4 persistió hasta 27 meses después del disturbio (figuras N° 8.4.c, d y e). Sin embargo, luego de 3 años del disturbio del arado (diciembre de 2009), la comunidad vegetal cambió su composición y las parcelas aradas ya no fueron discriminados por la CP1, aunque sí por la CP2, como se observó en el muestreo pre-disturbios (figuras N° 8.4 f y a).

4.2- Efectos de la quema

El efecto de la quema sobre la comunidad vegetal fue evidente solo a corto plazo (hasta 15 meses después del disturbio, figuras N° 8.5.b y c). La CP1 del ACP separó las parcelas quemadas del resto, y las asoció de forma positiva con suelo desnudo y negativamente con la cobertura de gramíneas perennes C4 (palatables y no palatables), con el mantillo; y en menor medida con gramíneas C3 (palatables y no palatables) (figura

Nº 8.5). Este efecto se dio de esta forma debido a la remoción de la biomasa y del mantillo por causa de la quema. En la figura Nº 8.5 se excluyen del análisis las parcelas que recibieron el disturbio del arado para mostrar más claramente el efecto de la quema y su interacción con el pastoreo sobre la comunidad vegetal.

Los grupos funcionales de gramíneas perennes C4 y C3, tanto palatables como no palatables, recobraron su cobertura hacia el final del muestreo (27 meses post-disturbio) (figura Nº 8.5 e). Por otro lado el grupo de especies anuales, inicialmente favorecido, disminuyó su cobertura y prácticamente desapareció. Finalmente, el análisis de la interacción de la quema con el pastoreo muestra que la cobertura de las gramíneas perennes palatables (tanto C3 como C4) fue afectada de forma negativa en mayor medida que cuándo se consideró estos dos disturbios por separado.

4.3- Efectos del pastoreo

Para identificar los efectos individuales del pastoreo se quitaron del análisis los tratamientos que incluyen arado y quema debido a la fuerte influencia de estos dos sobre los efectos del pastoreo (figura Nº 8.6)). El pastoreo fue el disturbio que menos cambios produjo en cuanto a la distribución y proporción de los grupos funcionales analizados para este pastizal; es así que las coberturas de los diferentes grupos funcionales durante los dos primeros años no mostraron diferencias entre las parcelas pastoreadas y las clausuradas. Solo luego de 27 meses (figura Nº 8.6.e y f)) comenzaron a aparecer algunos efectos del pastoreo relacionados con la disminución de la cobertura de las especies palatables C3 y C4. De este modo, es hasta la fecha 4 de muestreo que ninguna de las componentes principales del análisis multivariado discriminó el grupo de las parcelas pastoreadas de las no-pastoreadas por su similitud en cuanto a las coberturas de los distintos grupos funcionales evaluados. En la fecha 5 de muestreo (27 meses), la componente 2 (CP2) comenzó a discriminar el grupo de las parcelas bajo pastoreo de las clausuradas y un año después (fecha 6) lo hizo la componente principal (CP1) (figura Nº 8.6) al correlacionar las parcelas pastoreadas con una alta proporción de suelo desnudo y en menor medida el grupo funcional de las anuales, mientras que las parcelas clausuradas se correlacionaron más con una mayor cobertura de los grupos funcionales de especies perennes.

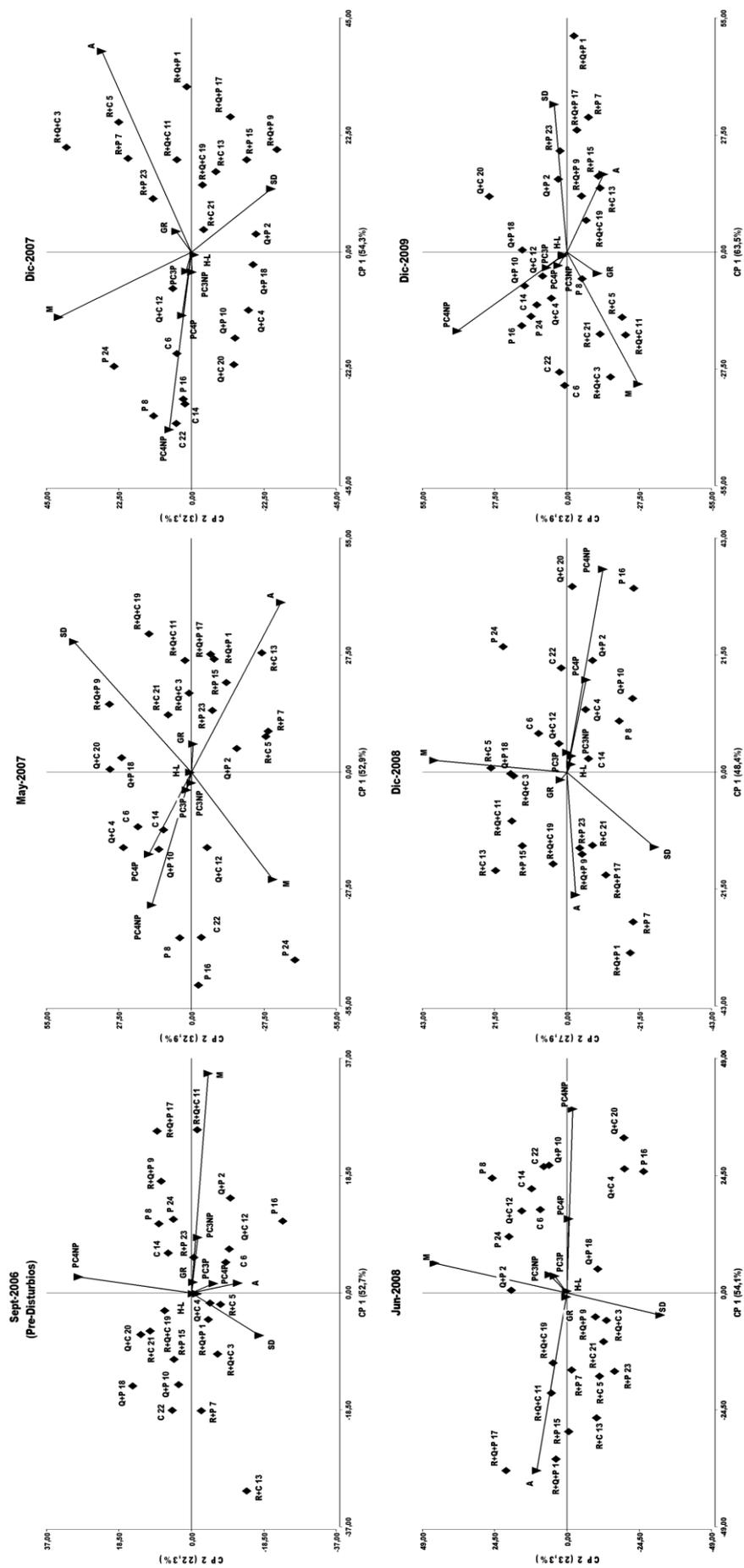


Figura Nº 8.4: Biplots obtenidos del ACP mostrando la relación de cada tratamiento con los grupos funcionales para cada fecha de muestreo, teniendo en cuenta todos los tratamientos. Referencias: C: clausura, P: pastoreo, Q: quema, Ra: Rastra, M: mantillo, SD: suelo desnudo, A: Especies Anuales, GR: Gramíneas perennes con presencia de rizomas y/o estolones, H-L: Herbáceas perennes semileñosas y Leñosas, PC3NP: Pastos C3 No Preferidos. PC4NP: Pastos C4 No Preferidos v PC4P: Pastos C4 Preferidos.

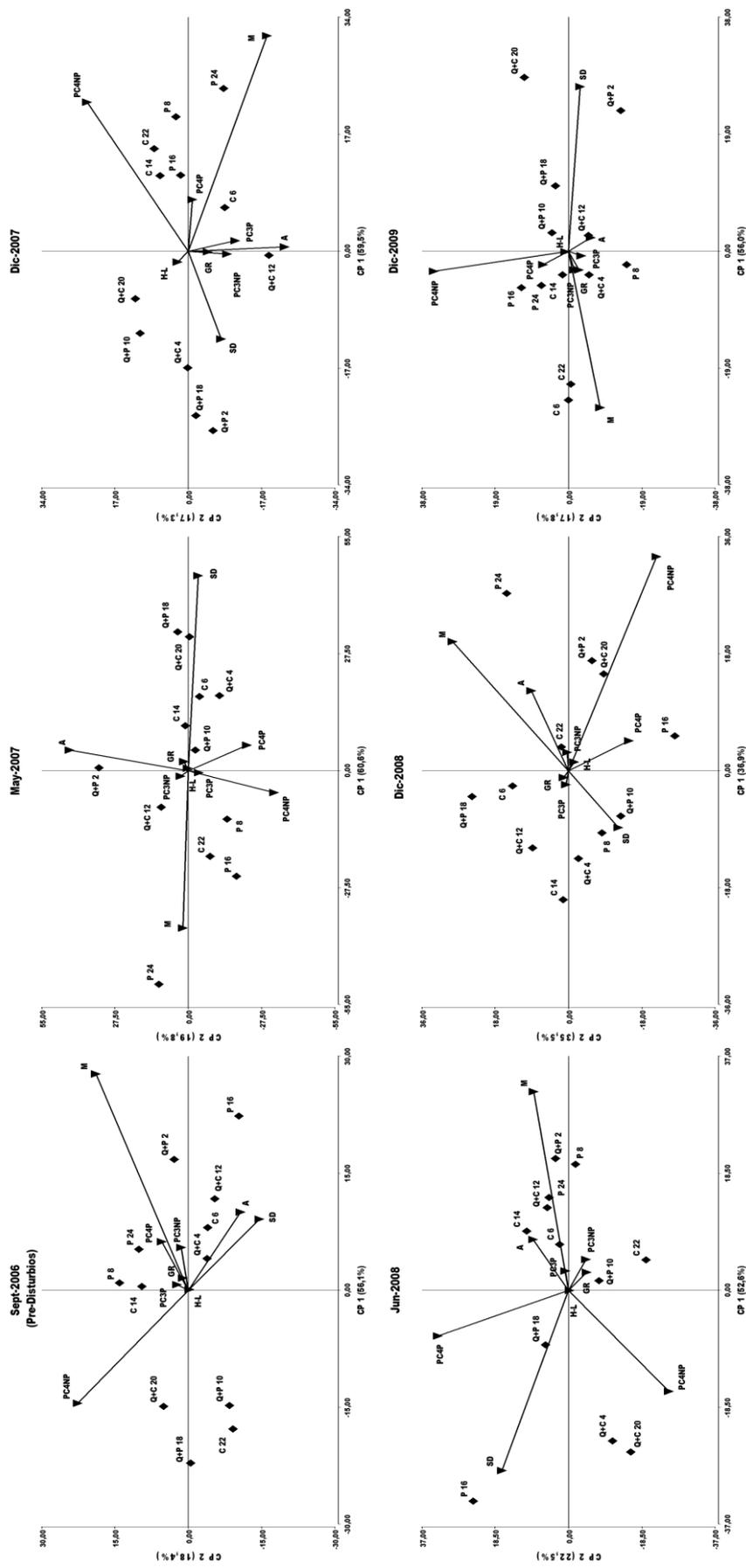


Figura Nº 8.5: Biplots obtenidos del ACP mostrando la relación de cada tratamiento con los grupos funcionales para cada fecha de muestreo sin los tratamientos de arado. Referencias: C: clausura, P: pastoreo, Q: quema, Rastra: arado, M: mantillo, SD: suelo desnudo, A: Especies Anuales, GR: Gramíneas perennes con presencia de rizomas y/o estolones, H-L: Herbáceas perennes semileñosas y Leñosas, PC3NP: Pastos C3 No Preferidos, PC3P: Pastos C3 Preferidos, PC4NP: Pastos C4 No Preferidos y PC4P: Pastos C4 Preferidos.

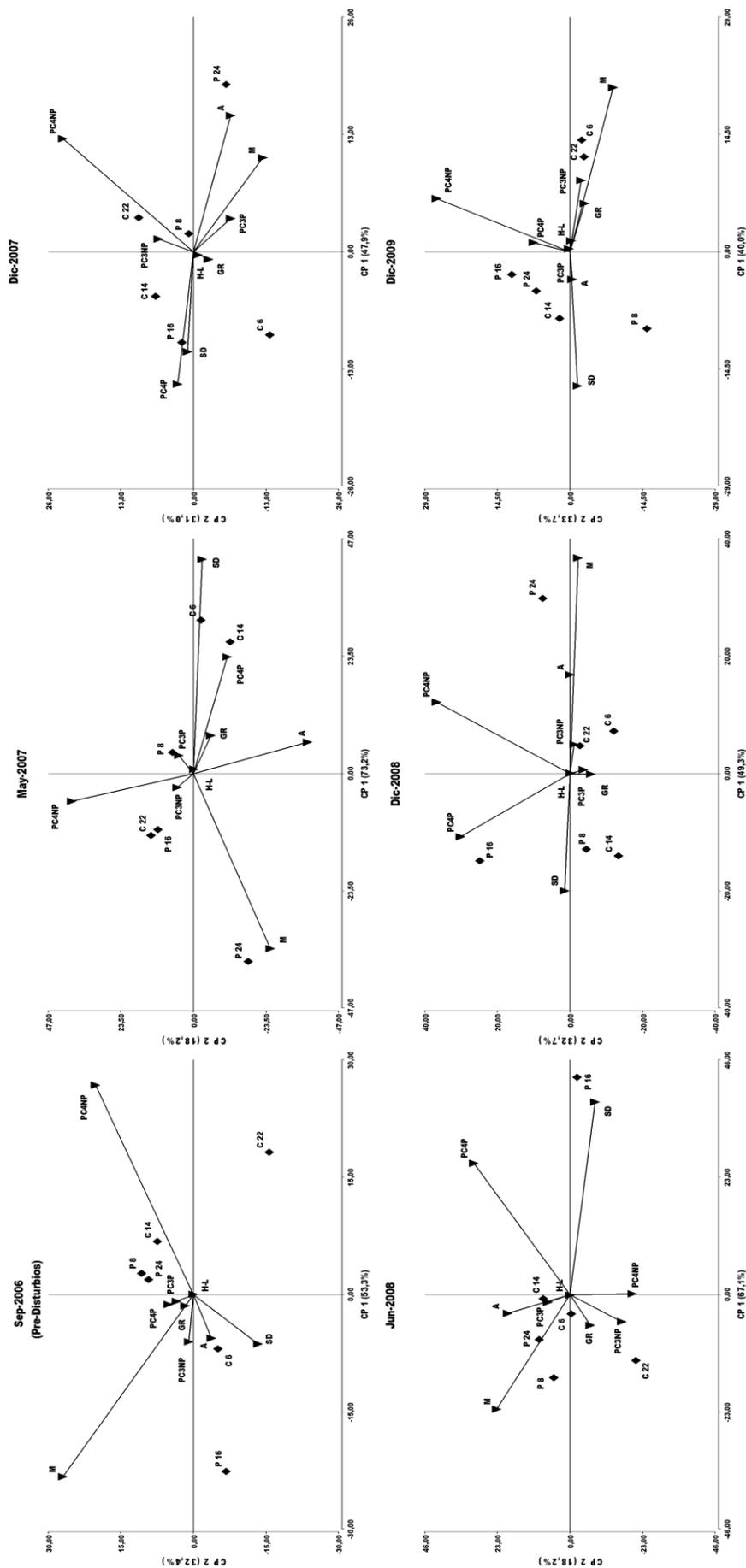


Figura Nº 8.6: Biplots obtenidos del ACP mostrando la relación de cada tratamiento con los grupos funcionales para cada fecha de muestreo si los tratamientos de arado y quema. Referencias: C: clausura, P: pastoreo, Q: quema, Rastra: arado, M: mantillo, SD: suelo desnudo, A: Especies Anuales, GR: Gramíneas perennes con presencia de rizomas y/o estolones, H-L: Herbáceas perennes semileñosas y Leñosas, PC3NP: Pastos C3 No Preferidos, PC3P: Pastos C3 Preferidos, PC4NP: Pastos C4 No Preferidos y PC4P: Pastos C4 Preferidos.

5- DISCUSION Y CONCLUSIONES.

La respuesta de este pastizal vario de forma diferencial en cuanto a resiliencia y resistencia frente a los disturbios propuestos, siendo el arado el que provocó mayores cambios a la comunidad vegetal, seguido de la quema, aunque solo al corto plazo y finalmente el pastoreo con cambios de menor impacto hacia el final del estudio (cuadro N° 8.1). La resiliencia de la comunidad vegetal fue baja frente al arado pero alta en el caso de la quema. Por otro lado, este pastizal fue relativamente resistente al pastoreo, pero no-resistente al arado y fuego (cuadro N° 8.1). En consecuencia, es necesario tener en cuenta que el efecto de este tipo de disturbios dependerá de su intensidad y frecuencia, impactando en mayor medida cuanto mayor es la remoción de la cobertura vegetal y la roturación del suelo (magnitud del disturbio), y menor el tiempo para la recuperación del sistema, por lo que el sistema podrá tomar diferentes caminos hacia un estado estable que no necesariamente será el anterior a la ocurrencia del disturbio (Gunderson, 2000; Carpenter et al., 2001).

Cuadro N°8.1: Respuesta del pastizal en términos de resiliencia y resistencia para los disturbios aplicados.

Disturbio	Resiliencia	Resistencia
Clausura	Control	Control
Pastoreo	Baja	Alta
Quema + Clausura	Alta	Baja
Quema + Pastoreo	Alta	Baja
Arado + Clausura	Baja	Baja
Arado + Pastoreo	Baja	Baja
Arado + Quema + Clausura	Baja	Baja
Arado + Quema + Pastoreo	Baja	Baja

Los resultados de este trabajo indican que diferentes disturbios aplicados sobre la misma comunidad vegetal dan lugar a diversos estados del pastizal, la cual es una propiedad importante de los pastizales (Westoby, 1979/80). Luego de un período de tiempo (2-3 años), los estados resultantes del efecto de la quema volvieron a su estado inicial mostrando una alta resiliencia. Por el contrario los estados del pastizal a consecuencia del arado se movieron hacia otro estado diferente al inicial lo que se traduce en unas bajas resistencia y resiliencia. A través del arado se alcanza un nuevo

estado menos productivo que el inicial debido a estar dominado mayormente por especies anuales, el cual es difícil de revertir en el tiempo de acuerdo a lo encontrado por Aguilera et al. (1998). En este último caso, la comunidad vegetal cruzó el umbral ecológico que impide su recuperación, definiendo así su baja capacidad de regresar a su estado inicial frente a la acción de un disturbio que implica la remoción del suelo.

Así cada disturbio o combinación de disturbios afectó diferencialmente a cada grupo funcional. Los cambios producidos por el arado fueron persistentes durante el transcurso del ensayo, mientras que los cambios causados por el fuego fueron transitorios. Por su parte, los cambios producidos por el pastoreo fueron leves y hacia el final del ensayo, por lo que estudios de más largo plazo serían necesarios en este caso. A diferencia de lo que sucede en muchos pastizales del mundo (Sala, 1988; Belsky, 1992; Noy-Meir, 1995), en nuestro pastizal el pastoreo no generó suelo desnudo, probablemente por dos razones: a) la intensidad del disturbio, y b) la dominancia en cobertura de especies no palatables.

6- CONSIDERACIONES FINALES

Los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas son especialmente susceptibles a los disturbios naturales y causados por el hombre, y junto a condiciones ambientales de estrés, son los principales factores desencadenantes de procesos de degradación de los recursos naturales (Toledo et al., 1989; Kassas et al., 1991; Dowton, 1993; López Bermúdez, 1993; Grime, 2001). Los disturbios promueven en general una disminución de la cobertura vegetal, frecuentemente acompañada por una pérdida en la productividad primaria, y modifican las propiedades del suelo (contenido de materia orgánica, retención de agua, pérdida de estructura, compactación, etc; esto sumado a las precipitaciones escasas y variables características de las regiones áridas, hacen que los procesos de recuperación del ecosistema sean lentos, difíciles y, muchas veces inviables. Algunos autores incluso afirman que la degradación de las tierras secas es una cuestión de pérdida de resiliencia (Vogel and Smith, 2002).

En el pastizal pampeano semiárido de San Luis los disturbios más comunes son: 1) el número de ganado bovino por encima de la capacidad de carga del sistema (sobrepastoreo), 2) las quemas tanto prescriptas como accidentales, y 3) el reemplazo del pastizal por cultivos anuales en años climáticamente favorables, y su posterior abandono en años "secos". Todos estos disturbios implican remoción de biomasa

superficial que dejan nichos vacíos para el establecimiento de especies más adaptadas a los disturbios (ejem. r-estrategas), cambiando la composición y estructura de la comunidad vegetal (Huston, 1979; Pickett y White, 1985; Grime, 2001). Además, como los suelos son de textura gruesa, una vez removida la cobertura vegetal comienzan a manifestarse procesos de erosión eólica (Collado et al., 2002). De este modo, alteraciones relacionadas con actividades humanas como la ganadería bovina, el uso del fuego y la labranza y abandono como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola han configurado en gran parte el paisaje actual de la región semiárida de San Luis (DeMaria et. al, 2008).

El conocimiento adquirido en este trabajo sobre la respuesta del pastizal a los disturbios puede servir de insumo para diseñar y prescribir normas de manejo en estos pastizales. De este modo, es importante adecuar las prácticas de manejo considerando, entre otras cosas, la resistencia y resiliencia del pastizal, y los efectos de los disturbios sobre la diversidad de especies y grupos funcionales que aquí se presentan. Asimismo, es necesario continuar con estudios de este tipo, pero considerando otros estados del pastizal, con el objetivo de ampliar las bases del conocimiento que permitan sustentar un manejo que compatibilice las necesidades de los productores del lugar (interés privado) con las necesidades de preservación de las funciones ecosistémicas (interés público).

7- BIBLIOGRAFIA

Aguilera, M. O., D. F. Steinaker, M. R. DeMaria y A. O. Ávila. 1998. Estados y transiciones de los pastizales de *Sorghastrum pellitum* del área medanosa central de San Luis, Argentina. *Ecotrópicos* 11(2):107-120

Anderson, D. L., J. A. del Águila, y A.E. Bernardon. 1970. Las Formaciones Vegetales de la Provincia de San Luis. *RIA (INTA)*. 7:153-183

Baer, S. G., J. M. Blair, S. L. Collins y A. K. Knapp. 2004. Plant community responses to resource availability and heterogeneity during restoration. *Oecologia* 139:617– 629.

Belsky, A. J. 1992. Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. *Journal of Vegetation Science* 3:187–200

Bergeron, Y., P. J. H. Richard, C. Carcaillet, S. Gauthier, M. Flannigan, y Y.T. Prairie. 1998. Variability in fire frequency and forest composition in Canada's southeastern boreal forest: a challenge for sustainable forest management. *Conservation Ecology*. Publicado en internet, disponible en URL: <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art6/>

Bond, W. J., F. I. Woodward y G. F. Midgley. 2005. The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New Phytologist* 165:525–538.

Carpenter S. R., B. Walker, J. M. Anderies y N. Abel. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* 4: 765–81.

Clarke, P. J. 2003. Composition of grazed and cleared temperate grassy woodlands in eastern Australia: patterns in space and inferences in time. *Journal of Vegetation Science* 14:5–14.

Clements, F. E. 1928. *Plant Succession and Indicators*. Reprinted 1963, Hafner Publishing Company, New York. 453 pp.

Clements, F. E. 1936. Nature and structure of the climax. *Journal of Ecology* 24:552-584.

Coffin, D. P. y W. K. Lauenroth. 1994. Successional dynamics of a semiarid grassland: effects of soil texture and disturbance size. *Vegetatio* 110:67–82

Collado, A. D., E. Chuvieco y A. Camarasa. 2002. Satellite remote sensing analysis to monitor desertification processes in the crop-rangeland boundary of Argentina. *Journal of Arid Environments* 52: 121-133.

Cropp, R. y A. Gabric. 2002. Ecosystem adaptation: do ecosystems maximize resilience? *Ecology* 83:2019-2026.

Daubenmire, R.F. 1959. A canopy coverage method. *Northwest Science* 33: 43-64.

de Bello, F., J. Leps y M. T. Sebastiá. 2006. Variations in species and functional plant diversity along climatic and grazing gradients. *Ecography* 29:801–810.

Demaría, M. R., I. Aguado Suarez y D. F. Steinaker. 2008. Reemplazo y fragmentación de pastizales pampeanos semiáridos en San Luis, Argentina. *Ecología Austral* 18: 55-70.

Dorrough, J., J. Ash y S. McIntyre. 2004. Plant responses to livestock grazing frequency in an Australian temperate grassland. *Ecography* 27:798–810.

Dowton, P. F. 1993. Urban impact on ecological sustainability in arid lands: The South Australian Experience. *Arid Lands Newsletter*. 33:20-25.

Dyksterhuis, E. J., 1949. Condition and management of range land base on quantitative ecology. *Journal of Range Management*. 2:104-115.

Grime, J. P. 2001. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. 2nd. ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK.

Gunderson, L. H. 2000. Ecological resilience: in theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31:425–39.

Hobbs, R. J. y L. F. Huenneke. 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6:324–337.

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. En *Annual Reviews. Ecol. Syst.* 1973.4:1-23.

Hotelling, H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*. 24:498-520.

Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist* 113:81–101.

Kassas, M., Y.J. Ahmed y B. Rozanov. 1991. Desertification and drought: an ecological and economic analysis. *Desertification Control Bulletin* 20:19–29.

Klimešová, J., V. Latzel, F. de Bello Y J. m. van Groenendael. 2008. Plant functional traits in studies of vegetation changes in response to grazing and mowing: towards a use of more specific traits. *Preslia* 80: 245–253.

Kunst, C. 1993. *Fuegos Prescritos: Consideraciones Técnicas y Prácticas para su Investigación e Implementación*. Memoria Taller Ecología de Fuego en Ecosistemas Naturales y Modificados. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación, Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero. Argentina, pp. 24-40.

Landsberg, J., S. Lavorel y J. Stol. 1999. Grazing response groups among understorey plants in arid rangelands. *Journal of Vegetation Science* 10:683–696.

Lavorel, S., J. Lepart, M. Debussche, J. D. Lebreton y J. L. Beffy. 1994a. Small scale disturbances and the maintenance of species diversity in Mediterranean old fields. *Oikos* 70:455–473.

Lavorel, S., R. V. O. O'Neill y R. H. Gardner. 1994b. Spatiotemporal dispersal strategies and annual plant species coexistence in a structured landscape. *Oikos* 71:75–88.

Lepš, J., J. Osbornová y M. Rejmánek. 1982. Community stability, complexity and species life-history strategies. *Vegetatio* 50: 53-63.

Li, J., W. A. Loneragan, J. A. Duggin y C. D. Grant. 2004. Issues affecting the measurement of disturbance response patterns in herbaceous vegetation—A test of the intermediate disturbance hypothesis. *Plant Ecology* 172:11–26.

Li, J., J. A. Duggin, W. A. Loneragan y C. D. Grant. 2007. Grassland responses to multiple disturbances on the New England Tablelands in NSW, Australia. *Plant Ecology* 193:39-57.

Liu, Y., Q. Pan, H. Liu, Y. Bai, M. Simmons, K. Dittert y X. Han. 2010. Plant responses following grazing removal at different stocking rates in an Inner Mongolia grassland ecosystem. *Plant and Soil*. Springer Netherlands. 1-15, Disponible en internet en <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-010-0458-3>.

López Bermúdez, F. 1996. La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos. Causas y consecuencias. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*, La-santa Martínez, T. & García-Fuiz, J.M. (Eds.), Instituto de Estudios Riojanos. Sociedad Española de Geomorfología. pp. 51-72.

McIntyre, S., S. Lavorel y P. M. Tremont. 1995. Plant life history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 83:31–44.

Mooney, H. A. y M. Godron. 1983. *Disturbance and ecosystems: components of response*. Springer-Verlag, Berlin

Noy-Meir, I. 1995. Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science* 6:701–710.

Paruelo, J. M., E. G. Jobbagy, O. E. Sala, W. K. Lauenroth y I. C. Burke. 1998. Functional and structural convergence of temperate grassland and shrubland ecosystems. *Ecological Applications* 8:194-206.

Peña Zubiarte, C. A., D. L. Anderson, M. A. Demmi, J. L. Saenz y A. d'Hiriart. 1998. Carta de Suelos y Vegetación de la provincia de San Luis. INTA. Gobierno de la Provincia de San Luis.

Peterson, G., C. R. Allen y C. S. Holling. 1998. Ecosystem Resilience, Biodiversity, and Scale. *Ecosystems* 1:6-18.

Pickett, S. T. A. y P. S. White. 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic press, USA, 472 pp.

Pimm, S. 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307:321-326.

Reice, S. R. 1994. Non-equilibrium determinants of biological community structure. *American Scientist* 82:424-435.

Sala, O. E. 1988. The effect of herbivory on vegetation structure. En: Plant form and vegetation structure. M. J. A. Werger, P. J. M. van der Aart, H. J. During y J. T. A. Verhoeven (eds). The Hague: SPB Academic Publishing. pp. 317-330.

Sousa, W. P. 1984. The role of the disturbance in natural communities. *Annual review of ecology and systematic*. 15:353-391.

Toledo, V. M., J. Carabias, C. Toledo y González Pacheco. 1989. La producción rural en México: Alternativas ecológicas. UNAM / Fundación Universo Veintiuno, México.

Vogel, C. H. y Smith, J. 2002. Building social resilience in arid ecosystems. En *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* (eds. Reynolds, J. F. y Stafford Smith, M.), Dahlem University Press, Berlin pp. 149-166

Walker, B. H. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology* 6:18-23.

Westoby, M. 1979/80. Elements of a theory of vegetation dynamics in arid rangelands. *Israel Journal of Botany* 28:169–94.

White, P. S. 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. *Botanical Review* 45:229–299.

Wu, J. y O. L. Loucks. 1995. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology. *The quarterly review of biology* 70(4):439-465.

CAPÍTULO 9

CONTROL DE LA TEMPERATURA Y PRECITACIONES SOBRE LA FENOLOGÍA DE GRAMINEAS NATIVAS, EN UNA VENTANA TEMPORAL DE 35 AÑOS.

Chichahuala, M. S.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

1- INTRODUCCIÓN	187
2- RESULTADOS.....	191
2.1- Fenología	191
2.2- Respuesta individual de las especies y el clima.....	192
3- DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	196
4- CONSIDERACIONES GENERALES.....	198
5- BIBLIOGRAFÍA CITADA	200

1- INTRODUCCIÓN

El cambio climático puede deberse tanto a la variabilidad natural del clima como a la actividad humana, lo cierto es que la temperatura global se ha incrementado 0.7 °C durante el siglo pasado, y se predice un incremento entre 1.1 y 6.4 °C para este siglo dependiendo de los escenarios socio-económico considerados y de la emisión de gases de efecto invernadero resultante (IPCC 2011).

Los impactos del cambio climático pueden ser examinados en muchos sistemas físicos y biológicos, en particular en los sistemas terrestres. La fenología es uno de los indicadores más utilizados para evaluar el impacto de cambios en el clima sobre los ecosistemas vegetales, debido a su alta resolución temporal, facilidad de observación y evaluación (Jackson *et al.* 1966, Badeck *et al.* 2004, Menzel *et al.* 2006). Es esperable que el cambio climático a mediano plazo altere la estacionalidad de los fenómenos

biológicos como el crecimiento, rebrote, floración de las plantas etc, los cuales están fuertemente determinados por los factores ambientales (Khanduri 2008).

En ecosistemas áridos y semiáridos templados la temperatura y las precipitaciones son los principales controladores de la fenología, modificando los eventos fenológicos entre años. Los estudios de largo plazo son fundamentales para evaluar las respuestas fenológicas al cambio climático (Hughes 2000, Parmesan y Yohe 2003, Menzel *et al.* 2006, Yu *et al.* 2010, Aldridge *et al.* 2011). Sin embargo, este tipo de investigaciones son particularmente escasas en otros ecosistemas como lo pastizales semiáridos (Lesica y Kittelson 2010).

Dentro del territorio argentino, San Luis es la provincia que concentra la mayor cantidad de pastizales naturales con 13.000 km², estos representan el 80% de los recursos forrajero de la provincia (Rosa *et al.* 2005). Dentro de estos, son especialmente interesantes los pastizales donde coexisten gramíneas con vías metabólicas diferentes, como plantas C₃ y C₄, en las cuales el primer compuesto de asimilación fotosintética es respectivamente una molécula de 3 o 4 carbonos. La coexistencia de estos dos grupos funcionales (C₃ y C₄) dentro de una comunidad puede ser explicada (al menos parcialmente), por la separación temporal de sus nichos ecológicos (Paruelo y Laurenroth 1996, Shuli *et al.* 2008). En este tipo de comunidades vegetales, como son los pastizales mixtos de la región semiárida-central argentina, pequeñas diferencias entre especies en sus respuestas al clima pueden afectar las relaciones competitivas, y al mediano o largo plazo, cambiar la composición de la comunidad (Fitter y Fitter 2002).

En este trabajo se examinó los cambios fenológicos ocurridos durante más de tres décadas en gramíneas C₃ y C₄, comparando relevamientos fenológicos existentes (1976-1986) y actuales (2008 a 2010) obtenidos *in situ* sobre el mismo lugar de estudio (bosque de *Prosopis caldenia*). El principal objetivo fue evaluar cómo se relacionan los cambios fenológicos con cambios en las precipitaciones y la temperatura. Conocer los principales controles climáticos sobre la fenología de especies claves de una comunidad es fundamental para predecir las respuestas a nivel ecosistémico (Price y Waser 1998). A escala predial preguntas como ¿De qué forma se encuentran asociadas las distintas fases reproductivas a las precipitaciones? ¿Cómo afecta el cambio de temperatura a la estacionalidad del ciclo reproductivo? ¿Una primavera seca y calurosa afecta más a las gramíneas C₃ que a las C₄? etc. ayudarán a mejorar el manejo ganadero de los pastizales.

El área de estudio se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Villa Mercedes, San Luis (S 33° 40' 02" - O 65° 23' 12"), en un área de bosque de Caldén (*Prosopis caldenia*), dentro del predio de la Estación Agropecuaria del INTA San Luis. El estrato arbóreo se encuentra dominado por *P. caldenia* y presenta un estrato gramíneo mixto dominado por pastos perennes C₃ (*Stipa eriostachya*, *Stipa tenuissima*, *Piptochaetium napostaense*, *Poa ligularis*), C₄ (*Digitaria californica*, *Setaria leiantha*, *Eustachys retusa*, *Schizachyrium condensatum*, *Setaria leucopila*, *Pappophorum pappipherum*), y latifoliadas anuales (*Heteroteca latifolia*, *Chenopodium spp.*). La temperatura media anual del sitio es de 15.8 °C y la precipitación anual de la zona es de 669 mm con un coeficiente de variación interanual del 21%, siendo el invierno la estación más seca y variable del año (74%) y el verano la más lluviosa y menos variable (31%). El suelo es un *Entisol Ustipsamente típico*, con textura arenosa franco gruesa.

Para este estudio se utilizaron registros fenológicos históricos desde 1976 a 1986 y desde el 2008 al 2010, de dos gramíneas de crecimiento otoño-primaveral *Poa ligularis* "pasto poa" y *Piptochaetium napostaense* "flechilla negra" (figura N° 9.1 a y b) las cuales presentan ciclo metabólico C₃ y dos de crecimiento primavero-estival con ciclo C₄ *Eustachys retusa* "pata de gallo" (*ex Cloris retusa*) y *Schizachyrium condensatum* "pasto escoba" (*ex Schizachyrium plumigerum*) (fig. 1 c y d).

Las fenofases evaluadas fueron prefloración, floración, fructificación, diseminación de semillas (fin reproductivo) y el largo del ciclo reproductivo es el número de días transcurridos entre el inicio y fin. El inicio reproductivo se determinó cuando la prefloración encontraba en un 20%, El fin reproductivo se determinó cuando las plantas alcanzaron el 80% de la diseminación mientras que el largo del ciclo reproductivo es la diferencia entre las dos (fin menos inicio). Estas variables se analizaron por separado, y se correlacionaron (*Pearson*) con las variables climáticas temperaturas (mínimas, medias y máximas), y precipitaciones (mensuales, bimensuales y estacionales) para entender como están asociadas estas fases a las variables climáticas. Aquellas correlaciones que habían resultado significativas ($p < 0,05$) fueron analizadas mediante correlaciones por senderos (*Path análisis*), para conocer la contribución real de un grupo de variables independientes.

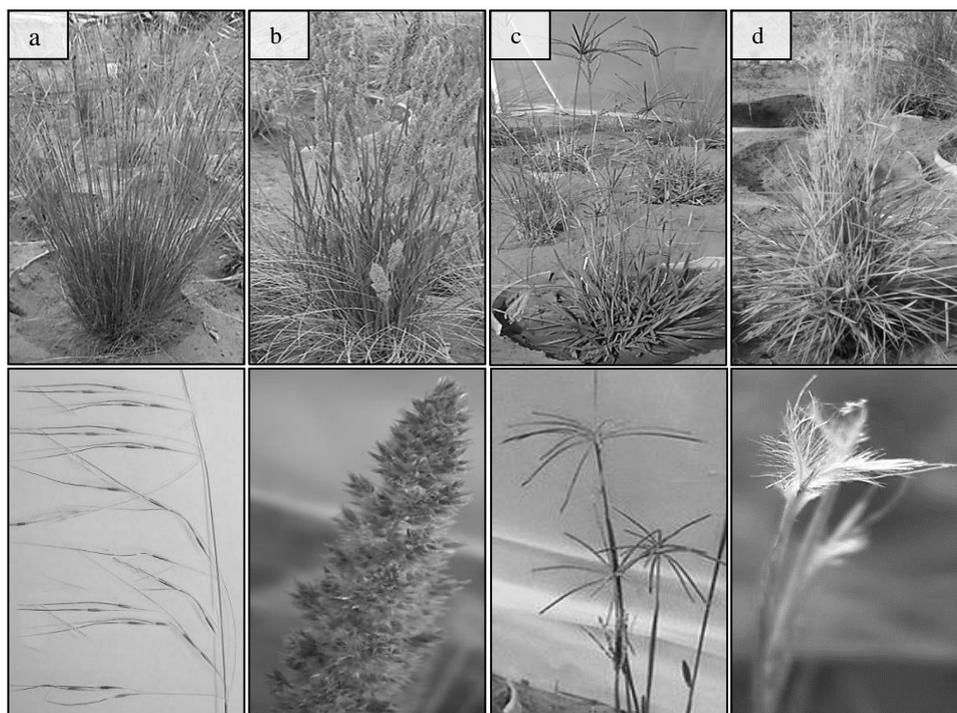


Figura Nº 9.1: Gramíneas C₃ y C₄ con el detalle de sus inflorescencias. a) *Piptochaetium napostaense*; b) *Poa ligularis*; c) *Eustachys retusa*; d) *Schizachyrium condensatum*.

Mediante regresiones lineales se examinaron las tendencias de las variables climáticas y fenológicas durante el período de estudio completo (1976-2010). Por último también se evaluó si ocurrieron cambios fenológicos durante el período de estudio, comparando para cada especie, inicio, fin y largo del ciclo reproductivo entre los períodos 1976-1985 y 2008-2010 (test de t).

Antes de ver los resultados hay que entender que sucedió con las temperaturas y precipitaciones durante el período 1976-2010. La precipitación media anual en el área de estudio aumentó 37,4 mm (p valor=0,59), mientras que la temperatura media anual disminuyó 0,007 °C (p valor=0,99) (figura Nº 9.2.a), Si bien estas tendencias no fueron cambios significativos en estos 35 años, ambos factores se relacionaron negativamente entre sí ($p=0,005$; figura Nº 9.2.b). Este patrón refleja lo sucedido en toda la región en los últimos 40 años (Demaría 2008) y puede ser explicado por el hecho de que la mayor nubosidad de períodos más lluviosos sea acompañada por temperaturas más bajas (Nuñez *et al.* 2008). La fenología (inicio, fin y largo) del ciclo reproductivo se relacionó con las precipitaciones y temperatura, de diferentes maneras para cada una de las cuatro especies estudiadas.

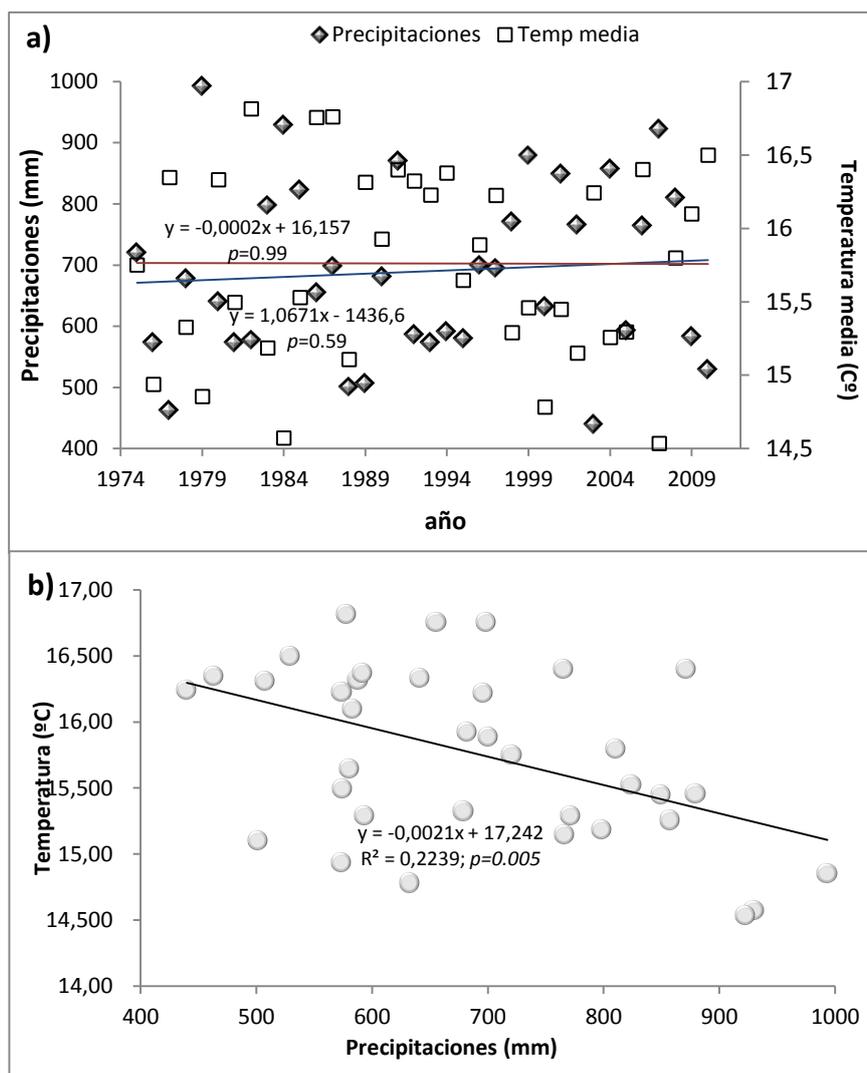


Figura N° 9.2: a) Temperatura y precipitación (media anual, media móvil tomada cada diez años, y tendencias lineales) durante el período 1976 a 2010, para el área de estudio. b) Relación entre la temperatura y precipitación media anual para el mismo periodo.

2- RESULTADOS

2.1- Fenología

Las especies C_3 *P. napostaense* y *P. ligularis* comenzaron su ciclo reproductivo (pre floración) a principios de primavera (mediados de octubre), mientras que las especies C_4 *E. retusa* y *S. condensatum* lo hicieron casi dos meses después, a fines de primavera (mediados de diciembre). A su vez, como el ciclo reproductivo fue más corto en las especies C_3 que en las C_4 (85 vs. 122 días), el final de la reproducción (diseminación de semillas), fue casi cuatro meses anterior en las C_3 (mediados de enero) que en las C_4 (mediados de abril). (figura N° 9.3).

(0.72) es decir que el efecto de las lluvias de octubre principalmente favorecen la reproducción de esta especie.

Poa ligularis

Esta fue la única especie en que el ciclo reproductivo no presentó ninguna correlación con las precipitaciones. El Inicio reproductivo de esta especie se asoció positivamente también con las temperaturas máximas de octubre (0.53). El fin se correlacionó positivamente con las temperaturas mínimas de febrero (0.65) y llamativamente también lo hizo (y en sentido opuesto) con a las mínimas de julio (-0.46). Al analizar estos dos factores climáticos se observa (figura N° 9.5) una alta correlación entre los mismos (-0.63). El largo se encuentra fuertemente asociado al fin del ciclo (0.73), y su única relación climática fue vía indirecta con las mínimas temperaturas de febrero (0.58).

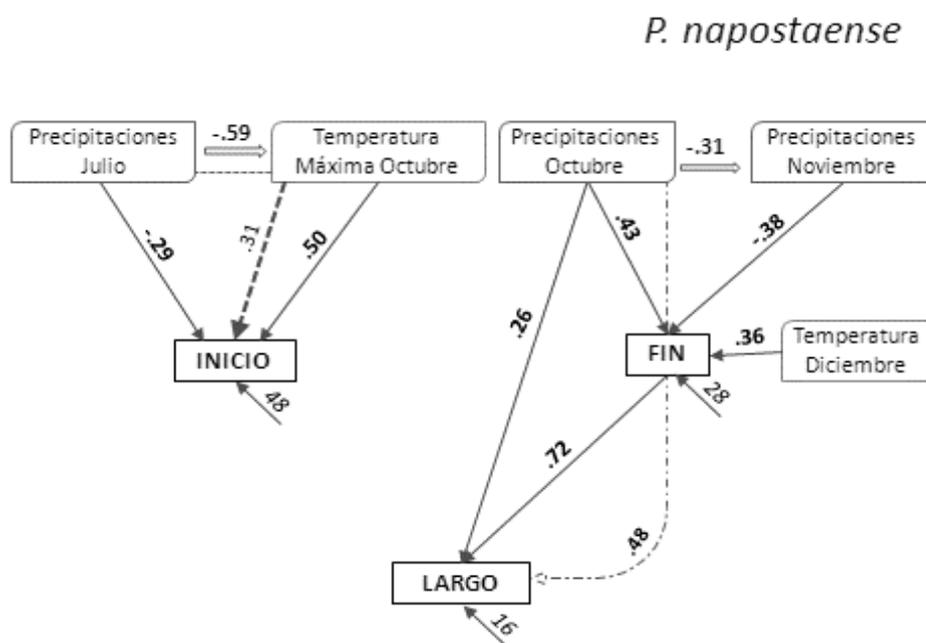


Figura N° 9.4: Relaciones fenológicas para *P. napostaense* mediante senderos. Ref: Flechas llenas y números en negrita indican relaciones directas, flechas punteadas y números sin negrita indican relaciones indirectas. Flechas dobles indican correlaciones climáticas. En cursiva la residualidad del modelo (E) en porcentaje.

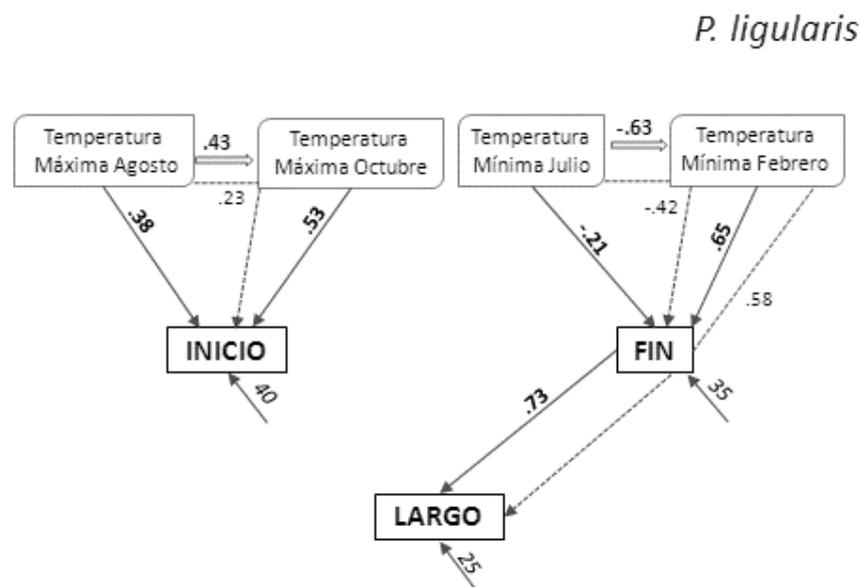


Figura Nº 9.5: Relaciones fenológicas para *P. ligularis* mediante senderos. Ref: Flechas llenas y números en negrita indican relaciones directas, flechas punteadas y números sin negrita indican relaciones indirectas. Flechas dobles indican correlaciones climáticas. En cursiva la residualidad del modelo (E) en porcentaje.

Eustachys retusa

Las lluvias de junio (-0.50) y las temperaturas mínimas de septiembre (-0.42) explicaron muy bien el inicio del ciclo reproductivo. Mientras que las temperaturas mínimas de enero controlan bien la finalización reproductiva (0.65). *E. retusa* fue la única especie en la cual el largo del ciclo reproductivo estuvo determinado por el fin (0.67) y por el inicio (-0.58, figura Nº 9.6). El resto de las correlaciones con temperaturas y las precipitaciones, muy débiles y por vía fue del 100% (E=0).

Schizachyrium condensatum

Esta fue la única especie que el inicio del ciclo reproductivo no estuvo asociado con las precipitaciones, pero sí con las temperaturas mínimas de octubre y noviembre (-0.54 y -0.51 respectivamente).

El fin del ciclo reproductivo solo estuvo determinado por las lluvias de enero (0.59), lo que lleva a que solo el 34% pueda ser explicado mediante este modelo (figura Nº 9.7). Si bien el largo del ciclo reproductivo está en gran medida determinado por el fin (0.80), también está relacionado en forma directa a las precipitaciones estivales (0.38).

E. retusa

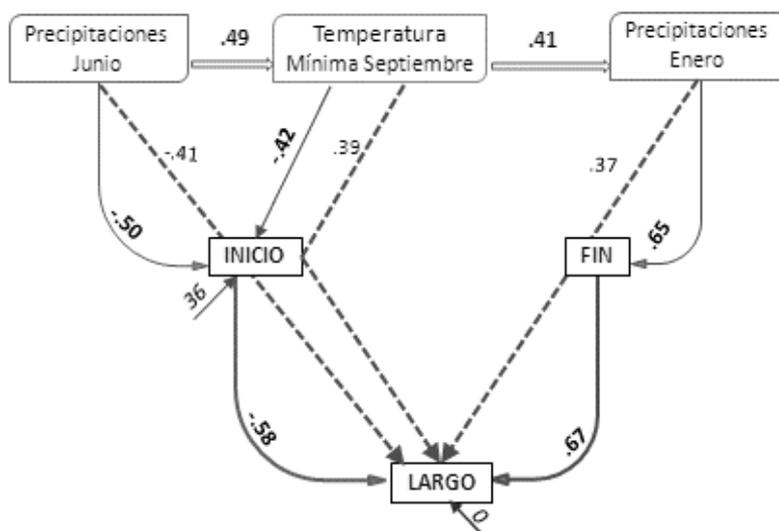


Figura Nº 9.6: Relaciones fenológicas para *E. retusa* mediante senderos. Ref: Flechas llenas y números en negrita indican relaciones directas, flechas punteadas y números sin negrita indican relaciones indirectas. Flechas dobles indican correlaciones climáticas. En cursiva la residualidad del modelo (E) en porcentaje.

S. condensatum

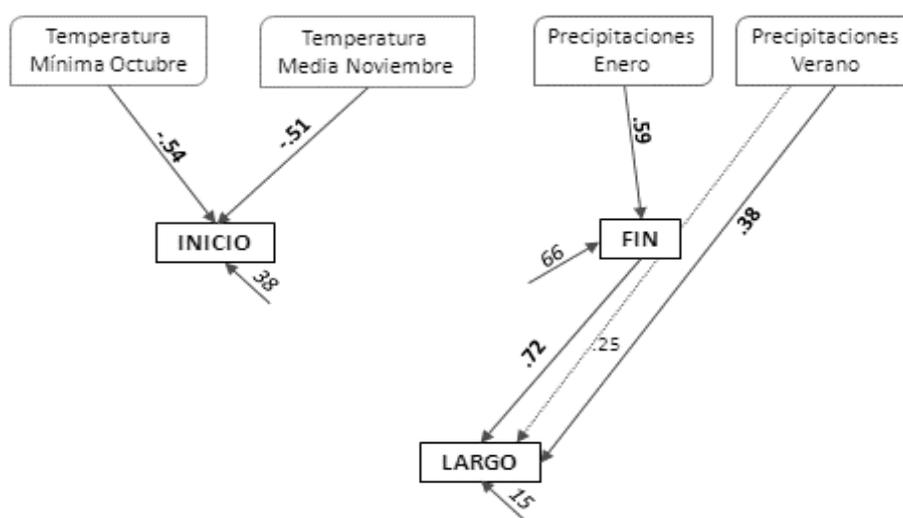


Figura Nº 9.7: Relaciones fenológicas para *S. condensatum* mediante senderos. Ref: Flechas llenas y números en negrita indican relaciones directas, flechas punteadas y números sin negrita indican relaciones indirectas. Flechas dobles indican correlaciones climáticas. En cursiva la residualidad del modelo (E) en porcentaje.

3- DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Piptochaetium napostaense

El inicio de esta especie presentó una alta residualidad (lo que no es explicado por el modelo) se infiere que existe otros factores externos durante el mes de octubre (posiblemente el fotoperiodo), los cuales serían poco variables entre años, que en combinación con las precipitaciones de julio, adelantan o atrasan el inicio floral durante el mes de octubre. Esto dos factores climáticos a su vez están correlacionados estrechamente entre sí (0.59; $p < 0.001$), indicando que a julios lluviosos o más húmedos que la media, lo siguen octubres más fríos (figura N° 9.4). En el año 1985 por ejemplo, las lluvias del mes de julio fueron extremadamente altas (188 mm vs. 17 mm de media), y el inicio de la floración sucedió 16 días antes, mientras que años en los que no se registraron lluvias en julio como en 1976 y 1980, las estructuras florales se formaron 15 días más tarde que el promedio o cuando la máxima de octubre fue muy elevada (p. ej. +3 °C, año 1977 y 2009) el inicio del ciclo reproductivo se atrasó 15 días.

La diferencia en sentido con las precipitaciones de octubre (0.43) y noviembre (-0.38) sobre el fin de esta especie junto con la correlación entre estos dos meses (-0.31; $p = 0.03$) indicaría que las aumentos en las precipitaciones durante el comienzo floral retrasan la finalización, posiblemente aumentando el número de estructuras reproductivas, mientras que en noviembre las plantas están en fructificación acelerando la formación de semillas y por consiguiente la diseminación (figura N° 9.4). En el ciclo 08-09, donde en el mes de octubre llovió 62% menos que el promedio, el ciclo reproductivo concluyó 7 días antes, y el largo total de la etapa se acortó 22 días.

En el año 1979 la temperatura media de diciembre fue 2 °C menor a la media, el final se adelantó 24 días y el largo de la etapa reproductiva se acortó 8 días, mientras que en el año 1982 donde las temperaturas medias de diciembre fueron más elevadas, estas dos fases se retrasaron y se extendió 18 y 20 días (fin y largo respectivamente).

Poa ligularis

Esta especie fue la única que presentó un atraso del inicio y fin de su ciclo reproductivo de las cuatro especies de este estudio, a través del tiempo (1976-2010), al comparar los dos períodos estudiados (1976-86 y 2008-10). Cabe aclarar que el atraso del ciclo reproductivo no significó cambios en el largo del mismo. Este atraso podría ser explicado por el incremento de las temperaturas máximas de Octubre de 2.8 °C en los últimos 35

años durante el periodo estudiado (figura N° 9.5), cuya variable se relaciona negativamente con el inicio reproductivo. Este atraso en el ciclo reproductivo coincide con el 3 al 10% de los resultados obtenidos en trabajos realizados a mayor escala espacial y temporal (McCarty 2001, Fitter y Fitter 2002), pero se contraponen al rango del 30 al 72 % de las especies evaluadas en otros trabajos en los cuales la floración se adelantó con el aumento de la temperatura (McCarty 2001, Cleland et al. 2006, Khanduri 2008).

Un resultado poco esperado es que el ciclo reproductivo de esta especie no presentó ninguna respuesta a las precipitaciones (figura N° 9.5). El inicio respondió a las temperaturas máximas (agosto y octubre) y el fin con las mínimas (julio y febrero). En 1978 en que la temperatura máxima de agosto fue 3°C menor que la media, el inicio de la floración se adelantó 14 días, mientras que en el 2009 la temperatura máxima fue 4 °C superior que el promedio y el inicio se retrasó 17 días.

Si bien las mínimas que controlan la finalización del ciclo se encuentran muy separadas temporalmente (figura N° 9.5), se correlacionan muy bien (-0.63; $p < 0.001$), por lo que podrían usarse las mínimas de julio para predecir indirectamente a través de las mínimas de febrero la finalización y extensión del ciclo reproductivo. Las mínimas de julio de 2009 estuvieron 4 °C por debajo de la media, y en febrero siguiente (2010) estuvieron 2.4 °C por encima de la media y el fin se atrasó 50 días extendiendo el largo en 32 días.

Eustachys retusa

Las correlaciones encontradas para esta especie demostró en primer lugar, la importancia de las precipitaciones de junio cuando quizás lo más esperado era que las precipitaciones de algún mes de primavera tuviesen mayor efecto sobre el comienzo floral (figura N° 9.6). La alta correlación climática entre los factores que controlan el inicio (0.49) sumado a la correlación entre las mínimas de septiembre y enero (0.41), pueden ser usados en buena medida como predictores de la fase reproductiva de esta especie a la hora de planificar descansos y rotaciones. En 1982 se registraron 26 mm (casi tres veces la media) y las temperaturas mínimas de septiembre fueron 4 °C superiores al promedio. En este caso el inicio de la fenofase reproductiva comenzó 56 días antes, en cambio cuando la mínima de enero de 1983 fue 3 °C más elevada que el promedio de los últimos 48 años, el fin se retrasó 62 días y el largo se incrementó en 118 días.

Schizachyrium condensatum

Fue la única especie en la cual dos patrones bien marcados controlaron las distintas fases reproductivas. Las temperaturas de octubre y noviembre controlaron el inicio y las precipitaciones de enero el final y las estivales el largo reproductivo (figura N° 9.7). Si bien las precipitaciones de enero son parte de las de verano, estas últimas no se correlacionaron con la finalización del período reproductivo, pero si extendieron el largo total del ciclo (figura N° 9.7), indicando la importancia de las precipitaciones acumuladas en esa estación sobre la extensión del ciclo reproductivo. En 1982 por ejemplo, las temperaturas mínimas de octubre y noviembre fueron 2 °C menor que el promedio histórico, y el inicio de la floración se vio retrasada en 33 días respecto a la media. En enero de 1983 llovió 125% más que la media, y el fin del ciclo reproductivo se extendió en 38 días respecto a la media. En el verano de 1979 llovió un 77% más de la media, y esta especie registró un incremento de 68 días en su ciclo reproductivo.

4- CONSIDERACIONES GENERALES

En este estudio se encontró que el ciclo reproductivo de las dos especies C₄ fue más tardío y extenso que el de las especie de C₃. Este desfasaje temporal entre gramíneas C₃ y C₄ coincide con lo observado en pastizales templados de Kansas, EEUU (Craine *et al.* 2011).

Un patrón interesante que puede estar reflejando las diferencias metabólicas que existen entre especies, es que el inicio del ciclo reproductivo de las C₃ se relacionó en forma positiva con las temperaturas de primavera, pero las dos especies C₄ lo hicieron en forma negativa (primaveras “frías” demoran el comienzo reproductivo, y viceversa). Este patrón posiblemente se deba a que las C₄ aumentan considerablemente la tasa fotosintética con altas temperaturas (Shuli *et al.* 2005) quedando más tempranamente fotosintatos disponibles para el inicio de la floración en años con primaveras cálidas.

Un resultado quizás no esperado es que el inicio de la floración estuvo relacionado con las precipitaciones de invierno, y no con las de primavera. En dos especies (*P. ligularis* y *E. retusa*), el inicio del ciclo reproductivo se adelantó en años con inviernos lluviosos y se retrasó con los secos. En otros estudios realizados en el hemisferio norte, las precipitaciones de invierno también actúan como principales controles de la abundancia de gramíneas (Paruelo y Laurenroth 1996, Shuli *et al.* 2008).

En este trabajo las diferencias observadas entre estos dos tipos metabólicos pueden tener consecuencias en un contexto de cambio climático más acentuado para esta

región. Si nos basamos en las predicciones de modelos climáticos, un aumento de las temperaturas de invierno disminuiría la vernalización de las especies aumentando las posibilidades de daños severos por heladas (Yu *et al.* 2010). Debido a que las gramíneas C₃ y C₄ responden diferencialmente a las temperaturas de primavera, un aumento en la temperatura puede adelantar la floración en las C₄ y atrasarla en las C₃, solapando los ciclos reproductivos de ambos grupos funcionales (Shuli *et al.* 2008). Además, aumentos en la temperatura en pastizales mixtos puede favorecer la expansión de las C₄ en detrimento de las C₃ (Epstein 2002, Winslow *et al.* 2003). Este reemplazo de pastos C₃ por C₄ puede tener efectos en la funcionalidad de ecosistemas, como por ejemplo la ocupación de nuevos nichos ecológicos (Shuli *et al.* 2008), el relajamiento de la competencia (Shuli *et al.* 2005), e incluso conducir a alteraciones en los ciclos del agua, del carbono y nitrógeno (Epstein 2002).

Esta falta de respuestas a largo plazo (35 años), en contraposición a las numerosas respuestas fenológicas encontradas a corto plazo puede deberse al alto coeficiente de variación interanual de las precipitaciones entre estaciones (71% invierno, 30% verano) en contraposición a la baja variabilidad interanual total (21%).

Cambios en los momentos que comienza y termina la floración, fructificación, producción y diseminación de semillas implica cambios en la reproducción de la especie y en la funcionalidad del ecosistema (Craine *et al.* 2011). La modificación de estos eventos puede afectar la fenología y ecología de otros organismos relacionados, como por ejemplo hongos, micro y meso fauna (p.ej. nematodos, colémbolos) o aquellos que se alimentan de flores (o partes de ellas) y de semillas (Aizen 2003). Cambios en interacciones mutualistas entre las plantas y sus polinizadores pueden derivar a la extinción de especies, no sólo vegetales, sino a otros organismos con distintos grados de asociación con ellas (Aizen 2007). Si bien este trabajo no evaluó la fenología vegetativa (p.ej. rebrote, reposo), ésta guarda una estrecha relación con la fenología reproductiva (Shuli *et al.* 2005). De este modo, los resultados obtenidos en este trabajo pueden servir de base a la formulación de hipótesis en trabajos que examinen fenología vegetativa, como así también para alimentar modelos dinámicos fenológicos de vegetación.

Si bien algunas correlaciones climáticas entre algunos factores que controlaron las distintas fases son una reciprocidad meramente climática, pueden ser usadas con aceptable probabilidad como predictores de la fecha de inicio y finalización a la hora de programar rotaciones sobre el pastizal con estas especies cuando el objetivo sea por ejemplo, el aumento de cobertura de esa especie.

El mayor conocimiento de las respuestas fenológicas reproductivas de especies claves del pastizal natural a las temperaturas y precipitaciones, aporta herramientas de vital importancia para el manejo, uso y conservación de los mismos. Por ejemplo, un aspecto a tener en cuenta en el manejo ganadero de estos pastizales es que en general los productores desestiman a las lluvias de invierno por su bajo impacto sobre la producción forrajera. Sin embargo, los resultados de este estudio muestran (en algunas especies) que para el inicio de la floración, son más importantes las lluvias de invierno que las de primavera su consideración puede mejorar la planificación del pastoreo y descanso de los potreros para favorecer la floración en la primavera aumentando el éxito reproductivo de nuevas plantas.

5- BIBLIOGRAFÍA CITADA

Aizen M.A. 2003. Influences of animal pollination and seed dispersal on winter flowering in temperate mistletoe. *Ecology*. 84: 2613-2627.

Aizen M.A. 2007. Enfoques en el estudio de la reproducción sexual de las plantas en ambientes alterados: limitaciones y perspectivas. *Ecología Austral*. 17: 7-19.

Aldridge G.D., W. Inouye, J.R.K. Forrest, W.A. Barr y A.J. Miller-Rushing. 2011. Emergence of a mid-season period of low floral resources in a montane meadow ecosystem associated with climate change. *Journal of Ecology* 99: 905-913.

Badeck F.W., A. Bondeau, K. Bottcher, D. Doktor, W. Lucht, J. Schaber y S. Sitch. 2004. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*. 162: 295-309.

Cleland E.E, N.R. Chiariello., S.R. Loarie, H.A. Mooney y C.B. Field. 2006. Diverse responses of phenology to global changes in a grassland ecosystem. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 103: 13740-13744.

Craine M.J., E.M. Wolkovich, E.G. Towne y S.W. Kembel. 2011. Flowering phenology as a functional trait in a tallgrass prairie. *New Phytologist*. 193: 673-682.

Demaría M.R., I. Aguado Suarez y D.F. Steinaker. 2008. Reemplazo y fragmentación pastizales pampeanos semiáridos en San Luis, Argentina. *Ecología Austral*. 18: 55-70.

Epstein H.E., R.A. Gill, J.M. Paruelo, W.K. Lauenroth, G.J. Jia, y I.C. Burke. 2002. The relative abundance of three plant functional types in temperate grasslands and

shrublands of North and South America: Effects of projected climate change. *Journal of Biogeography*. 29: 875-888.

Fitter A.H. y R.S.R. Fitter. 2002. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*. 296: 1689-1691.

Hughes L. 2000. Biological Consequences of Global Warming: Is the Signal Already Apparent? *Trends in Ecology and Evolution*. 15: 56-61.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change*. 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press.

Jackson M.T. 1966. Effects of Microclimate on Spring Flowering Phenology. *Ecology*. 47: 407-415.

Khanduri V.P., C.M. Sharma y S.P. Singh. 2008. The effects of climate change on plant phenology. *Environmentalist*. 28: 143-147.

Lesica P. y P.M. Kittelson. 2010. Precipitation and temperature are associated with advanced flowering phenology in semi-arid grassland. *Journal of Arid Environments*. 74: 1013-1017.

McCarty J.P. 2001. Ecological consequences of climate change. *Conservation Biology*. 15: 320-331.

Menzel A., T.H. Sparks, N. Estrella, E. Koch, A. Aasa, R. Ahas, K. Alm-Kubler, P. Bissolli, O.G. Braslavska, A. Briede, et al. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*. 12: 1969-1976.

Nuñez M.N., H.H. Ciapessoni, A. Rolla, E. Kalnay, y M. Cai. 2008. Impact of land use and precipitation changes on surface temperature trends in Argentina. *Journal of Geophysical Research*. 113: 1-11.

Parmesan C y G.Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*. 421: 37-42.

Paruelo J.M. y W.K Lauenroth. 1996. Relative abundance of plant functional types in grasslands and shrublands of North America. *Ecological Applications*. 6: 1212-1224.

Price M.V. y N.M. Waser. 1998. Effects of experimental warming on plant reproductive phenology in a subalpine meadow. *Ecology*. 79: 1261-1271.

Root, T.J., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig y J.A. Pounds. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*. 421: 57-60.

Rosa E.B., C.A. Bianco, S.E. Mercado y E.G. Scappini. 2005. Poáceas de San Luis: Distribución e importancia económica. *Universidad Nacional de San Luis* 1: 11-150.

Rustad L.E., J.L. Campbell, G.M. Marion, R.J. Norby, M.J. Mitchel, A.E. Hartley, J.H.C. Cornelissen y J. Gurevitch. 2001. A metaanalysis of the response of soil respiration, net nitrogen mineralization, and aboveground plant growth to experimental ecosystem warming. *Oecologia*. 126: 543-62.

Sala O.E., W.J. Parton, W.K. Lauenroth y L.A. Joyce. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology*. 69: 40-45.

Sherry R.A., X. Zhou, S. Gu, J.A. Arnone, D.S. Schimel, P.S. Verburg, L.L. Wallace e Y. Luo. 2007. Divergence of reproductive phenology under climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. 104: 198-202.

Shuli N.; Y. Zhiyou, Z. Yanfang, L. Weixiang, Z. Lei, H. Jianhui y S. Wan. 2005. Photosynthetic responses of C3 and C4 species to seasonal water variability and competition. *Journal of Experimental Botany*. 56: 2867-2876.

Shuli N., W. Liu y S. Wan. 2008. Different growth responses of C3 and C4 grasses to seasonal water and nitrogen regimes and competition in a pot experiment *Journal of Experimental Botany*. 59: 1431-1439.

Winslow J.C., E.R. Hunt Jr. y S.C. Piper. 2003. The influence of seasonal water availability on global C3 versus C4 grassland biomass and its implications for climate change research. *Ecological modeling*. 163: 153-173.

Yu H., E. Luedeling y J. Xu. 2010. Winter and spring warming result in delayed spring phenology on the Tibetan Plateau. *Ecology*. 107: 22151-22156.

CAPÍTULO 10

EL RIEGO PERMITE ESTABILIZAR E INCREMENTAR LOS RENDIMIENTOS.

Saenz, C. A.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA San Luis. Argentina.

<u>1- INTRODUCCIÓN</u>	165
<u>2- AÑO METEOROLÓGICO TÍPICO</u>	166
<u>3- RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES.</u>	168
<u>4- RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS.</u>	168
<u>5- DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO.</u>	170
<u>6- SUPERFICIE BAJO RIEGO EN LA PROVINCIA.</u>	171
<u>7- USO Y MANEJO DEL AGUA EN AGRICULTURA.</u>	172
<u>8- PROGRAMACIÓN DEL RIEGO. BALANCE HÍDRICO.</u>	173
<u>9- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.</u>	176

1- INTRODUCCIÓN

En regiones semiáridas como la nuestra, es prioritario incrementar la eficiencia en el uso del agua en la producción agrícola. Es uno de los aspectos más importantes ante el reto de producir alimentos para una sociedad con mayor demanda de agua para distintos usos.

Gestionar adecuadamente el agua implica abordar problemáticas de captación de lluvia, almacenaje, conservación y eficiencia de uso. Las precipitaciones en regiones semiáridas son muy variables, y no alcanzan para cubrir las demandas de cultivos de alto rendimiento.

Los sistemas de riego permiten incrementar y estabilizar los rendimientos pero requieren gestionar adecuadamente el agua. La combinación de modernos sistemas de riego con

modelos de simulación, permiten seguir el balance hídrico de los cultivos, optimizando el uso del agua de lluvia y reduciendo la lámina de riego a aplicar, con un impacto directo sobre los costos del riego y la eficiencia de uso del agua y la energía.

2- AÑO METEOROLÓGICO TÍPICO

En nuestra región las precipitaciones tienen una variabilidad interanual muy importante por lo que los valores medios no suelen ser suficientes para representar al clima.

El Año Meteorológico Típico (TMY, por sus siglas en inglés) (Hall et al., 1978) es una metodología que se está utilizando desde hace poco tiempo en agronomía para analizar los datos climáticos históricos. Un año meteorológico típico está formado por 12 meses concatenados de años individuales, estadísticamente seleccionados para reproducir las condiciones típicas de la zona.

Para Villa Mercedes se calculó seleccionando como variables climáticas la evapotranspiración de referencia, la precipitación, la temperatura máxima y mínima con datos históricos de 45 años de la Estación Meteorológica "INTA San Luis". En las Tablas 1 y 2 se presentan la evapotranspiración de referencia y las precipitaciones diarias del año meteorológico típico para Villa Mercedes (Dominguez y otros, 2014).

Es una metodología útil que implica utilizar datos climáticos inalterados en los que existe una perfecta correlación entre las variables climáticas diarias, Domínguez et al. (2013) modificaron esta metodología para aplicarla a la programación de riegos.

Tabla N° 10.1: Evapotranspiración de referencia diaria (mm) del año meteorológico típico.

	Ene 1986	Feb 1991	Mar 2005	Abr 2006	May 1986	Jun 2000	Jul 1972	Ago 1994	Sep 1974	Oct 1980	Nov 1983	Dic 1980
1	5,78	6,64	4,18	3,49	2,95	1,54	0,67	2,29	2,53	3,30	4,97	6,64
2	6,69	5,29	4,76	2,89	2,70	1,82	0,83	1,73	2,96	4,00	4,97	6,61
3	5,75	7,07	5,20	3,24	2,37	2,02	1,57	2,54	3,31	4,40	6,26	7,25
4	6,93	4,47	5,70	3,04	2,84	2,05	1,76	2,87	1,59	4,90	6,93	5,54
5	6,67	5,05	3,56	1,67	1,90	1,20	1,53	2,99	0,80	5,25	6,73	7,01
6	7,06	6,03	5,86	2,61	1,68	1,15	1,23	3,16	1,58	4,60	1,56	5,41
7	6,01	5,84	2,61	3,40	2,42	1,81	1,15	0,98	1,54	3,28	5,94	7,43
8	6,57	4,28	3,32	2,55	2,67	2,02	1,56	1,35	2,22	4,74	6,49	7,52
9	7,59	6,30	4,96	3,25	1,80	1,72	1,76	1,97	2,66	5,35	3,23	5,86

10	7,23	3,99	5,08	3,49	2,36	1,56	2,24	2,79	3,22	4,05	5,48	8,43
11	7,52	5,25	4,78	3,55	1,72	1,95	2,24	3,17	3,39	4,73	2,30	6,02
12	4,53	5,93	2,65	3,52	1,78	1,69	1,22	2,17	2,73	5,51	4,34	6,97
13	6,08	2,04	4,40	1,78	1,53	2,28	1,64	1,97	3,30	5,87	4,19	5,43
14	6,50	4,97	5,23	2,10	1,96	1,54	1,47	1,58	3,80	5,91	5,28	6,26
15	6,54	5,94	5,17	2,53	2,03	0,81	1,62	2,07	4,23	6,31	6,33	6,34
16	3,23	5,52	5,07	2,86	1,38	0,82	1,84	2,46	4,50	5,01	5,88	8,11
17	3,39	4,59	3,71	3,02	1,31	0,75	1,65	2,51	3,67	3,63	4,71	6,11
18	5,66	6,11	4,06	2,75	2,14	0,72	1,85	2,45	3,86	3,99	5,67	4,33
19	5,51	5,16	4,56	3,44	1,85	1,20	1,08	1,84	4,24	4,19	6,54	4,34
20	5,94	4,80	4,63	2,57	2,44	1,42	0,79	2,58	4,62	3,27	3,53	5,58
21	7,23	5,89	3,35	2,84	2,49	1,60	1,42	2,54	4,71	3,19	3,90	6,59
22	7,67	5,70	4,01	3,58	2,40	1,75	2,16	1,92	4,69	2,84	6,60	6,98
23	7,68	5,93	4,83	3,88	2,19	1,47	1,90	2,74	4,01	3,03	7,11	7,56
24	5,34	6,66	5,07	3,73	1,60	1,62	2,04	3,03	3,93	3,87	4,80	7,65
25	7,95	6,36	4,82	2,80	2,21	1,64	2,04	2,03	3,35	4,92	6,60	6,00
26	5,60	6,76	4,84	3,95	2,63	1,94	2,55	2,90	4,13	5,36	6,01	6,99
27	2,67	2,87	1,70	3,83	2,37	1,84	2,02	3,22	4,01	5,04	7,22	4,98
28	4,99	4,22	3,55	3,39	1,66	1,62	1,92	3,34	2,95	5,96	6,89	7,22
29	6,08	-	3,39	2,71	1,59	1,54	2,13	1,09	2,99	3,41	7,32	5,50
30	6,15	-	2,62	2,60	2,05	2,25	2,44	1,26	3,45	4,43	5,09	5,89
31	3,80	-	2,99	-	2,40	-	2,12	0,46	-	5,33	-	3,86

Tabla Nº 10.2: Precipitación diaria (mm) del año meteorológico típico.

	Ene 1986	Feb 1991	Mar 2005	Abr 2006	May 1986	Jun 2000	Jul 1972	Ago 1994	Sep 1974	Oct 1980	Nov 1983	Dic 1980
1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	11,8	0	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	17,4	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0,4
5	0	0	0	0,2	0	0	0	0	11	0	0	0
6	0	0	0,2	32,5	0	0	0	0	12,2	0	14	13
7	0	0	34,6	0	0	0	0	0,3	0	0	7,6	0
8	0	1	0	30	0	0	0	21,5	0	0	0	0
9	0	0	0	0	3,4	0	0	0	0	0	0	1,3
10	0	5,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	6,4	0	0	0	0	0	0	0	0,5	9	0
12	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	12	0
13	0	5,3	3,4	2,2	0	0	0	0	0	0	0	16,5
14	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0
16	65	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
17	7,1	0,6	3,8	0	0	0	0	0	0	38,6	16,6	0,7
18	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0

19	0	17,6	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0	0,4
20	0	0	0	0	0	0	13	0	0	19,5	0	0,2
21	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	4,4	6,8	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0
24	0	0	0	0	6,8	0	0	0	15	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8
26	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	3,7	38,3	3,0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,1
28	29	3,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	5,3
29	0,6	-	0	0	0	0	0	0	0	14,7	0	12,8
30	0	-	5,8	0	0	0	0	0	0	0	3,3	0
31	0	-	0,2	-	0	-	0	7,2	-	0	-	36,3

3- RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES.

La provincia de San Luis se divide en siete cuencas principales de drenaje superficial, Ceci & Coronado (1981). Los desagües naturales de estas cuencas son endorreicos a excepción de la cuenca del Desaguadero que esporádicamente desagua al mar a través del río Colorado.

El caudal medio total de los ríos de la provincia es $14,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, con un derrame anual próximo a los 450 hm^3 (FUNIF, 1999). Del caudal evaluado para todo el sistema hidrográfico provincial con posibilidades de agua para riego: los ríos Quinto, Conlara y Quines representan el 68 % del total. El resto de los ríos como Luján, San Francisco y otros arroyos totalizan $4,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (FUNIF, 1999).

Los cauces superficiales son regulados mediante embalses y diques niveladores, la capacidad total de embalse existente se estima en 445 hm^3 , con un índice de captación de 99 %, de acuerdo a datos de San Luis Agua, 2013.

4- RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS.

En cuanto a los recursos hídricos subterráneos, el Gobierno de San Luis realizó estudios a fin de determinar las áreas prioritarias a desarrollar mediante riego con agua subterránea. Concluyendo que de acuerdo a las características del agua subterránea, suelo y clima, es factible desarrollar esta actividad en los sectores que se presentan como: apto y apto con limitaciones menores, en verde en Figura 1 (Ivkovic y otros, 2000).

Como la sobreexplotación del agua subterránea supone una grave amenaza para el medio ambiente, la salud y la seguridad alimentaria (Santos Da Silva, 2007), la provincia ha avanzado en el conocimiento de este recurso mediante el Estudio Hidrogeológico de la Llanura Norte de la Provincia, con el objetivo de conocer el sistema acuífero subterráneo y determinar el grado de sustentabilidad de su actual explotación. Se desarrolló y calibró un modelo matemático que permitió determinar su funcionamiento (Bucich y otros, 2009).

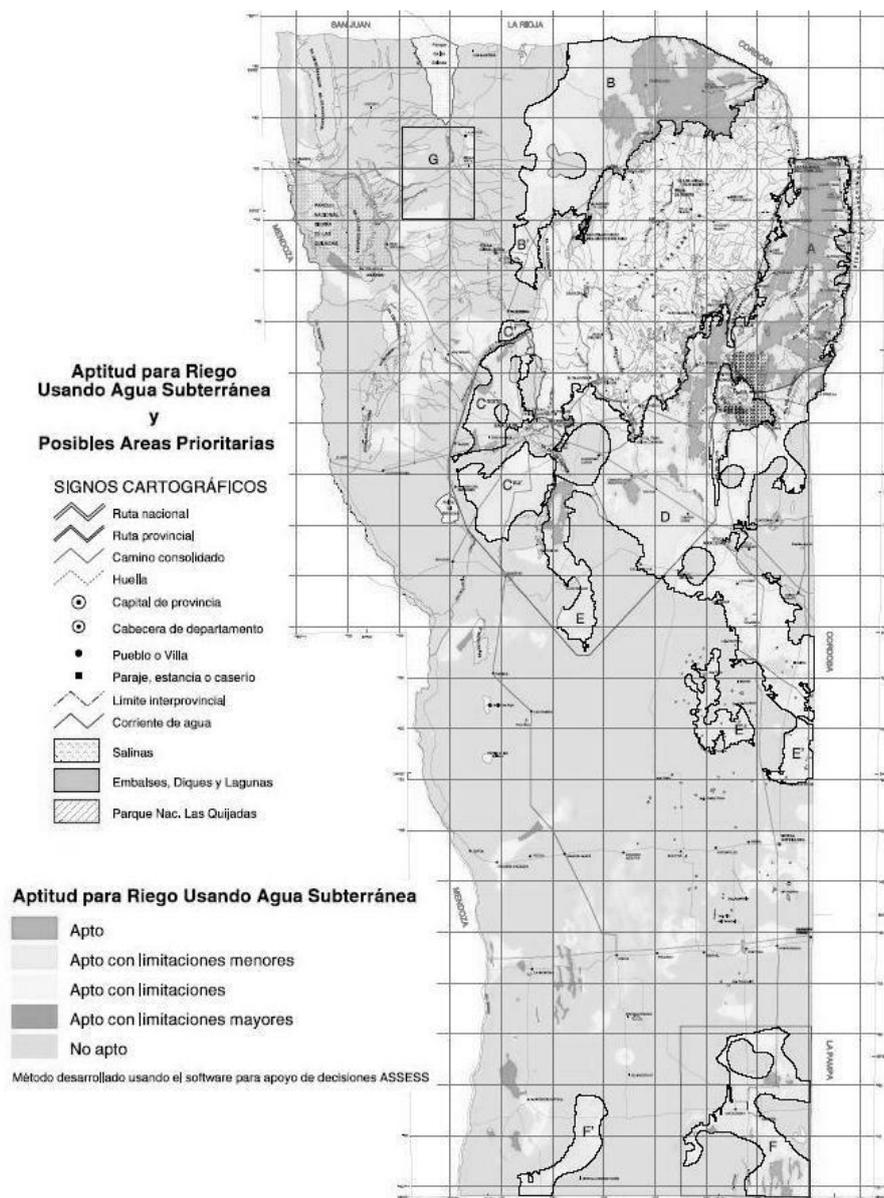


Figura Nº 10.1: Áreas de estudio prioritarias del proyecto de Recursos Hidrológicos Subterráneos de San Luis. Fuente: Ivkovic y otros (2000).

5- DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO.

En Argentina y en la mayor parte del mundo se destina a riego el 70 % del total de agua consumida (Saenz, 2011). La agricultura bajo riego, el mayor usuario de agua dulce del mundo, enfrenta un doble desafío, el ser más eficiente y productivo por volumen de agua utilizado ante una creciente demanda de agua y energía para otros usos (Prieto, 2010).

En San Luis las áreas tradicionales de riego superficial se encuentran en los faldeos de las sierras de San Luis y sobre las márgenes del Río Quinto, principal desagüe de la provincia. En 1998 se regaban 21.090 ha mediante riego por superficie en la provincia (FUNIF, 1999), mientras que en 2005 los censos de cultivos registraron 17.000 ha bajo riego por superficie, cuya composición por tipo de cultivo se presenta en Tabla 3 (Montiel, 2005).

Tabla Nº 10.3: Superficie bajo riego con agua superficial (ha) en la provincia de San Luis por cuenca y tipo de cultivo. (Montiel, 2005).

Cultivos	Valle del Conlara 07/08	Llanura Norte 06/07	Villa Mercedes 06/07	Total	%
Cereales	2.307	1.408	3.550	7.265	43
Oleaginosas	175	528	4.115	4.818	28
Forrajeras	1.037	1.169	469	2.675	16
Hortícolas	474	813	57	1.344	8
Frutícolas	41	213	20	274	2
Industriales		580		580	3
Total	4.034	4.711	8.211	16.956	100

A partir de la década del 80 comenzaron a ingresar al país sistemas de riego presurizado que permitieron duplicar el rendimiento de los principales cereales y oleaginosas en el área central del país (Dardanelli, 1994 y Salinas, 2006). La provincia de San Luis no se diferencia de lo que ocurre a nivel nacional, existe una paulatina disminución de la superficie bajo riego gravitacional en las áreas tradicionales, y paralelamente un desarrollo importante del riego complementario en zonas de secano.

El incremento en la superficie de estos sistemas también se explica por la mayor eficiencia en el uso del agua. Los sistemas de riego tradicionales por gravedad tienen una eficiencia global de 40 %, mientras que en los sistemas de riego por aspersión mediante pivote central su eficiencia global es de 70 % (Seckler, 1996).

6- SUPERFICIE BAJO RIEGO EN LA PROVINCIA.

Mediante imágenes satelitales (Lansat TM) se ha determinado la superficie bajo riego de la provincia (Figura 2), dando como resultado que se riegan 78.613 ha, de las cuales 56.437 ha corresponden a sistemas presurizados, principalmente pivote central, y se mantiene la superficie bajo riego de los sistemas tradicionales en 22.176 ha. En el caso de riego por superficie se estimó la misma mediante imágenes satelitales, lo puede tener errores debido a que existen lotes en situación de abandono o salinizados. En Figura 3 se presenta la evolución de la superficie bajo riego presurizado en la provincia de San Luis desde el año 2002 a 2013.

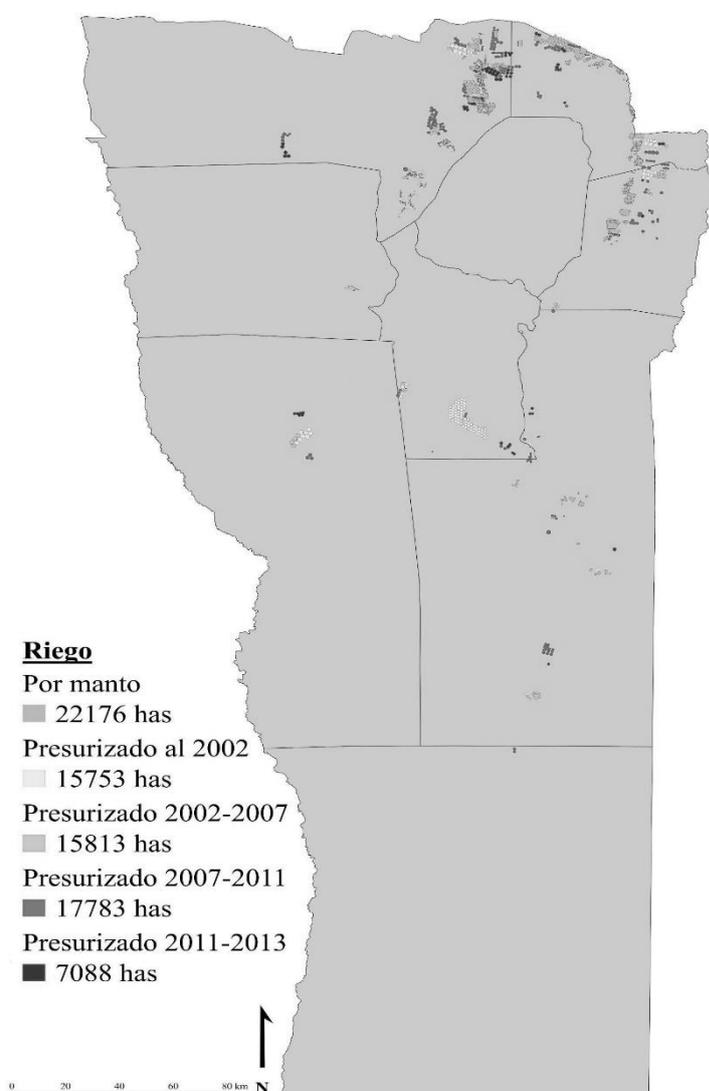


Figura Nº 10.2: Evolución de la superficie bajo riego en la provincia de San Luis (Martini, J.P y Saenz, C.A., 2013).

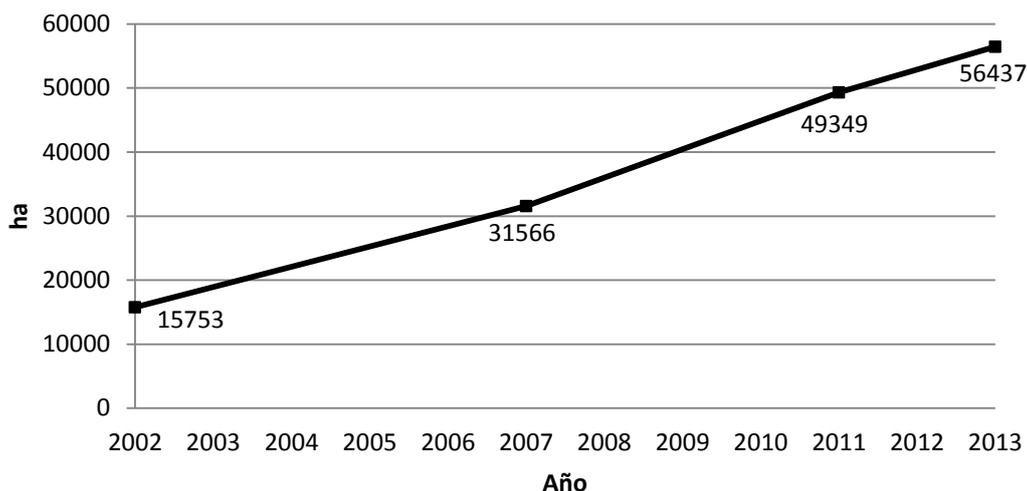


Figura Nº 10.3: Evolución de la superficie bajo riego presurizado en la provincia de San Luis (Martini, J.P y Saenz, C.A., 2013).

7- USO Y MANEJO DEL AGUA EN AGRICULTURA.

Para mejorar los rendimientos es fundamental maximizar la cantidad de agua disponible para transpiración del cultivo con una visión sistémica.

Esto implica conocer:

- La cantidad, distribución e intensidad de las precipitaciones.
- Las características del suelo en cuanto a la velocidad de infiltración y capacidad de almacenaje de agua en el perfil, la presencia y calidad de napa freática.
- Las características del sistema de riego en cuanto a la pluviometría que entrega bajo distintas condiciones de trabajo.
- La capacidad del cultivo para explorar el perfil y obtener agua y nutrientes.

La influencia de estos aspectos sobre el agua disponible para el cultivo puede ser modificada mediante prácticas de manejo. Los cambios en la fecha de siembra y/o variedad utilizada pueden mejorar el balance hídrico del cultivo. Mientras que prácticas conservacionistas de manejo del suelo y labranzas pueden contribuir a disminuir las pérdidas por escorrentía y evaporación de agua, incrementando la proporción de agua que ingresa al perfil y queda disponible para el cultivo.

El agua es un recurso cada vez más escaso, no solo en cantidad, sino también en calidad. Es por ello que los regantes están obligados a manejarla con la mayor eficiencia posible, dentro de los condicionantes económicos que toda actividad productiva

conlleve, lo mismo ocurre para el resto de los usuarios urbanos e industriales (Tarjuelo Martín-Benito, 1999).

El uso de sistemas de riego ineficientes implica que se produzcan pérdidas por infiltración profunda o escorrentía. Que si bien permiten una reutilización posterior del agua al pasar a cauces superficiales o recarga de acuíferos, genera un incremento en los costos y se puede producir un deterioro de la calidad de la misma. Además, requiere un sobredimensionamiento de la infraestructura de almacenaje y conducción en el caso de sistemas de riego colectivos.

Ante una demanda creciente por el agua disponible es importante mejorar el manejo y diseño de los sistemas de riego. Es fundamental para mejorar la uniformidad de aplicación del agua. La falta de uniformidad de aplicación se compensa incrementando la cantidad de agua aplicada cuando el agua no es una limitante (Tarjuelo Martín-Benito, 1999).

En los sistemas de riego presurizados es importante conocer la presión a la que trabaja el equipo y la pluviometría que entrega a distintas velocidades de avance para impedir que se produzca escorrentía.

Las instalaciones y equipos de riego deben estar bien diseñados para lograr un coeficiente de uniformidad aceptable y el mantenimiento es fundamental, considerando que no siempre lo más barato es lo mejor.

En el caso de pivotes, es muy importante durante las tareas de mantenimiento respetar el tamaño de la boquilla original de los aspersores, para no alterar la carta de aspersores original.

8- PROGRAMACIÓN DEL RIEGO. BALANCE HÍDRICO.

En la gestión de un sistema de riego es ineludible conocer las características del agua de riego, del suelo y del clima del que se dispone, así como las características de los cultivos para poder determinar los momentos y cantidades de agua a aplicar.

Para optimizar el uso del agua se debe seguir el balance hídrico del cultivo. Este balance es función del agua disponible en el perfil del suelo, de las precipitaciones y del requerimiento de agua del cultivo de acuerdo a la etapa fenológica.

Para iniciar el balance hídrico de cada cultivo se debe conocer el agua disponible en el perfil del suelo a la siembra como punto de inicio. El contenido hídrico se puede determinar mediante gravimetría si es posible hasta una profundidad de dos metros. Luego se puede seguir el balance hídrico mediante distintos modelos como Bahicu de INTA Oliveros (Andriani, J. 2012) o Mopeco de UCLM (España) (Dominguez, et al, 2012).

Para proyectar el balance hídrico y estimar las necesidades de riego futuras se puede utilizar información histórica de precipitaciones y evapotranspiración potencial (Eto). Respecto al coeficiente de cultivo que afecta a la ETo (Kc), al no existir datos locales se puede trabajar con los datos de FAO, 2002.

A medida que se avanza en el ciclo de cultivo se pueden cargar los datos reales de precipitaciones y Eto tomados en el campo o en la estación meteorológica más cercana y en función de esto y de la capacidad del sistema de riego ir tomando las decisiones de aplicación de agua.

En el caso de sistemas de riego por aspersión, hay que tener en cuenta la velocidad de infiltración de agua característica del suelo, de modo de aplicar la mayor lámina posible por evento de riego sin producir escorrentía. Con esto se busca mejorar la eficiencia en el uso del agua al reducir la incidencia de la evaporación desde el suelo y el cultivo respecto del agua aplicada, incrementando la proporción de agua disponible para transpiración del cultivo.

Para corregir el balance de los modelos informáticos es necesario evaluar con periodicidad el estado hídrico real del perfil y corregir el balance, especialmente al comienzo del periodo crítico de los cultivos, ya que si se produce estrés en esta etapa tiene un impacto muy importante sobre el rendimiento.

La evaluación del contenido de agua presente en el perfil puede determinarse por gravimetría o mediante otros sistemas como tensiómetros, sondas o cápsulas de cerámica.

A modo de ejemplo en Figuras 4 y 5 se presentan los balances hídricos de un cultivo de maíz bajo riego en dos fechas de siembra 20 de octubre y 20 de noviembre respectivamente. Se utilizó el modelo Bahicu 1.1 (Andriani, J. 2012).

Los datos meteorológicos utilizados son los del año meteorológico típico (TMY) de Villa Mercedes (Serie 1968 – 2012, adaptado de Dominguez Padilla, 2013), se utilizó el suelo

característico de la serie Fraga 3 (Peña Zubiate y otros, 2000) sin influencia de napa. Para la simulación del balance hídrico en las dos fechas de siembra se priorizó regar para mantener el cultivo sin estrés hídrico durante el periodo crítico (de 60 a 90 días posteriores a la siembra) durante el resto del ciclo de cultivo se admitió un estrés hídrico moderado.

Comparando ambos balances se observa que se requieren 210 mm y 120 mm de riego para la siembra del 20 de octubre y 20 de noviembre respectivamente para que el maíz no evidencie estrés hídrico durante el período crítico. Si bien en la segunda fecha disminuye el rendimiento potencial por tratarse de siembras tardías (Maddoni, 2011), se prescinde de 90 mm de riego que de acuerdo a la fuente de agua y método de riego pueden tener una incidencia importante sobre el resultado económico del cultivo. Esto se debe a que el período crítico del cultivo tardío ocurre en febrero donde la Eto comienza a disminuir.



Figura Nº 10.4: Balance hídrico (Bahicu 1.1) de maíz sembrado el 20 de octubre bajo condiciones agroclimáticas típicas de Villa Mercedes (S.L.).

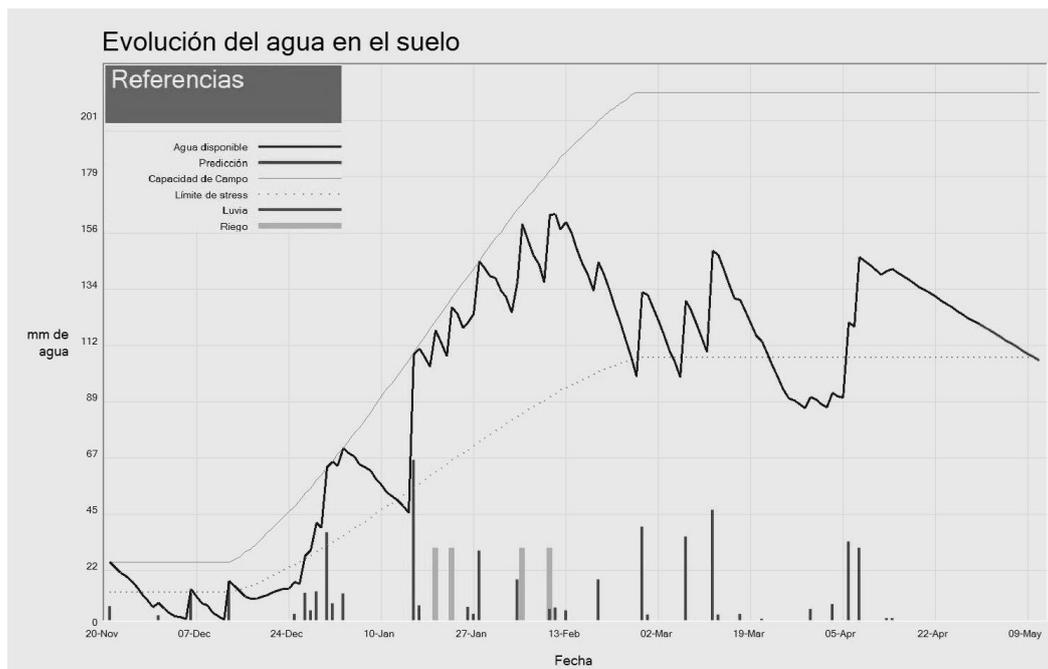


Figura Nº 10.5: Balance hídrico (Bahicu 1.1) de maíz sembrado el 20 de noviembre bajo condiciones agroclimáticas típicas de Villa Mercedes (S.L.).

9- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Andriani, J. 2012. "Balance Hídrico de Cultivos Extensivos" (BAHICU). INTA Oliveros. Versión Digital: <http://inta.gov.ar/documentos/instructivo-del-software-balance-hidrico-de-cultivos-extensivos-bahicu/view>

Bucich, N; RN Gianni; RE Guimaraes; VH Sánchez; JJ Urnicia & P Luna. 2009. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO LLANURA NORTE, PROVINCIA DE SAN LUIS. Informe Técnico IT 277. Convenio con el Gobierno de la Provincia de San Luis.

Ceci, JH & MDC Coronado. 1981. Recursos hídricos subterráneos. En: Geología y recursos naturales de la provincia de San Luis: Relatorio del VIII Congreso Argentino Geológico. San Luis. 301 – 322 pp.

Dardanelli, J. 1994. Perspectivas del riego suplementario en la región semiárida de Córdoba. Seminario Nacional Situación Actual y Perspectivas de las Áreas Regadas en Argentina. INCYTH – Gobierno de Tucumán. INTA Tucumán. Argentina.

Dominguez, A. 2012. Modelo de Optimización Económica del Riego. Universidad de Castilla – La Mancha, España. Versión digital: <http://crea.uclm.es/crea/sp/descarga.php>

Domínguez, A; A Martínez-Romero; KN Leite; JM Tarjuelo; JA de Juan y R López-Urrea. 2013. Combination of typical meteorological year with regulated deficit irrigation to improve the profitability of garlic growing in Central Spain. *Agric. Water Manage.* (aceptado para su publicación).

FAO. 2002. Yield response to water. Part A of Irrigation and drainage paper N° 33. Versión digital: <http://www.fao.org/landandwater/aglw/cropwater/parta.stm> FUNIF. 1999. "Mapa Productivo provincial"; en base a Posibilidades de Inversión en el sector agropecuario. Subsecretaría de Producción y Desarrollo Agropecuario 1997.

A. Dominguez Padilla; A. Martinez Romero; M. Garbero y C. Saenz. 2014. El Riego Deficitario Controlado como una estrategia para incrementar la eficiencia en el uso del agua y la rentabilidad de los cultivos extensivos. En *Gestión del agua en producciones de secano y riego*. Cartilla de difusión. INTA EEA San Luis.

Hall, IJ; RR Prairie; HE Anderson y EC Boes. 1978. Generation of Typical Meteorological Years for 26 SOL-MET stations. SAND 78-1601, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM.

Ivkovic, KI; R Kingham; C Lawrence; CJ Chartres; I Mullen; R Johnston; P Please & I Pestov. 2000. Evaluación de Posibilidades Físicas y Económicas de Riego con Aguas Subterráneas en la Provincia de San Luis. Convenio Bureau of rural sciences – Gobierno de la Provincia de San Luis.

Maddonni, GA. 2011. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural región of Argentina—a probabilistic approach. *Theor Appl climatol* (2012) 107:325–345.

Martini, JP & CA Saenz. 2013. Informe sobre evolución del área bajo riego en la Provincia de San Luis. INTA EEA San Luis.

Montiel, E. 2005. Censo de Cultivos bajo riego. Informe Técnico INTA EEA San Luis.

Peña Zubiarte, CA y A d`Hiriart. 2000. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Villa Mercedes, provincia de San Luis. INTA EEA San Luis – Gobierno de la Provincia de San Luis.

Prieto, D; E Martellotto; A Salinas; G Angella; JP Giubergia; M Boccardo; E Lovera; E Rampoldi; C Alvarez; M Basanta; R Haro & I Severina. 2010. 2º Reunión Internacional de Riego. Sistemas y metodología para asesoramiento a regantes. INTA EEA Manfredi.

San Luis Agua, 2013. Diques de la Provincia de San Luis. Versión digital: <http://www.sanluisagua.com.ar/SLAguaASP/paginas/pagina.asp?PaginalD=27>

Saenz, CA; JC Colazo y EO Montiel. 2011. Disponibilidad de Recursos Hídricos y Potencial de Riego en la Provincia de San Luis. XXIII Congreso Nacional del Agua. Resistencia, Chaco 22 al 25 de junio de 2011. ISSN 1853-7685. Versión digital: <http://www.conagua2011.com.ar/dsite/actas/>

Salinas, A; E Martellotto; JP Giubergia; P Salas; V Capuchino; J Pappalardo; E Lovera & J Gorgas. 2006. Riego Suplementario en Cultivos Extensivos en la Provincia de Córdoba Situación Actual. Proyecto Regional de Agricultura Sustentable e Impacto Ambiental INTA EEA Manfredi. Versión digital: <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docsuelos/riegosuple1.htm>

Santos Da Silva, HB. 2007. Water Resources World-Wide Management Policy. The School of Business and Public Management IBI - Institute of Brazilian Business and Public Management Issues.

Seckler, D. 1996. The New Era of Water Resources Management. Research Report 1. Colombo, Sry Lanka: International Irrigation Managements Institute (JIMI). ISBN: 92-9090-325-2.

Tarjuelo Martín-Benito, JM. 1999. El Riego por Aspersión y su Tecnología. 2da Edición. Ediciones Mundi-Prensa.

Desde su creación, el INTA San Luis ha contribuido al sector agropecuario con tecnologías que permitieron su crecimiento y desarrollo, aportando el conocimiento faltante en varias disciplinas y perfeccionando e ideando otras que se presentaban como incipientes rudimentos. Por esta razón en algunos casos y en las primeras épocas, se convierte, para la zona de influencia, en la única fuente de información para profesionales de la actividad privada, docentes, alumnos y grupo de productores de diferentes categorías. Este aporte no solo fue para San Luis sino que se hizo extensivo a la región árida-semiárida central. La transferencia y puesta en práctica del conocimiento fue siempre dentro del respeto al medio, es decir “producir conservando en un marco de equidad social.”

Esta publicación trata de dar a conocer una parte de las diferentes disciplinas que se han abordado últimamente y que abarca desde conceptos epistemológicos, pasando por riego, suelos, fauna silvestre, pastizales naturales, etc.

Este libro no incluye a todas las disciplinas y trabajos que disponemos, quedando los mismos como deuda pendiente para una próxima publicación.

J. D. Giulietti



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

