

¿GANADERIA Y FORESTACION: COMPETITIVIDAD O COMPLEMENTARIEDAD?

Evaluación bioeconómica del impacto de la inclusión de la actividad forestal en un predio ganadero: un aporte metodológico para un análisis de la respuesta global a nivel de sistema de producción.

Álvaro Simeone

Ing. Agr. (MSc., PhD) Profesor de la Cátedra de Bovinos de Carne de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. Consultor nacional e internacional en ganadería de carne.

Resumen

Se realizó una evaluación del impacto de incorporar la forestación en un predio ganadero con diferentes niveles de producción de carne. Para ello se utilizó un modelo de simulación que optimiza el uso de recursos disponibles con el objetivo de maximizar el margen bruto global de la empresa. Los resultados fueron evaluados en diferentes escenarios de precios de insumos y productos para analizar la sensibilidad y el riesgo de cada una de los sistemas de producción simulados a variaciones del mercado. Los resultados obtenidos indican que la incorporación de la forestación como rubro adicional permitiría mejorar el margen bruto de los sistemas ganaderos dependiendo la magnitud de su efecto de la orientación ganadera del predio. El efecto es mayor en sistemas de ciclo completo extensivos mientras que en sistemas intensivos de invernada, la mejora parecería ser de menor magnitud. Además de la mejora en el margen bruto a nivel predial, la incorporación de la forestación permitiría disminuir el riesgo de la empresa en su conjunto.

Palabras clave: ganadería, forestación, modelo, simulación, margen bruto

1. Planteamiento del problema: ¿Forestación en un campo ganadero?

Durante los últimos años, se ha constatado en el país un importante crecimiento de la forestación, aumentando significativamente las opciones de diversificación productiva en el país. No obstante esto, existe todavía, desde el punto de vista de la aptitud forestal de los suelos, una importante área, inserta en regiones típicamente ganaderas, que potencialmente podría ser forestada. Esto lleva, a nivel de productor ganadero que busca aumentar el resultado económico de su empresa, a la necesidad de evaluar la conveniencia relativa de incluir dentro del sistema de producción a la forestación como una actividad complementaria a la ganadería. Ante la necesidad de realizar esta evaluación, surgen, en una secuencia lógica de análisis de su propia realidad predial, una serie de interrogantes para el productor ganadero, a saber:

- ¿Cuál es efectivamente el resultado físico y económico de mi sistema ganadero en la actualidad? ¿Cuál podría llegar a ser ese resultado con diferentes grados de adopción tecnológica e intensificación?
- ¿Cómo se modifica este resultado si incorporo el rubro forestación en la parte de mi establecimiento que es de aptitud forestal? ¿Cuál es el peso relativo de los diferentes rubros (ganadería y forestación) que permite optimizar el uso del recurso tierra?

- ¿Qué otros aspectos deben ser tenidos en cuenta a la hora de definir el uso de los recursos naturales además del criterio de maximización del resultado económico?

Si bien existen valiosos antecedentes a nivel nacional que contribuyen a responder estos cuestionamientos (Colombino, 2005), parecería necesario complementar esos estudios con un análisis que permita cuantificar globalmente los resultados a nivel de todo el sistema de producción. En base a este planteo, en este artículo se procura dar respuesta a estas interrogantes, de tal modo de ofrecer al productor ganadero una primera aproximación a la estimación del impacto bioeconómico de la inclusión de un área de forestación en un predio ganadero. Adicionalmente se presentan algunas estimaciones de las sinergias potenciales entre rubros, asociado al efecto positivo que podrían tener potencialmente los montes sobre la performance animal.

2. Consideraciones metodológicas

Para cumplir con el objetivo de responder a la pregunta planteada en relación a la conveniencia o no de incluir la forestación como rubro alternativo en un predio ganadero, es necesario, exponer claramente la metodología usada en este estudio a los efectos de poder analizar críticamente las fortalezas y las limitaciones que podría tener el trabajo presentado en esta oportunidad. Se presentan en este apartado las principales características del método utilizado, las herramientas informáticas empleadas y los supuestos de trabajo considerados, para una mejor comprensión del lector y una adecuada interpretación de los resultados obtenidos.

El uso de la herramienta de simulación para el análisis de las opciones productivas

Se utilizó un modelo de simulación que permite estimar el resultado físico y económico de un predio ganadero en base a la combinación "óptima" de posibles actividades (vacunos, ovinos, forestación, etc.), manteniendo un criterio de maximización del margen bruto de toda la empresa en su conjunto. Este modelo de simulación, creado por un equipo técnico de FUCREA, en torno a los proyectos de los Grupo InterCREA de producción de Carne (GIPROCAR) fue utilizado previamente para estudios de evaluación de resultado económico en predios ganaderos del Este del país (Simeone, Andregnette y Buffa, 2008) y de predios ganaderos de Cristalino (Buffa y Andregnette, 2008), con resultados satisfactorios desde el punto de vista de la correspondencia de los datos predichos por el modelo con los datos reales obtenidos a nivel predial. La lógica general del modelo se basa en que, para una serie



de usos potenciales del suelo, estrategias ganaderas y alternativas tecnológicas (tales como suplementación, uso de reservas, etc.), el modelo va a "elegir" la combinación de aquellas actividades que maximicen el resultado económico del predio y utilicen los recursos disponibles con la mayor eficiencia bioeconómica posible, dado un escenario de precios de insumos y productos determinado. Adicionalmente se utilizó el software @Risk (Palisade, 2009) para realizar un estudio de valoración del riesgo de cada sistema de producción simulado. Un diagrama representativo del funcionamiento del modelo utilizado se plantea en la figura 1.

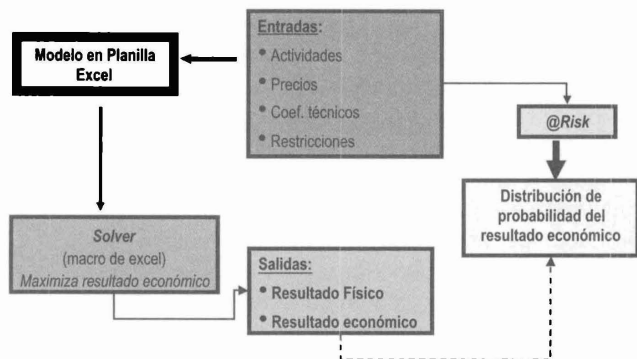


Figura 1. - Diagrama representativo del funcionamiento del Modelo de simulación utilizado en el trabajo realizado. Fuente: Buffa y Andregnette, 2008.

Para trabajar con el modelo de simulación, se definió un predio de referencia de 1000 ha basado en un criterio de representatividad de la zona de influencia en base a un radio de 150 km de la Planta de Botnia en Fray Bentos. Esto significa considerar buena parte de los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano y Durazno. Las principales características del predio "creado" desde el punto de vista del tipo de suelos se presentan en el Cuadro 1.

Seguidamente, se definió el uso "potencial" para cada gru-

po de suelos. Esto significa que para cada grupo de suelos del predio de referencia, se asignó, conforme un criterio definido especialmente para este estudio, un uso agronómico "potencial" desde el punto de vista técnico. Este criterio de restricción será tomado en cuenta por el modelo a la hora de "elegir o no" la actividad a realizar en el mismo buscando maximizar el resultado económico. En ese sentido se plantearon los siguientes usos potenciales:

- De los suelos bajos (grupos 03) se consideró que solamente el 60% (120 has) es mejorable en forma extensiva, permaneciendo el resto del área (145 ha) como campo natural.
- De las 528 has con aptitud forestal (suelos 07.1, 9,1 y 09.3) se podrían forestar efectivamente solamente 242 has (recomendación en base a información proporcionada por el departamento de Fomento de la empresa Forestal Oriental), permaneciendo el resto de la superficie (286 has), en caso de que económicamente sea la mejor opción, como campo natural.
- Del grupo de suelo 10, se consideró como suelos de alto potencial productivo estando aptos para rotaciones agrícolas o agrícolas forrajeras en la eventualidad de su conveniencia económica relativa, siempre con el criterio de maximizar el margen bruto ganadero.

Opciones técnicas analizadas desde el punto de vista ganadero y forestal

En relación al esquema general de sistemas evaluados, las opciones consideradas se resumen en la figura 2, haciendo variar el efecto "orientación productiva" de la ganadería vacuna (ciclo completo vs. Invernada), el efecto "grado de adopción tecnológica" (campo natural vs. rotación cultivos pasturas; opción de suplementar con gra-

Cuadro 1. Descripción general de los grupos de suelos presentes en el predio de referencia.

Grupo de Suelo	Indicie Coneat	Área (ha)	Area (%)
03.2	131	202	20%
03.3	96	24	2%
03.4	96	10	1%
03.52	53	29	3%
07.1	4	11	1%
9,1	66	508	51%
09.3	74	10	1%
10,2	166	80	8%
10,4	118	44	4%
11,5	228	82	8%
Total	103	1000	100%

Se entiende por margen bruto al indicador de resultado económico que surge de la diferencia entre el PB total (PB ganadero + PB forestal + PB granos + ... + PB otros), y los gastos variables (gastos directamente asignables al proceso de producción, como ser sanidad, fertilizantes, contrataciones de maquinaria, etc.). No están considerados en el cálculo de este indicador los gastos de estructura o gastos fijos.

El programa @Risk, que es un complemento (add-in) de la planilla electrónica de Excel integrado completamente a la hoja de cálculo, permite, utilizando simulación Montecarlo, mostrar los diferentes resultados en una gran cantidad de escenarios posibles, y evaluar en términos probabilísticas que tan posibles son esos escenarios.



Figura 2. - Esquema explicativo de la lógica de análisis seguida en el estudio de evaluación bioeconómica del impacto de la inclusión de la actividad forestal en un predio ganadero.

nos), y por último en cada caso, el efecto **"incorporación de forestación en el predio"** dejando abierta la opción de forestar o no en los suelos de aptitud forestal.

Las opciones técnicas evaluadas podrían sintetizarse en tres áreas: a) opciones agronómicas de uso del suelo desde el punto de vista de la producción de forraje, dejando libre la opción de utilizar o no mejoramientos y praderas (ver rotaciones agrícola-forrajeras evaluadas en el Cuadro 2); b) opciones de ganadería en sí, o sea qué estrategias ganaderas (cría, recria, ciclo completo, invernada, etc.) fueron consideradas, analizando grado de incorporación tecnológica, rendimientos físicos, etc., y c) opciones de uso forestal, dejando libre la opción de forestar o no bajo un supuesto de uso de determinada especie (Eucalyptus) y asumiendo un cierto rendimiento desde el punto de vista físico, lo que se detalla a continuación.

Coeficientes técnicos utilizados para la elaboración de la actividad forestal en el predio y resultado económico de la forestación como rubro alternativo

La estimación del resultado económico de la forestación como actividad competitiva por el recurso suelo con la ganadería, presenta algunas particularidades que ameritan algunas consideraciones especiales. El negocio de forestar

una hectárea de tierra, con un rendimiento expresado como incremento medio anual (IMA) de 26 m³/ha/año, permitiría lograr un margen bruto de U\$S 180/ha/año, con la particularidad de que la realización de ese margen se logra promedialmente a los 10 años de realizado el plantío. Por este motivo, el valor anualizado descontado el costo financiero ubicaría ese valor en U\$S 120/ha/año⁴. Estudios realizados en base a variaciones del precio internacional de la pulpa de celulosa, permiten ubicar a ese valor como el más probable, con valores considerados como bajos y altos de 85 y 155 U\$S/ha/año, respectivamente. La opción de la forestación compitiendo con las otras actividades ganaderas ya mencionadas, fue incluida en el modelo en base a estas estimaciones.

Precios de insumos y productos utilizados en el estudio

El escenario de precios utilizado en el estudio fue construido en base a precios de insumos y productos probables, bajos y altos, de tal modo de evaluar el resultado de las alternativas productivas bajo diferentes condiciones económicas. Si bien estos precios pueden variar significativamente entre años, es intención de este autor de este material, dejar constancia del abordaje metodológico para el estudio del efecto de los diferentes rubros sobre el resultado global del predio, considerando

Cuadro 2. Rotaciones evaluadas para su aplicación en el área correspondiente a los suelos del grupo 10.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
R1	Rg	Av/PP1	PP2	PP3	PP4	
R2	Rg	Rg-Reg	Av/PP1	PP2	PP3	PP4
R3	PP1	PP2	PP3	PP4		
R4	RG/SGH	PP1	PP2	PP3	PP4	
R5	SGH	RG	Av/PP1	PP2	PP3	PP4

Abreviaturas: Rg: Raigrás; Rg-Reg: Raigrás regenerado; Av: Avena; PP1, PP2, PP3, PP4: praderas de 1er a 4to año; SGH: sorgo grano para ensilaje del grano húmedo.

⁴Información proporcionada por el Departamento de Fomento Ganadero de la empresa Forestal Oriental.



las interacciones entre rubros. En ese entendido, en los cuadros 3 y 4 se presentan los precios del ganado y de los principales insumos utilizados, respectivamente.

Cuadro 3 - Precios de bajos, probables y altos del ganado

Categoría	Bajo	Probable	Alto
Ternero 140 kg.	1,26	1,40	1,54
Ternera 140 kg.	1,01	1,16	1,23
Novillo gordo	1,08	1,20	1,32
Vaca flaca.	0,81	0,90	0,99
Vaca gorda	0,90	1,00	1,10
Vaquillona gorda	0,93	1,04	1,14

Cuadro 4 - Precios bajos, probables y altos de los insumos más importantes

Insumo	Bajo	Probable.	Alto
18-46-0	750	1000	1100
Urea	600	700	800
Sorgo grano	100	120	140

En base a estos rangos de precios de insumos se realizaron las corridas del modelo de simulación, considerando en ese análisis de sensibilidad las correlaciones estadísticas existentes entre los precios de las diferentes series históricas de precios, de tal manera de no considerar combinaciones poco probables.

3. Resultados obtenidos del trabajo de simulación

Los resultados obtenidos se ordenaron en tres áreas: a) impacto económico de la forestación en un predio ganadero, b) impacto de la inclusión de la forestación sobre la productividad de la actividad ganadera, y c) impacto de la forestación sobre el riesgo en el sistema de producción.

a) Forestación y resultado económico en un predio ganadero

Los resultados obtenidos en términos de margen bruto

(U\$S/ha), se presentan en el Cuadro 5.

En primer lugar correspondería realizar algunos comentarios sobre el resultado de la actividad ganadera en sí, independientemente de la posibilidad de incorporar la forestación. En ese sentido, el resultado de ciclo completo de 69 U\$S/ha podría ser mejorado a 84 U\$S/ha por el hecho de incorporar cierto nivel de tecnología. Las opciones tecnológicas que "eligió" el modelo para mejorar el resultado del ciclo completo están dadas por implantar un 18% de área mejorada a través de un área de praderas y verdes (Rotación R4, ver cuadro 2), en un esquema en el cual las praderas presentan una persistencia de hasta 4 años. Adicionalmente se plantea un uso de 244 kg de grano/ha, provenientes de incluir en esa rotación unas 42 ha de sorgo granífero, destinado a la confección de ensilaje de grano húmedo.

Se destaca el impacto del cambio de orientación ganadera sobre el resultado económico: para el predio de referencia estudiado, sobre los mismos suelos, el sistema de invernada permite prácticamente duplicar el resultado económico respecto al mejor de los sistemas de ciclo completo. Este efecto del cambio de orientación productiva va asociado a que el modelo, al permitir la opción de invernada, opta por un aumento aún mayor del área mejorada, llegando a un nivel de 33% del área con pasturas sembradas y manteniendo un nivel de suplementación con concentrados de 215 kg/ha, provenientes siempre de ensilaje de grano húmedo de sorgo.

Ahora bien, el objetivo principal de este trabajo es el de evaluar el impacto de la forestación, y podría decirse que de los resultados obtenidos y presentados en el Cuadro 4, en lo que respecta al rol de la forestación en un predio ganadero, se desprende lo siguiente:

- Existe un importante margen de respuesta económica positiva a la incorporación de la forestación como rubro alternativo en un predio ganadero (+15% en promedio, pudiendo alcanzar hasta 25%).
- Ese efecto positivo de la forestación sobre el resultado de la empresa es mayor para el caso de un predio

Cuadro 5 - Margen bruto (U\$S/ha) de las diferentes opciones productivas evaluadas en el estudio

Tipo de sistema	Sin forestación U\$S/ha	Con forestación (24% del área) U\$S/ha	Diferencia %
Ganadería de ciclo completo extensiva	69	86	+ 25,0
Ganadería de ciclo completo mejorada	84	96	+ 14,0
Invernada intensiva	161	170	+ 5,5

Estos valores fueron considerados en función de diferentes escenarios de precios de ganado considerados como probables, bajos y altos a noviembre de 2008. En lo que respecta al precio de la hacienda gorda los valores actuales (marzo de 2009), podrían corresponderse con el escenario de precios bajos. En términos generales la relación precio del ternero/precio del novillo en los diferentes escenarios oscila en torno a 1,2. Los precios del ganado de reposición actual, particularmente bajo por efecto de la sequía, no se corresponden con ninguno de los valores previstos en este trabajo.

Estos valores fueron tomados en función de diferentes escenarios de precios de insumos agropecuarios considerados como probables, bajos y altos a noviembre de 2008. Considerando la caída en los precios de los principales insumos ocurrida entre noviembre de 2008 y la fecha del envío de este trabajo (marzo 2009), podría esperarse un mejor resultado de las actividades en general, si bien los valores relativos, probablemente se mantendrían.

ganadero de ciclo completo si se lo compara con un predio invernador. Esta respuesta resulta lógica en la media que el punto de partida en un predio invernador es mayor debido al mayor grado de eficiencia del proceso de invernada en relación a un ciclo completo (adviértase que el resultado económico del sistema invernador es el doble del sistema de ciclo completo mejorado, lo que ya de por sí tiene una importante implicancia para un productor ganadero, si bien la discusión sobre orientación ganadera en sí no constituye el objetivo central de este artículo).

- El efecto positivo de la forestación para un predio de ciclo completo es mayor cuanto menor sea el grado de incorporación tecnológica. Esto es debido a que el grado de respuesta a la incorporación de tecnología vía pasturas es muy alta (el resultado económico mejora 22%), por lo que el margen de mejora en el caso de la incorporación de la forestación es menor.

b) Forestación y ganadería: Consecuencias de la reducción del área de aptitud forestal sobre el resultado físico de la actividad ganadera

A los efectos de evaluar las posibles interacciones (positivas o negativas) entre rubros se evaluó el resultado físico parcial de la actividad ganadera, cuando este es el único rubro del predio o cuando cierta proporción del área es destinada a la forestación.

La asignación de cierta área para la explotación forestal, determinó una modificación importante del resultado físico de la actividad ganadera (kg de carne producidos/ha de pastoreo), como puede observarse en el Cuadro 6.

Una primera explicación de la mejora en la productividad al forestar parte del predio estaría dada por la reasignación de áreas a los diferentes rubros, que implica una modificación en la base forrajera favorable a la ganadería, ya que los suelos de menor potencial para la producción de forraje son ocupados por las plantaciones de árboles.

Por lo tanto la mejora del resultado económico global de la empresa asociado a la forestación de una determinada área, estaría dada no solo por la incorporación del nuevo rubro sino la realización de una ganadería más productiva.

C) Ganadería, forestación y "riesgo" en un sistema de producción ganadero

La incorporación de una nueva actividad en un sistema de

producción, conlleva siempre la evaluación del riesgo asociado a la decisión de incursionar en un nuevo emprendimiento. El abordaje de la temática del riesgo y sus implicancias en la toma de decisión a nivel de empresa agropecuaria resulta ser extremadamente complejo y se presentará en este trabajo solamente un aspecto del mismo.

Es comúnmente aceptado que las opciones productivas más riesgosas están asociadas a la variabilidad en el resultado económico frente a diferentes escenarios de precios de insumos y productos. Sin embargo la variabilidad en sí no parecería asociarse directamente al riesgo desde el punto de vista de la empresa. Por ejemplo una empresa A puede tener un resultado económico malo (ingresos totales inferiores, iguales o levemente superiores a los gastos totales), y tener poca variabilidad entre años, estando sin embargo en una situación sin duda de riesgo desde el punto de vista de la sustentabilidad económica de la empresa, ya que difícilmente pueda soportar muchos años malos con tan magros resultados económicos. Contrariamente una empresa B puede tener buenos resultados económicos pero unos años son solamente "buenos", y otros años "excelentes", con una gran variabilidad entre años. Este última empresa B es ciertamente muy variable sin embargo no podría decirse que es una empresa con alto riesgo pues en todos los años obtiene por lo menos un resultado aceptable.

Atendiendo a esta consideración sobre el concepto de riesgo, es que para este estudio hemos creído conveniente evaluar el riesgo como la probabilidad de que el margen bruto de la empresa se encuentre por debajo de un valor determinado. Asumiendo que ese valor podría corresponder a los gastos fijos del sistema, toda vez que el margen bruto se encuentre por encima del mismo, podría decirse que el resultado económico de la empresa es positivo. Si la probabilidad de que ello ocurra es alta, aún para valores predeterminados altos, entonces la probabilidad de un resultado negativo es baja y por lo tanto el riesgo podría ser considerado como bajo.

En este trabajo hemos creído conveniente tomar -entre los sistemas evaluados- el caso de la empresa ganadera extensiva de ciclo completo, por tratarse de aquella con mayor respuesta a la incorporación de una determinada área forestal. En las figuras 3 y 4 se presenta el análisis de riesgo como probabilidad de años en los que el margen bruto será menor o igual a un valor determinado.

Cuadro 6 - Efecto de la forestación sobre el resultado físico de la actividad ganadera (kg de peso vivo producidos/ ha) en el área no forestada del predio

Tipo de sistema	Sin forestación Kg/ha	Con forestación (24% del área) Kg/ha	Diferencia (%)
Ciclo completo extensivo	78	83	+ 6,5
Ciclo completo mejorado	140	149	+ 6,5
Invernada intensiva	237	283	+ 19,4

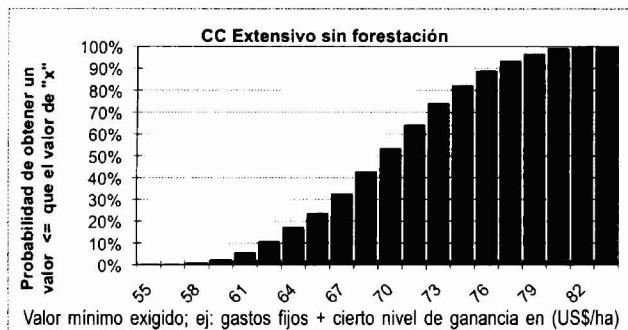


Figura 3 - Análisis de riesgo para un sistema ganadero extensivo de ciclo completo (CC), sin forestación calculado como la probabilidad de años en que el margen bruto será menor o igual a un valor determinado (equivalente a los gastos fijos + un nivel de ganancia que podría ser establecido en cada caso)

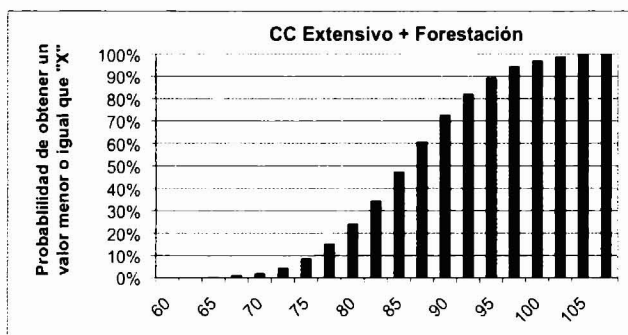


Figura 4 - Análisis de riesgo como probabilidad de años que el margen bruto sea igual a un valor determinado (equivalente a los gastos fijos + un nivel de ganancia que podría ser establecido en cada caso).

Cómo puede observarse, la probabilidad de que el margen bruto sea menor o igual a un valor determinado aumenta conforme aumenta la magnitud de ese valor. Por ejemplo, tomando el valor de 80, en el caso de un sistema ganadero extensivo sin forestación, en el 100% de los años el margen bruto logrado, sería menor al valor esperado (dado los precios presentados en cuadros anteriores). Sin embargo la incorporación de la forestación como rubro complementario genera una nueva distribución de resultados posibles de tal modo que en sólo el 23% de los casos el resultado de la empresa va a ser menor a 80 US\$/ha. Bajo esta óptica la incorporación de la forestación en una empresa ganadera conlleva, además de un aumento en el resultado económico de la misma, como se analizó en apartados anteriores, una reducción del riesgo, atendiendo a la definición de riesgo ya mencionada.

4. Otras consideraciones a tener en cuenta a la hora de incorporar la actividad forestal en un predio ganadero

Hasta aquí, se ha analizado el impacto de la inclusión de la forestación en un predio ganadero, tomando como indicador el resultado económico derivado de la combinación de los rubros y a la empresa como nivel de resolución para el análisis. Sin embargo, existen otras interacciones productivas entre la forestación y la ganadería, que no han sido discutidas hasta el momento, y podrían constituir una sinergia importante entre ambos rubros. La base conceptual de esta hipótesis es que las quintas de árboles po-

drían constituirse en una fuente abrigo y/o sombra para invierno y verano, respectivamente, lo cual podría tener un efecto positivo sobre la performance animal. Naturalmente la posibilidad de que esto pueda materializarse en la práctica a nivel de establecimiento estará en función de aspectos productivos (categorías, cargas estacionales, etc.), logísticos (manejo del ganado para explotar esos beneficios de abrigo y sombra), y de diseño (plantaciones ubicadas estratégicamente en el predio, cercanías de las plantaciones a las aguadas y lugares de suministro de suplemento, etc.).

En este apartado se comentan brevemente algunas evidencias científicas sobre los efectos benéfico que se obtienen al solucionar con manejo el problema del stress térmico - ya sea por altas o bajas temperaturas - en ganado de carne, a los efectos de dejar planteado el posible impacto del uso de este conocimiento científico a la hora de incorporar los árboles en un predio ganadero.

En el caso del verano, existen evidencias científicas (Beretta y Simeone, 2008), demostrando que el encierre en corrales con agua a voluntad y sombra (1 m² por novillo) entre las 10:30 y las 16:30, parecería ser una alternativa de manejo muy recomendable en la medida que implica un muy bajo costo y ha demostrado ser eficaz en aumentar la ganancia de peso en novillos sobre praderas (los animales con sombra y agua han ganado promedialmente unos 280 gramos/día más que aquellos que permanecieron sobre la misma pastura sin sombra). En la medida que el diseño de las quintas podría realizarse de tal modo de "auxiliar" a las diferentes pasturas con sombra natural de buena calidad, este sistema podría generalizarse a todo el establecimiento y no solamente para el caso de los animales en engorde sobre pradera. Naturalmente, la colocación de bebederos y diseño de aguadas debe estar en concordancia para lograr el éxito con esta medida.

En lo que respecta al stress térmico invernal por bajas temperaturas, si bien los reportes a nivel nacional sobre esta problemática en ganado de carne son menores, existe abundante literatura internacional demostrando que existen temperaturas bajas en invierno consideradas como críticas, es decir temperaturas por debajo de las cuales los animales empiezan a "sufrir" el estrés, gastando parte de la energía consumida en mantener su propia temperatura corporal o bien movilizandando reservas para este fin. Por ejemplo para un ternero recién nacido esa temperatura crítica inferior es de 9°C y para un ternero de 1 mes es de 0°C (CSIRO, 1990). Quizás lo más relevante, es que ese efecto de las bajas temperaturas sobre los requerimientos energéticos resulta ser más importante cuando la velocidad del viento aumenta. Por ejemplo una vaca en condición corporal 3 a 4, con el pelo mojado, precisa en invierno, con una temperatura de 0°C, unas 11,2 Mcal de energía neta para mantener su peso/estado (ENm); sin embargo si la velocidad del viento es de 32 km/hora, la necesidad de ENm aumenta a 16,1 Mcal, (NRC, 1996), o sea se incrementan en 43%. Se deduce de estas evidencias que, si las plantaciones son diseñadas de tal manera de aportar abrigo (protección contra el viento y "cobertura" ante

bajas temperaturas), los requerimientos de los animales serían menores y por tanto su performance mejor, para un mismo nivel de oferta de forraje.

Si bien, es necesaria mayor investigación para cuantificar con mayor precisión el efecto benéfico de las plantaciones de árboles en un predio ganadero, los ejemplos proporcionados en este apartado, parecerían sugerir que la forestación podría generar un beneficio adicional, además del referido a su contribución directa al resultado económico.

5. Consideraciones finales

Basado en el estudio realizado, las preguntas planteadas inicialmente podrían responderse de la siguiente manera:

1. El resultado económico de la ganadería, evaluado a través de un margen bruto, para un sistema de ciclo completo basado en campo natural exclusivamente como fuente de alimentación, se estimó en 69 U\$/ha.
2. La incorporación de tecnología a través del incremento en el área mejorada (18% del área de pastoreo), permitiría aumentar el resultado económico de la empresa ganadera en 22%, alcanzando un valor de 84 U\$/ha.
3. El cambio de orientación de ciclo completo a invernada con un aumento del área mejorada (33% del área de pastoreo), y la incorporación de la suplementación con concentrados como alternativa tecnológica permitiría aumentar el resultado económico en un 91%, alcanzando el valor de 161 U\$/ha de margen bruto.
4. La incorporación de la forestación (24% del área), como rubro adicional mejora el margen bruto de los sistemas en 25% y 14%, dependiendo si la ganadería es de ciclo completo extensiva o intensiva, respectivamente. El impacto de la forestación en sistemas intensivos de invernada parecería ser de menor magnitud, mejorando solamente un 5,5%.
5. Además de la mejora en el margen bruto a nivel predial resumido en los puntos anteriores, la incorporación de la forestación permitiría disminuir el riesgo de la empresa en su conjunto.
6. Existen evidencias científicas sugiriendo que el aporte permanente de abrigo y sombra en invierno y verano, respectivamente, podría mejorar la performance animal en predios ganaderos. Esto podría constituir un efecto benéfico adicional de la incorporación de la forestación en un predio ganadero, además de su contribución per se al margen bruto de la empresa. Es necesario generar más información que permite cuantificar estos efectos con mayor precisión, a los efectos de poder incorporarlos en modelos de simulación, como el utilizado en este estudio.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo desean dejar constancia de su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

- a la empresa Forestal Oriental, que nos suministró la información y coeficientes técnicos necesarios sobre producción forestal.
- Al Ing. Agr. Juan Ignacio Buffa por su colaboración en el trabajo con los modelos de decisión.
- al Ing. Agr. Carlos Colombino quien nos proporcionó el trabajo de su autoría y nos hiciera valiosos aportes basados en su experiencia en el tema.
- Al Ing. Agr. Ricardo Methol por sus valiosos aportes y sugerencias a la primera versión de este artículo.
- a los Ingrs. Agrs. Javier Caorsi y María Elvira Beriau por la colaboración general en el armado del artículo.
- a la Ing. Agr. (PhD) Virginia Beretta por los comentarios y sugerencias sobre el artículo en lo que respecta a las diferentes alternativas productivas ganaderas.

Bibliografía consultada

- Beretta, V., Simeone, A. Manejo de animales en engorde durante el verano. In: UPIC: 10 años de investigación para una ganadería más eficiente. Facultad de Agronomía. Paysandú.
- Buffa, J.I., Andregnette, B. 2008 Análisis económico y riesgo, en sistemas ganaderos, de cría y ciclo completo. Modelo de decisión. In: "Estrategias para aumentar la producción y el ingreso en sistemas de cría y ciclo completo". Jornada de cierre del GIPROCAR de Cristalino. FPTA 150. 10 de diciembre de 2008. INIA Tacuarembó.
- Colombino, 2005 Experiencias de Silvopastoreo en forestación con Eucalyptus Globulus sobre suelos 9 (arenosos) del departamento de Soriano. In: Taller sobre silvopastoreo. Inia Tacuarembó. Abril de 2005. Tacuarembó
- CSIRO 1990 Feeding standards for Australian Livestock. Ruminants. Australian Agricultural Council. Ruminants. Subcommittee. CSIRO Publications. Melbourne. 266 pp.
- National Research Council 1996 Nutrient Requirements of Beef Cattle NRC 1996. Seventh revised edition. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- PALISADE 2009 @Risk: Un nuevo estándar para el análisis de riesgo. <http://www.palisade-lta.com>
- Simeone, A., Andregnette, B., Buffa, J.I. 2008 "Producción de carne eficiente en sistemas Arroz-Pasturas". INIA. Serie FPTA No 022. Montevideo, Uruguay.