

Factores climáticos que reducen la productividad de un sistema de invernada en la región central de Córdoba, Argentina.

Antonio de la Casa⁽¹⁾.

Introducción.

La integración de recursos vegetales y animales para alcanzar la producción óptima de biomasa dentro de un contexto ecológico y socioeconómico dado, debería ser el fin último para los sistemas de agricultura sostenible. La evaluación de funciones biológicas integradas es muy compleja, pero genera la expectativa de que ciertas interacciones pueden ser importantes en la derivación de soluciones óptimas (Parker; 1988).

La intensificación de la ganadería plantea problemas en el campo ambiental que generan preocupación y requieren soluciones específicas en un marco de sustentabilidad y para el nivel de escala particular de análisis (Viglizzo y Roberto; 1997).

Los sistemas de producción ganaderos han sido representados por medio de una cadena que conecta el potencial genético de un animal con su comportamiento (producción, reproducción y eficiencia) en el rodeo. Los eslabones de esta cadena corresponden a distintos factores (climáticos, nutricionales, sanitarios y de manejo) que controlan de manera interrelacionada la marcha del proceso y cuya incidencia está en función de los recursos disponibles (Hahn; 1981). Las condiciones alimentarias y sanitarias en un sistema intensivo de invernada por lo general se encuentran bajo control, quedando la mayor parte de la variabilidad productiva sujeta a la acción del ambiente meteorológico, especialmente cuando se presentan contingencias extremas que exceden la capacidad del manejo previsto.

Todo proceso de intensificación agropecuaria tiene como limitación natural al ambiente meteorológico y climático, razón por la cual se hace necesario determinar los factores adversos que tienen repercusión directa o indirecta sobre el sistema de producción. Cuando la eficiencia productiva del sistema se mide a través del producto animal, la influencia directa del clima se refiere a la acción sobre el animal en pastoreo y se considera indirecta a su repercusión sobre los cultivos forrajeros que constituyen la base alimenticia.

Parte de los contenidos de la Tesis para optar al Título de Master en Ciencias Agropecuarias mención Agrometeorología. Cátedra de Climatología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

Un factor principal que determina la cantidad y calidad de biomasa disponible es el efecto estacional como consecuencia de la variación térmica y pluviométrica interanual (McCown; 1981). La estacionalidad de la producción de forraje tiene una influencia importante en la elección de métodos de cosecha y la utilización de reservas en un sistema pastoril. La disponibilidad estacional de forraje también impacta sobre la adaptabilidad y características de producción del ganado. Proyectando la idea de zona de pérdida nominal para caracterizar la respuesta global de un sistema de invernada en la Región Central de Córdoba, es propuesto un modelo parabólico para evaluar la influencia indirecta del clima sobre la ganancia de peso, considerando que la respuesta del animal se modifica por el incremento de la intensidad del factor analizado pasando por un máximo.

Material y Método.

1.- Area del estudio: Los registros de producción proceden de un sistema agrícola-ganadero que dispone de una extensión de 4500 ha, siendo asignada aproximadamente la mitad de esta superficie a cada una de las referidas actividades. El establecimiento se denomina Santa Clara y está ubicado en la Zona Ecológica Homogénea 11, reagrupada con otras similares en el Area Homogénea Ganadera Agrícola del Sur (V) de la provincia de Córdoba (INTA Centro Regional Córdoba; 1987). La posición geográfica de un punto interior del predio, determinada por medio del sistema de posicionamiento global, fue establecida en 32° 23' S y 63° 48' W con una altura de 216 m s/n/m. La invernada se realiza principalmente sobre la base de la producción propia de forraje y la alimentación del ganado es a campo, siguiendo los principios del pastoreo racional o rotativo.

2.- Respuesta biológica: La información disponible consistió de los registros de pesada de novillos efectuados en el establecimiento a intervalos aproximadamente mensuales, desde el año 1986 hasta 1998, abarcando 12 ciclos de invernada consecutivos. Las pesadas correspondieron al seguimiento del mismo lote de animales durante el ciclo de engorde, integrado por grupos de entre 5 y 10 novillos. La constitución genética de los animales en pastoreo corresponde a razas británicas y a su cruce con cebú o "cuartinos".

A los efectos de evaluar la eficiencia global del sistema de producción fue empleado el valor de la ganancia de peso vivo obtenida del Incremento Medio de Peso Vivo (IMPV) para cada ciclo de invernada en una base anual. El IMPV fue calculado como el coeficiente angular de la regresión entre el PV acumulado y el tiempo transcurrido.

3.- Variables meteorológicas básicas.

3.1.- VARIABLES DE NATURALEZA CONTINUA: Las variables meteorológicas de naturaleza continua fueron tomadas de los registros observados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en la estación meteorológica localizada en la Ciudad de Río Cuarto (33° 07' S, 64° 14' W y 421 m s/n/m), distante aproximadamente a 80 Km de la Ea. Santa Clara. Para poder completar las series de algunas variables, como así también toda la información del año 1997, se dispuso de los registros observados por la Cátedra de Agroclimatología de la Escuela de Agronomía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Fac.Ag.yVet.), ubicada en predios de la Ciudad Universitaria. Asimismo, los datos empleados para completar el análisis del ciclo de engorde 1997/98, proceden de la estación meteorológica automática que pertenece a la misma Cátedra situada en la localidad de Olaeta (33° 01'S, 63° 56'W y 299 m s/n/m).

Esta información de nivel diario es considerada representativa de las condiciones atmosféricas existentes en el establecimiento. El detalle referido a la base de datos meteorológicos conformada para el estudio, nómina de elementos originales y estimados, su fuente y período de observación, como así también las variables derivadas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos meteorológicos diarios, su fuente y período de observación.

Variable original	Variable estimada	Fuente y período de observación				
		SMN	Fac.AgyVET.		Santa Clara	La Dulce
			Río Cuarto	Olaeta		
Temp. máxima (Tmax)		86/96	97	98		
Temp. mínima (Tmin)		86/96	97	98		
Heliofanía Relativa	Radiación solar	86/96	97	98		
Velocidad del Viento		86/91	92/97	98		
Humedad Relativa	Tensión de vapor	86/91	92/97	98		
Precipitación (PP)		86/96	97	98	85/97	85/95

3.2.- Precipitación (PP).

La precipitación, a diferencia de los elementos mencionados, constituye un fenómeno de marcada variabilidad espacial, razón por la cual se emplearon preferentemente los registros de lluvia diarios del Ea. Santa Clara. Con la información *in situ* se procura remediar la falta de precisión que se produciría al emplear datos meteorológicos oficiales provenientes de estaciones distantes.

4.- VARIABLES AGROCLIMÁTICAS.

4.1.- Acción climática indirecta:

4.1.1.- Evapotranspiración Potencial (ETP).

Se utilizó el valor diario de demanda de agua potencial determinado a través de la metodología combinada de Penman-Monteith, siguiendo los lineamientos y pautas presentadas por Goudriaan y Van Laar (1995).

4.1.2.- Humedad del suelo (SMOIST), escorrentía (RUNOFF), y evapotranspiración real (ETR).

Para su determinación se aplicó un modelo de balance hídrico, tomado de Freeman y Benyon (1983). Se considera a la humedad del suelo (SMOIST) como una variable de estado que modifica diariamente el contenido de agua de un compartimento único. La tasa de cambio de la humedad fue integrada por tres flujos: precipitación (PP), escorrentía (RUNOFF) y evapotranspiración (ETR).

Resultados.

Se observa una marcada uniformidad de los indicadores productivos, poniendo de relieve la elevada eficiencia en el manejo del proceso de invernada y, en consecuencia, enmascarando la acción de los agentes ambientales desfavorables. Un rango de variación de $100 \text{ Kg an}^{-1}\text{ciclo}^{-1}$, separa los resultados productivos extremos.

Acción climática indirecta.

El efecto que causan las condiciones climáticas adversas tiene distintas formas de manifestarse. En los dos ciclos más prolongados, tomando la duración del proceso como un indicador de su eficiencia, uno (1988) recibió escasa precipitación en particular hacia la finalización del proceso, y el otro (1991) fue el de precipitación más abundante. Con el propósito de ilustrar la situación descrita se presenta la relación entre la duración de los ciclos de engorde y la precipitación total acumulada en su transcurso (Figura 2).

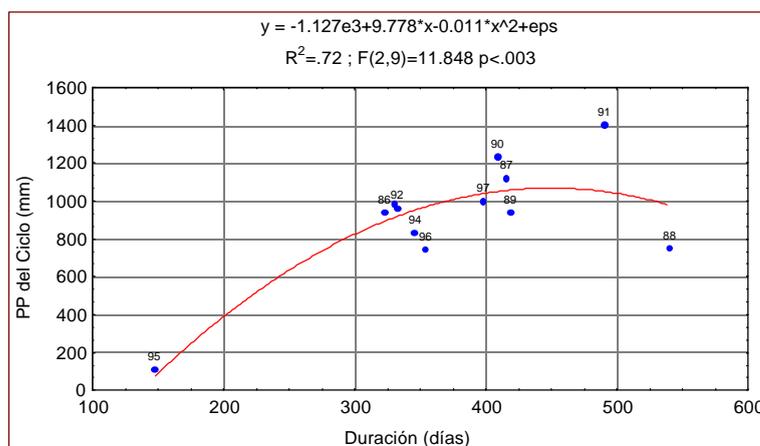


Figura 2: Relación entre la duración de los ciclos de engorde y la precipitación total acumulada en su transcurso.

La duración del ciclo es más extensa tanto con precipitaciones abundantes como escasas. Por el contrario, el ciclo 1995 fue interrumpido anticipadamente a raíz de una intensa sequía y, en consecuencia, la corta duración explica la escasa precipitación acumulada y denota su ineficiencia por defecto.

Mas allá de discutir el alcance práctico y la justificación estadística de esta función, aparece una fuerte evidencia sobre la naturaleza cuadrática de las relaciones entre las medidas productivas de evaluación del sistema y la acción de control del ambiente.

Tomando como variable independiente el valor de precipitación total acumulada durante el ciclo, ponderada en una base anual a los efectos comparativos, y el valor de la ganancia anual de peso obtenida a partir de la tasa de incremento del PV con relación al tiempo, se obtiene el diagrama de dispersión y la función de ajuste de la Figura 3.

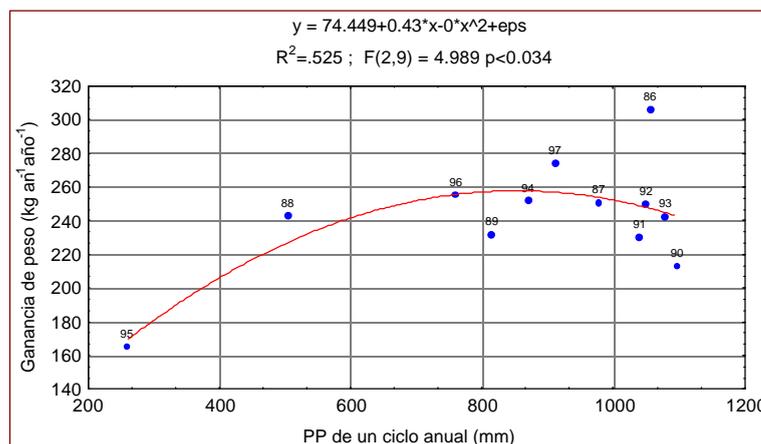


Figura 3: Relación entre la precipitación total del ciclo expresada en términos anuales y la ganancia de peso anual medido por la pendiente de ajuste lineal entre el PV y el tiempo.

En este caso la relación estadísticamente significativa ($P < 0.05$ para $n = 12$) permite apreciar la ocurrencia de un valor o rango óptimo de lluvia, con un tramo de aumento en la ganancia de peso hasta alcanzar el máximo en 860 mm año^{-1} para declinar posteriormente al aumentar el total de lluvia. Esta reducción de la ganancia total de peso se asocia con el estado del forraje y también por la restricción del pastoreo en procura de preservar el recurso.

Un elemento de juicio más objetivo se obtiene reemplazando a la variable independiente del análisis por medio del valor promedio de retención de agua del suelo durante el ciclo (Figura 4). La función de ajuste es al principio creciente y luego decreciente, y permite separar las dos campañas

afectadas por la sequía, con almacenaje promedio inferior a 110 mm y las dos afectadas por el exceso de agua, presentando un almacenaje medio de 150 mm. Para todos los casos intermedios la ganancia anual de peso resulta siempre superior. Los límites hídricos indicados tienen un alcance orientativo por cuanto la metodología de balance hídrico no ha sido debidamente calibrada.

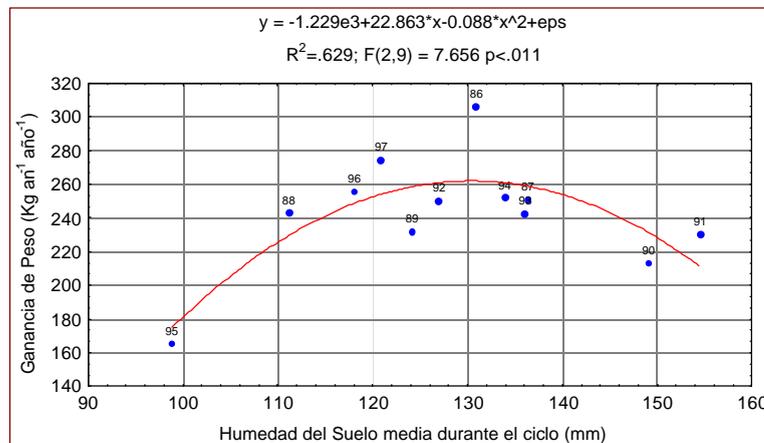


Figura 4: Relación entre el valor promedio del agua retenida en el suelo durante el ciclo y la ganancia de peso anual.

Discusión.

La sequía severa reduce significativamente la cantidad de materia seca producida (Sanderson, et al.; 1997) y frente a esta circunstancia en base de los registros analizados se advierten dos modalidades de manejo: se conduce el ciclo necesariamente mas despacio o el mismo es finalizado en forma anticipada, episodios correspondientes a los ciclos 1988/89 y 1995, respectivamente. Por su parte, las lluvias abundantes, ya sean copiosas o muy reiteradas, también representan un factor de riesgo. Los verdeos o alfalfares muy hidratados reducen el tiempo de pasaje de la ingesta y disminuyen la digestibilidad real de la dieta (Mertens, 1987), ocasionando un menor aprovechamiento del forraje disponible y menores tasas de incremento de peso. Esta situación explica la excesiva prolongación del ciclo 1991/92 para llegar al peso final de mercado.

Bibliografía.

- Goudriaan, J. and H.H. Van Laar; 1995. Modelling potential crop growth processes. Cap. 7: Leaf energy balance and transpiration, 121-146.
- Hahn, L. G.; 1981. Use of weather data in the rational selection of livestock management practices. Computer techniques and meteorological data applied to problems of agriculture and forestry: A workshop. 362-386. Editado por A. Weiss.
- Freeman, T.G. and P.R. Benyon (Ed.); 1983. Pastoral and social problems in a Semi-arid environment. A simulation model. CSIRO y UNESCO, 575 pp.

INTA Centro Regional Córdoba; 1987. Análisis de la evolución, situación actual y problemática del sector agropecuario del Centro Regional Córdoba. INTA CRC y SMAGyRR de la Pcia. de Córdoba.

McCown, R.L.; 1980-81. The climatic potential for beef cattle production in Tropical Australia: Part I- Simulating the annual cycle of liveweight change. *Agricultural Systems* 6: 303-317.

Mertens, D.R.; 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J.Anim.Sci.*, 64:1548-1558.

Parker, Ch. F.; 1988. Role of animals in sustainable agriculture. *Sustainable Agricultural Systems*, 15:238-245. Soil and water conservation society.

Sanderson, M.A., D.W. Stair y M.A. Hussey; 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy*, 59:172-208.

Viglizzo, E.F. y Z.E. Roberto; 1997. El componente ambiental en la intensificación ganadera. (Conferencia). *Rev.Arg.Prod.Anim.*, Vol. 17(3): 271-292.