

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA
GESTIÓN DE LOS PASTOREOS EN PRADERAS Y VERDEOS
CON VACUNOS EN CRECIMIENTO Y TERMINACIÓN**

por

Santiago LOMBARDO CHAVASCO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Magíster en
Agronomía, opción Producción
Animal y Agronegocios

Montevideo
URUGUAY
Octubre 2019

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. Francisco Dieguez, Ing. Agr. Laura Astigarraga e Ing. Agr. Pablo Chilibroste, el 22 de octubre de 2019.
Autor/a: Ing. Agr. Santiago Lombardo. Directora: Ing. Agr. Virginia Beretta.

Dedico este trabajo a mi familia; Camila, Catalina y Juan Diego, fuente de energía para mis iniciativas. Y a Alfredo Irigoyen que desde mi inicio en la actividad profesional confió en mi capacidad y apoyó con convicción este proceso de formación.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Plan Agropecuario por apoyar este proceso de formación, al equipo de la Regional Litoral Centro del Plan Agropecuario y al Lic. Federico Arias por sus aportes a este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. PLANTEO DEL PROBLEMA	1
1.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	3
1.2.1. <u>Manejo del pastoreo</u>	3
1.2.2. <u>Asignación de forraje</u>	5
1.2.2.1. Asignación de forraje y desempeño animal	6
1.2.2.2. Asignación de forraje y utilización instantánea ..	8
1.2.3. <u>Crecimiento del forraje</u>	9
1.2.3.1. Crecimiento del forraje post-pastoreo	9
1.2.4. <u>Las Tic y el agro</u>	10
1.2.5. <u>Una App para el manejo de los pastoreos</u>	12
1.3. OBJETIVOS	13
2. <u>METODOLOGÍA</u>	14
2.1. EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	14
2.1.1. <u>Modelo conceptual</u>	14
2.1.1.1. Variables de entrada	16
2.1.1.2. Variables intermedias	17
2.1.1.3. Variables de salida	18
2.1.2. <u>Revisión y sistematización de la información</u>	19
2.1.2.1. Relación entre altura y forraje disponible	19
2.1.2.2. Asignación de forraje y desempeño animal	23
2.1.2.3. Tasas de crecimiento	26
2.1.2.4. Disponibilidad mínima para iniciar el pastoreo ..	27

2.1.2.5. Mensajes para complementar los resultados	....	28
2.1.3. <u>Programación</u>	.....	29
2.1.3.1. Desarrollo de una innovación	.....	29
2.1.3.2. Programación	.....	31
2.2. <u>EVALUACIÓN</u>	.....	32
2.2.1. <u>Verificación</u>	.....	32
2.2.2. <u>Evaluación preliminar</u>	.....	32
2.2.3. <u>Evaluación definitiva</u>	.....	32
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	.....	34
3.1. <u>PRODUCTO</u>	.....	34
3.1.1. <u>Pantalla “Inicio”</u>	.....	35
3.1.2. <u>Pantalla “Tipo de pastoreo”</u>	.....	36
3.1.3. <u>Pantalla “Entradas”</u>	.....	37
3.1.4. <u>Pantalla “Resultados”</u>	.....	38
3.2. <u>EVALUACIÓN</u>	.....	39
3.2.1. <u>Verificación</u>	.....	39
3.2.2. <u>Evaluación preliminar</u>	.....	41
3.2.3. <u>Evaluación definitiva</u>	.....	41
4. <u>CONCLUSIONES</u>	.....	45
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	.....	46
6. <u>ANEXOS</u>	.....	52

RESUMEN

Existe una brecha de mejora en la eficiencia de cosecha de pasto en sistemas ganaderos intensivos de Uruguay. Al consultar a los productores como realizan la tarea de asignar pasto a los animales, específicamente cómo definen el área de pastoreo para el lote de vacunos, es común escuchar; *“lo hago a ojo”*, *“me dicen que les dé tanto”*, *“a prueba y error”*, evidentemente el procedimiento se apoya en gran medida de la experiencia y subjetividad del operario de turno. El problema detectado es que no se utilizan criterios objetivos para realizar el procedimiento con niveles altos de precisión, y que al mismo tiempo incorporen aspectos de manejo que contemplen el óptimo crecimiento y utilización de pasturas, así como el consumo de forraje por parte de los animales.

Es así que el objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una herramienta (*“enPastoreo”*) de soporte a la gestión de los pastoreos, para ganado de carne en crecimiento y engorde sobre pasturas sembradas para Uruguay, verificando su funcionalidad a nivel comercial y relevando el grado de satisfacción a nivel de usuarios.

Se desarrolló una aplicación con las funcionalidades de calcular el área, número de animales o días de pastoreo en determinados escenarios de disponibilidad forrajera y objetivo de producción de los animales, para diferente tipo de pasturas y estación del año.

Este trabajo, confirma el agregado de valor que hace en la operativa de hacer los cálculos para definir un pastoreo, hecho que se pudo constatar en el campo. La gran mayoría de los que evaluaron la aplicación, manifestaron que la herramienta le resultó útil para la tarea y les generó altos niveles de confianza, aspecto fundamental para el apoyo a la toma de decisiones. Contribuye al aumento de productividad por el manejo controlado de las pasturas, pero también, tiene un rol clave apoyando la toma de decisiones, entrenamiento en el manejo óptimo de pasturas y haciendo más fácil la comunicación interpersonal, debido a que agrega objetividad cuando se requiere asignar forraje a un lote de animales.

Palabras clave: Manejo de pasturas, ganadería, herramienta, pastoreos.

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT TOOL FOR BEEF GRAZING MANAGEMENT ON IMPLANTED PASTURES

SUMMARY

There is an improvement gap in grass harvesting efficiency from intensive cattle systems in Uruguay. When they ask producers how they carry out the task of allowance grass to animals, specifically how they define the grazing area for a cattle herd, it is common to listen; "I do it by eye", "they tell me to give them so much", "trial and error", evidently the procedure relies heavily on the experience and subjectivity of the shift operator. In this sense ambiguities are appreciated, in some cases the information available for decision-making is not known when adjust a grazing, but in other cases, even knowing the available information there are difficulties in defining a grazing area. The problem observed is that objective criteria are not defined with high levels of precision, and at the same time incorporate management aspect that take into account the optimal growth and utilization of pastures, as well as the forage consumption by animals. Thus, the main objective of this work was to develop a tool ("enPastoreo") to support herds management, specifically for cattle during growing and fattening period on sown pastures for Uruguay. This work also verify functionality at a commercial level and relieving the degree of satisfaction at the user level of the tool. From the tool was developed an application with accounting functionalities of the area, number of animals or days of grazing in certain scenarios of forage availability and with animal production goals, for different types of pastures and season of the year. This work concludes the added value that represents the benefits of accounting methods to define a grazing, alternative that was verified in the field. Most of the farmers who evaluated it, stated that the tool was useful for the decision making and generated high levels of trust, essential for supporting decision-making. These results contribute to the increase of productivity by the controlled management of pastures, but also, it has a key role supporting decision making, training in the optimal management of pastures and making interpersonal communication easier, because it adds objectivity when it is required to assign fodder to a lot of animals.

Keywords: Pasture management, livestock, tool, grazing.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEO DEL PROBLEMA

En Uruguay hay 1.278.200 hectáreas de pasturas sembradas, entre praderas y verdeos forrajeros anuales, destinadas a ganadería vacuna y en torno a 20.000 explotaciones que hacen uso de estos recursos, distribuidos en sistemas agrícola-ganaderos (5170), invernadores (5613), recriadores puros (2076) y ciclo completo (6680) (MGAP-DIEA, 2018).

La problemática de la brecha entre lo deseado y lo potencial en lo que respecta a la productividad y uso de pasturas ha sido siempre un tema de interés a tanto a nivel de productores, de la investigación, como de la transferencia de tecnología. Montossi et al. (2013), destacan el desfase respecto del potencial productivo de las pasturas en verdeos invernales y en praderas, y cómo un aumento en la productividad de las mismas repercutiría en gran medida en mejorar los niveles de producción animal. En el mismo sentido, Formoso (1996) reporta aumento de hasta un 40 % de la productividad por pasar de manejo no controlado a uno controlado¹.

La percepción de los productores según lo publicado por Montossi et al. (2013) es que las tres principales causas por las que se pierden las pasturas en orden de importancia serían: sequía, malezas y sobrepastoreo. Dentro de las identificadas, claramente hay espacio de acción en el último punto. Es posible a su vez, que el sobrepastoreo sea el que genera la vulnerabilidad de las pasturas frente a sequías y enmalezamiento.

Es común a nivel de la investigación sobre el manejo del pastoreo, expresar la información generada utilizando como principal variable la asignación de forraje (AF)², observándose un aumento en la intensidad de pastoreo a medida que se reduce la AF. Sin embargo, si bien esta es una forma muy precisa de cuantificar la administración del recurso forrajero y predecir la respuesta animal esperada,

¹ Pastoreo controlado refiere a control de altura de forraje a la entrada (mayor a 15 cm) y remanentes luego del pastoreo (6 -7 cm). Así como también con pastoreos no controlados con mayor frecuencia de ingreso al pastoreo representando menores niveles de altura tanto a la entrada como el remanente a la salida.

² Asignación de forraje (AF) es el forraje ofrecido expresado en kilogramos de materia seca cada 100 kg de peso vivo, en base diaria.

presenta algunas dificultades para ser comprendido masivamente por quienes están en la primera línea de toma de decisiones. En el mismo sentido, desde el punto de vista práctico, para su ajuste es necesario saber exactamente el peso del ganado que pastorea, y fundamentalmente tener información permanente de disponibilidad de la pastura (kg de materia seca por hectárea, cosa nada común a nivel de campo (Lázaro, 2015).

En la interacción directa con productores y operarios, en el terreno, se constata que, en la operativa de gestión de los pastoreos, es común que éstos manifiesten: *“lo hago a ojo”*, *“me dijeron que ponga tantos animales”*, *“en base a prueba y error”*, *“le armo como me parece, y según cómo queda, en el siguiente pastoreo ajusto”*. En este sentido se aprecian ambigüedades, en algunos casos no se conoce la información disponible para la toma de decisiones a la hora de ajustar un pastoreo, pero en otros casos, aun conociendo la información disponible, existen dificultades a la hora de definir un área de pastoreo, sobre todo elementos objetivos para ejecución de la tarea, como también interferencias vinculadas a la comunicación interpersonal en la operativa.

Cada decisión referida al ajuste de los pastoreos depende de variables dinámicas, que a su vez interactúan, las más determinantes son: disponibilidad de forraje y asignación de forraje, y a su vez otras variables que dependen de estas decisiones de ajuste, como son, la posibilidad de selección por parte de los animales, la utilización instantánea y el remanente que queda luego del pastoreo.

En este contexto cobra importancia la posibilidad de disponer de una herramienta que facilite la operativa de la gestión de los pastoreos, integrando información generada a nivel nacional, que contemple el ajuste de asignación de forraje según los objetivos de consumo y por lo tanto de producción, pero que a su vez tenga en cuenta aspectos que promuevan la productividad de las pasturas.

Entonces, aprovechando que cada vez es más común el uso de teléfonos inteligentes, dos tercios de la humanidad ya usan un móvil, (MWC, 2019), disponer de una aplicación móvil que permita de forma sencilla, rápida y con adecuada precisión, ajustar y/o controlar los pastoreos, contribuiría a una toma de decisión integral con información objetiva localmente validada.

En este contexto el desarrollo de esta herramienta se espera que el uso de la misma agregaría valor en los sistemas ganaderos desde diferentes puntos de vista; aumento de productividad por el control de los pastoreos, apoyo en la toma de decisiones, entrenamiento en el manejo óptimo de pasturas, y facilitando la comunicación interpersonal, debido a que agrega objetividad cuando se requiere asignar forraje a un lote de animales.

1.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

1.2.1. Manejo del pastoreo

Manejo del pastoreo significa la manipulación del pastoreo en pos de un objetivo específico o conjunto de objetivos (Allen, 2011).

La clave para maximizar la eficiencia en la producción y utilización de las pasturas la tiene quien decide permanentemente los momentos de pastoreo de cada lote, la dotación animal, el tiempo de utilización, ingreso y salida de los animales, el sistema de pastoreo, entre otros. En la medida que se manejen objetivos y criterios claros, el resultado será el óptimo (De León, 2007).

El objetivo del manejo no es necesariamente un aumento de la producción por animal o por unidad de superficie de tierra. La esencia del manejo de pasturas es lograr un equilibrio efectivo entre las eficiencias de las tres etapas principales de producción: crecimiento del pasto, consumo de forraje, producción animal. La productividad de un sistema pastoril es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje cosechado es transformado en producto animal (Hodgson, 1990). Este autor, afirma también que los sistemas pastoriles se consideran a menudo ineficientes cuando se juzgan sobre la base de la gran disparidad observada entre los niveles medios de producción y los niveles potenciales; y es frecuentemente sugerido que el logro de una mayor eficiencia depende del desarrollo de sistemas sencillos que puedan aplicarse fácilmente en las explotaciones. Lo que se requiere, es un conjunto de reglas objetivas de decisión que los productores pastoriles puedan utilizar, basándose en una comprensión de las fuerzas que mantienen la coherencia de los sistemas de pastoreo y las oportunidades para controlarlos. En el

manejo del pastoreo, la decisión no proviene de la manipulación de variables arbitrarias como la carga o la duración de la rotación. Depende de una adecuada apreciación de cómo influye la condición de la pastura sobre la producción y utilización de forraje, y sobre el rendimiento animal, que en conjunto definen los criterios de manejo para alcanzar determinados objetivos de producción y los elementos para ajustar el equilibrio entre la oferta y la demanda de forraje tanto a corto como a largo plazo, para cumplir estos objetivos.

En la práctica, la elección de los sistemas de pastoreo que se adoptan en la explotación rara vez es sencilla, debido a que se conforman con diferentes intensidades o frecuencias de defoliación. Esto se debe a que el objetivo de los sistemas de manejo del pastoreo no es siempre optimizar producción de pasto o tasa de crecimiento de los animales (Sheath y Clark, 1998).

En otras palabras, el manejo del pastoreo debe ser dirigido a mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdida de recursos naturales, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004).

La selección del método de pastoreo, número de unidades animales y el tipo de animales utilizados en términos de su estado fisiológico y su inherente desempeño productivo, interactúan no sólo entre sí, sino con la cantidad y la calidad de las pasturas, su estacionalidad de producción, porcentaje cosechado, y la eficiencia de la conversión a productos de origen animal. En la superación de todos estos desafíos está la eficiencia de la ganadería pastoril (Mac Meekan, 1956).

El manejo del pastoreo puede estar pensado desde el ángulo del animal exclusivamente, o desde una visión interfásica que busque adicionalmente optimizar el proceso de captura de radiación solar. En este contexto, hay dos pilares centrales para el manejo de los sistemas de pastoreo: 1- optimizar el balance entre una cosecha suficiente de láminas foliares que permita alimentar adecuadamente el ganado, y dejar una razonable cantidad de biomasa remanente (forraje no cosechado) que ayude a alcanzar con rapidez las máximas tasas de crecimiento de la pastura, 2- ajustar la rotación de modo de evitar anticipaciones o

retrasos que puedan afectar el estado fisiológico de las plantas, la estructura de la pastura y, consecuentemente, la eficiencia y la productividad del sistema. Controlar la biomasa remanente post-pastoreo es clave para favorecer el rebrote subsiguiente (Agnusdei, 2011).

Fernandez y Nava (2008) trabajando con una pradera de *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, en invierno-primavera, concluyeron que el uso de asignaciones de forraje por animal, muy bajas o muy altas perjudicó a la pastura, ya que las primeras presentaban disponibles bajos debido a la excesiva intensidad de pastoreo, y las segundas, baja digestibilidad de la materia seca debido a la mayor ineficiencia de la utilización del recurso forrajero.

Bajo condiciones de pastoreo rotativo en franjas sobre pasturas mejoradas de alta calidad (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*) y disponibilidad de forraje pre-pastoreo (en torno a los 2500 kg de materia seca por ha) durante el periodo invernal, el tiempo de ocupación de la parcela en un rango de 1 a 7 días no modificó la ganancia media diaria de novillos en crecimiento (Simeone y Beretta, 2008).

En síntesis, los elementos que se consideran claves en el apoyo a la gestión de los pastoreos deben tener una visión interfásica que contemple las diferentes relaciones que definen la respuesta pastura - animal, que a su vez es dinámica. Para esto se profundiza el desarrollo de la herramienta teniendo en cuenta coeficientes técnicos como asignación de forraje por animal, y equilibrio entre oferta y demanda.

1.2.2. Asignación de forraje

Asignación de forraje (AF) es la relación entre la masa de forraje y el peso vivo de los animales por unidad de área de la unidad específica que se está pastoreando en cualquier momento; una medición instantánea de la relación forraje-animal. El inverso de la presión de pastoreo (Allen, 2011).

La asignación de forraje (kg de materia seca ofrecida cada 100 kg de PV) es uno de los factores más importantes que afectan el consumo de pasturas y uno de

los más manejables cuando se pretende realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, 1990).

1.2.2.1. Asignación de forraje y respuesta animal

La intensidad de pastoreo afecta la ganancia de PV por animal y por hectárea. Un pastoreo poco intenso que permita una alta disponibilidad de forraje por animal y la posibilidad también de realizar pastoreo selectivo, mejora el comportamiento individual comparado con un pastoreo más intenso, tendiente a maximizar la producción por hectárea. Cuando la carga es baja y la AF es alta, la producción por animal individual es alta. Aumentos sucesivos en la carga provocan a partir de determinado momento, disminuciones en la ganancia individual. Esto se debe a que el forraje disponible comienza a limitar el consumo por animal y a incrementar la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción animal. Luego, la producción por hectárea también desciende, a causa del marcado descenso en la producción animal (Mott, 1960).

El nivel de asignación de forraje afecta directa y positivamente el consumo diario de MS y la performance animal de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. Trabajando con asignaciones de 2,5 y 5,0 % obtuvieron consumos de 1,8 y 2,8 kg de materia seca por animal y por día y ganancias diarias de 0,720 y 1,120 kg, respectivamente (Invernizzi et al., 2007).

El consumo y selectividad animal bajo pastoreo tienen una importancia fundamental en determinar la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles. (Hodgson, 1990)

Para lograr la máxima producción por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero a su vez, que sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Escuder, 1996).

Cuando se utiliza un sistema de pastoreo rotativo, cada vez que los animales entran a una nueva franja el consumo es alto durante el primer tiempo. En este

caso el forraje es altamente seleccionado, pero esta selectividad disminuye a medida que el tiempo transcurre y los animales permanecen en la misma franja. Al final del periodo ellos se ven forzados a consumir el forraje más maduro y menos digestible. La correlación negativa que existe entre la carga animal y la ganancia por individuo, se debe a que al disminuir la carga aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo (Cubillos y Mott, 1969).

En un análisis realizado por Clariget et al. (2014) en base a una serie de trabajos realizados a nivel nacional, sobre praderas y verdeos, para categorías de terneros y novillos, evaluando el desempeño animal a diferentes asignaciones de forraje; surge que a asignaciones bajas menores al 2 % del peso vivo las ganancias son bajas, en promedio 0,226 kg/día en un rango que va desde 0,134 a 0,471 dependiendo de la calidad de la pastura baja y alta respectivamente. En torno a 5,5 % las ganancias individuales están entre 0,700 y 0,800 kg/día y las máximas ganancias diarias se dan en torno al 8 % de asignación de forraje, con ganancias individuales de casi 1 kg/día.

La respuesta a aumentos en la asignación de forraje muestra importante variación entre estaciones y categoría animal; si bien se observa que es posible mejorar la performance individual a través de un pastoreo más aliviado, esto se realiza a expensas de una menor utilización de la pastura (Simeone y Beretta, 2008).

Almada et al. (2007), trabajando con *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, en invierno – primavera, con aumentos en la asignación de forraje (de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5) se registró un aumento cuadrático en la ganancia diaria por animal, alcanzando el máximo en 7 % del PV.

La ganancia de peso vivo de novillos Hereford pastoreado praderas permanentes en verano, aumenta al aumentar la asignación de forraje de 3 a 9 %, esto asociado a un incremento del consumo de materia seca (Cantou et al., 2009).

Para la producción animal, en el periodo invierno-primavera, con novillos en pastura compuesta por *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, se encontró que en un rango entorno al 6 % del PV, se logran adecuadas ganancias

individuales, manteniendo una buena producción por hectárea y cuidando al mismo tiempo la persistencia de la pastura (Agustoni et al., 2008).

1.2.2.2. Asignación de forraje y utilización instantánea³

Balocchi (2012), define la eficiencia de utilización como la proporción de la producción anual de una pradera, que es efectivamente consumida por los animales en pastoreo, la que debiera ser de un 80 %. A diferencia de la utilización instantánea, que la define como consumo aparente o pasto desaparecido dividido pasto disponible u ofrecido, la que se encuentra en torno al 50 %.

La utilización instantánea de forraje en un pastoreo rotativo se relaciona en forma negativa con el consumo animal. Por lo tanto, así como es deseable que la eficiencia de utilización (cosecha) sea alta, debe cuidarse que ello no implique un consumo tan bajo que afecte en demasía las ganancias individuales. En una pastura con Índice de área foliar⁴ (IAF) alto, el crecimiento y fotosíntesis se mantienen cercanos al máximo, pero eso implica una eficiencia de utilización muy baja y, por ende, grandes pérdidas por senescencia (Escuder, 1996).

La frecuencia de defoliación de una pradera tiene un efecto sobre la producción y la persistencia de la pradera, además con esto se logra controlar la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido al ganado. Pastoreos severos favorecen la utilización instantánea, pero provocan descensos en la producción debido a una menor área fotosintéticamente activa. Por el contrario, en pastoreos muy aliviados, si bien se hace máxima la producción de forraje, una considerable proporción del alimento utilizable por los animales es desperdiciada (Fulkerson y Slack, 1995)

Zanoniani (2010) sobre una pradera de *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, reportó que la utilización de forraje fue superior en los tratamientos de mayor intensidad de pastoreo (2% PV), con una mayor cantidad de forraje consumido entre 4,5 y 7,0 % de PV, determinando un menor remanente y una mayor pérdida de plantas y enmalezamiento en el tratamiento de 2 % de PV.

³ Es la utilización instantánea o consumo aparente equivale a los kg de MS de forraje desaparecidos en función del forraje ofrecido, y se expresa en porcentaje (Balocchi, 2012).

⁴ Es la división entre el área de las hojas de un cultivo expresado en m² y el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido, también expresado en m² (Allen, 2011).

La producción de carne/ha disminuyó con la disminución en la intensidad de pastoreo, mientras que la ganancia individual sigue un comportamiento inverso, sin existir efecto de la suplementación en el producto animal obtenido.

En pastoreo invierno-primaveral sobre *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, con asignaciones de 2,0; 4,5; 7,0; y 9,5 % del PV, el máximo de utilización se dio a una asignación del 4,5 % del PV y el mínimo a 9,5 % del PV. El porcentaje de utilización mostró una disminución progresiva al aumentar la asignación de forraje. (Agustoni et al., 2008).

1.2.3. Crecimiento de forraje

El manejo del pastoreo tiene como objetivo favorecer un alto rendimiento y calidad nutritiva de la pradera, una eficiente utilización del forraje producido y además lograr un alto consumo de nutrientes por parte de los animales que la pastorean. Para lograr estos objetivos, es necesario conocer la dinámica de crecimiento y calidad nutritiva de las especies forrajeras, así como el efecto que la defoliación tiene sobre estos parámetros (Balocchi et al., 2013). Se detallan a continuación antecedentes respecto a la dinámica de crecimiento luego del pastoreo.

1.2.3.1. Crecimiento de forraje post-pastoreo

El crecimiento del forraje luego de una defoliación por un corte intermitentemente (cortado o pastoreado) dependerá de las reservas de carbohidratos de las plantas en ese momento, así como de la intensidad de la defoliación. En una pastura con buenas reservas y que está laxamente desfoliado, la tasa de crecimiento foliar puede ser alta inicialmente, aunque el crecimiento temprano de la hoja se mantiene a expensas de alguna pérdida de reservas de la base del tallo (Hodgson, 1990)

Cuando el manejo del pastoreo es adecuadamente controlado, la senescencia de este material remanente constituye un “costo programado” cuya finalidad es favorecer el rápido crecimiento de nuevas hojas, reduciendo o anulando los tiempos de retardo hasta que se alcanzan las tasas máximas de crecimiento,

evitando apelar a la movilización de reservas para sustentar el rebrote subsiguiente (Agnusdei, 2013).

El aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente. Esta superficie es determinada por la intensidad de la defoliación y fundamentalmente, por el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 2004).

En pastura de *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, en invierno y primavera, la altura del forraje remanente aumentó cuando la asignación de forraje pasó de 2,0 % para 7,0 % del PV, no registrándose diferencias al pasar de 7,0 a 9,5 % del PV. La cantidad de forraje desaparecido presentó un comportamiento cuadrático al aumentar la asignación, hasta alcanzar un máximo en 5,7 % del PV y luego comenzó a decrecer (Almada et al., 2007).

En sorgo forrajero, el remanente para optimizar el rebrote debe ser ente 10 a 15 centímetros (Carámbula, 2004).

La gestión del pastoreo debe tener como objetivo mantener la cobertura de pastura en el rango óptimo para maximizar el crecimiento neto la misma. El pastoreo severo continuo empujará el pasto hacia una zona de menor productividad. Una consecuencia de este manejo será alguna restricción de la ingesta por animal. En cambio, en condiciones de sub pastoreo, el proceso dominante es la muerte de hojas y la desintegración del tejido vegetal (Sheath y Clark, 1998).

1.2.4. Las Tic y el agro

El 84% de las personas en todo el mundo no pasa un día sin su dispositivo móvil. En este contexto, las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) producen un fenómeno de cambios técnicos, sociales y culturales que “moldean” a los jóvenes que estarán frente al sector productivo-económico en años venideros. Esta generación “móvil” surge a partir de la masificación de Internet. En una sociedad que pasó de ser de Información a Conocimiento, el conocimiento se transforma en información con valor agregado para la producción de sentido en la dinámica del espacio público (Bontempo, 2013).

Las denominadas Agro TIC son “aquella oferta tecnológica o segmento vertical de aplicaciones informáticas, electrónicas y de comunicación, orientados a administrar, almacenar, transmitir y hacer interactuar la información generada a todo nivel por la actividad del sector agropecuario y su escenario territorial, en función de mejorar la gestión de los procesos productivos y comerciales de los bienes que de dicha actividad surgen, así como de mejorar las condiciones tecnológicas del entorno en el cual ocurren” (Bosch, 2012).

Las TIC se transforman en una poderosa herramienta para el acceso y la organización del conocimiento disponible para los agricultores. Las TIC cumplen el rol de facilitar la implementación de tecnologías "nuevas y tradicionales", y de transformar las maneras de aprendizaje e interacción entre productores. No obstante, ese potencial, la evidencia regional muestra que aún subsisten importantes limitaciones a su difusión y que su adopción no conduce, por sí sola, a la superación de las asimetrías en el sector agropecuario. Mientras las TIC de uso cotidiano, como los teléfonos móviles, presentan una difusión más generalizada, las TIC complejas y de uso productivo, como la agricultura de precisión y los sistemas de trazabilidad, tienden a concentrarse en explotaciones de gran tamaño y con acceso a mercados exportadores más sofisticados. Estrategias motivacionales y educativas tendientes a vencer resistencias, mostrar la utilidad de estas tecnologías y desarrollar contenido y habilidades digitales, son claves (Rodrigues, 2012).

El avance en la adopción de las Tic, y el impacto en el cliente final, es mayor si los primeros esfuerzos en dotación y uso de Tic en las instituciones públicas para la agricultura incorporan a los técnicos que tienen mayor contacto con los clientes finales (Chavarría, 2012).

Los humanos no podemos vivir sin relacionarnos, intercambiar información, organizarnos, cooperar, aprender, enseñar y hasta jugar. Las Tic potencian todas y cada una de las actividades sociales y culturales de los hombres y mujeres en todo el globo y han acelerado las capacidades cognitivas tanto individuales como colectivas. A su vez, este autor, pone el énfasis en encarar planes de formación de

profesionales “híbridos” (agroinformáticos, agroelectrónicos, agrorrobóticos, entre otros (Bosch, 2012).

1.2.5. Una App⁵ para el manejo de los pastoreos

A nivel internacional hay productos con funcionalidades que van desde generales hasta muy específicas. A continuación, se citan, “*Pasturemap*”, originario de San Francisco, California, es un sistema de registros que permite planificar rondas de pastoreo, medir áreas, y registrar las localizaciones los pastoreos (Pasturemap Inc. 2016). “*Farmgraze*” de Nueva Zelanda, que caracteriza con colores, la situación forrajera en función del registro del pasto disponible por hectárea (Aberystwyth University, 2013). “*Evergraze*”, de Australia, es un software para el balance de alimentos, con importante desarrollo en lo que respecta a la biblioteca sobre requerimientos de los animales y valor nutritivo de los alimentos (Evergraze, 2013). Por último, “*Grazing calculator*”, de Taupo, Nueva Zelanda, es una herramienta similar a lo que se propone en este trabajo, una calculadora de los pastoreos, en función de la disponibilidad de forraje y el consumo esperado en los animales, específicamente para lechería. Con la consideración que tiene inputs que requieren cierto conocimiento del punto de vista del operario, como por ejemplo la cantidad de MS que tienen que consumir los animales, o la disponibilidad de la pastura en kg de MS por hectárea (Grazing Calculator, 2013).

En síntesis, y apoyado en muchos de estos antecedentes surge la posibilidad de proponer una herramienta para la gestión de los pastoreos que se sustente en la información nacional generada sobre manejo de pasturas y desempeño animal en pastoreo, pero, que a la vez sea independiente de recordar todos esos conocimientos disponibles, para hacer la operativa con precisión a nivel de campo.

⁵ Aplicación informática, tipo de programa informático diseñado como herramienta, para permitir a un usuario realizar diversos tipos de trabajos.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una herramienta para la gestión de los pastoreos, para ganado de carne en crecimiento y engorde manejado sobre pasturas sembradas para Uruguay, verificando su funcionalidad a nivel comercial y grado de satisfacción a nivel de usuarios.

2. METODOLOGÍA

2.1. EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Se desarrolló una aplicación para la gestión de corto plazo de los pastoreos de praderas y verdeos con vacunos en crecimiento y terminación, la cual permite, a partir de información simple suministrada por el usuario, calcular área, días de ocupación o número de animales para una determinada situación de pastoreo. Asimismo, devuelve al usuario, información complementaria orientativa, como la cantidad de días estimados hasta el siguiente pastoreo, y conceptos de manejo, según el pastoreo elegido, que pueden ser de utilidad en la proyección del manejo a futuro.

El alcance se limita a presupuestos de corto plazo, vacunos en crecimiento y terminación, pasturas sembradas (praderas plurianuales, polifíticas y verdeos anuales), con una determinada disponibilidad de forraje mínima necesaria para iniciar el pastoreo.

El desarrollo de la aplicación se realizó en tres etapas:

- I) Planteo del modelo conceptual
- II) Revisión y sistematización de la información necesaria
- II) Programación

2.1.1. Modelo conceptual

Se modeló la realidad con la cual se desea trabajar, “el proceso de definición y ajuste de los pastoreos” sobre la base de tres funcionalidades: cálculo del área de pastoreo, cálculo de la cantidad de animales en pastoreo, o, cálculo de días en pastoreo. Esta información puede ser calculada para diferentes escenarios productivos, caracterizando los mismos con variables de fácil estimación que describen a la pastura y al lote de animales en pastoreo.

En la figura 1 se presenta el modelo conceptual, en el que se detallan las funcionalidades, las variables de entrada, intermedias o de proceso, las ecuaciones y flujos de información entre las variables, así como también las variables de salida involucradas en el proceso.

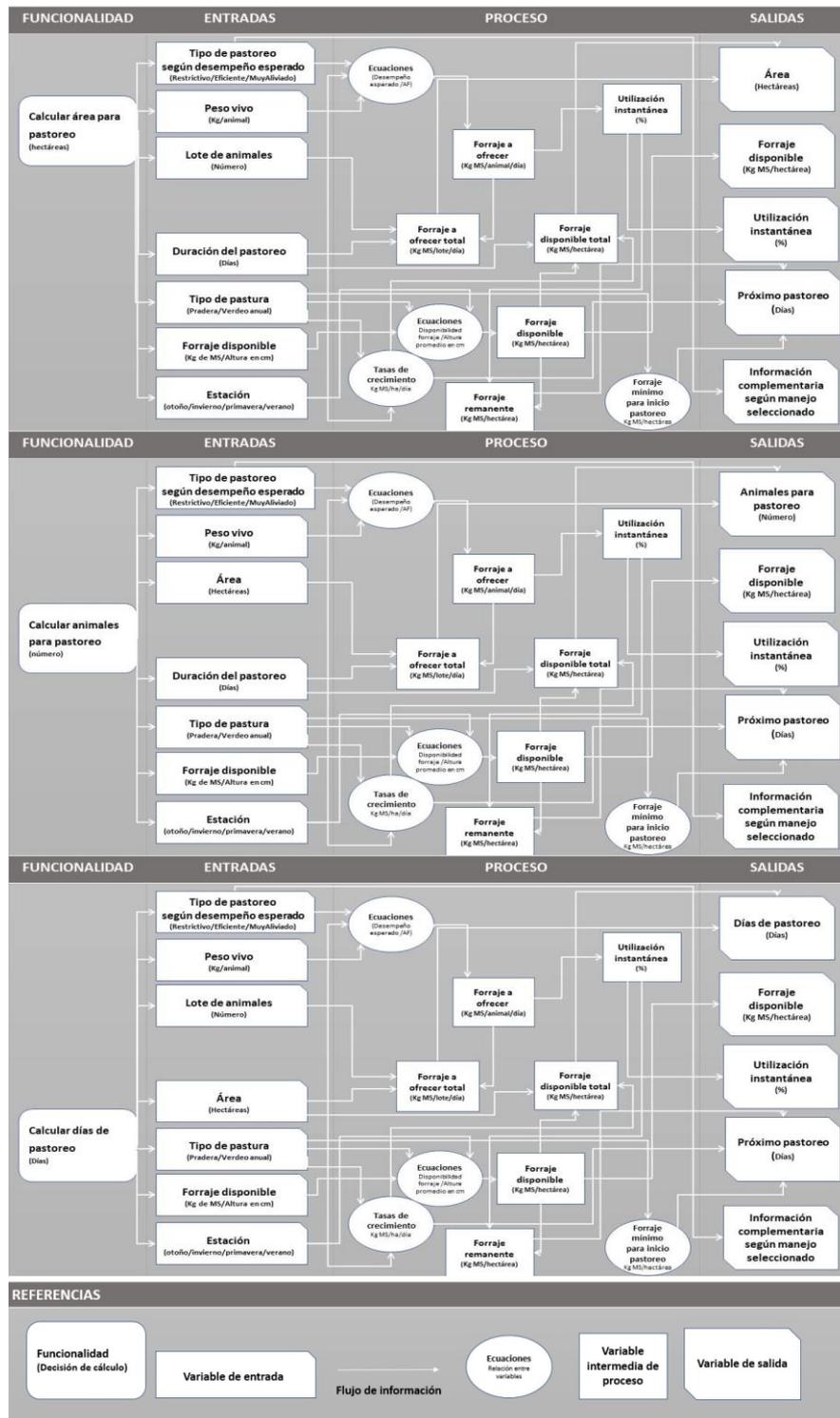


Figura 1. Modelos conceptuales para las tres funcionalidades “cálculo del área de pastoreo”, “cálculo de animales para pastoreo”, y “cálculo de días en pastoreo”, respectivamente.

En la figura 1, se representan las tres opciones de cálculo, el modelo conceptual representa las relaciones entre variables para las opciones “Cálculo del área de pastoreo”, “cálculo de animales para pastoreo”, y “cálculo de días en pastoreo”. Cada escenario es definido por las variables de entrada, estas variables son las que debe ingresar el usuario. En el proceso, a partir de la relación entre las variables de entrada y coeficientes técnicos, se generan variables intermedias que van a dar lugar a las variables de salidas.

La aplicación fue desarrollada sobre la base de un modelo estático, determinístico, basado en ecuaciones empíricas, que describen la relación entre asignación de forraje y respuesta animal generadas para condiciones estables de producción. Dichas condiciones son definidas a partir de la información que alimenta el modelo, representando diferentes escenarios producción. En tal sentido, a medida que se generan cambios a las condiciones de producción (tipo de pastoreo o desempeño animal esperado, estado de la pastura, cambio de peso vivo del animal, época del año), una nueva evaluación será necesaria.

2.1.1.1 Variables de entrada

Tipo de pastoreo según el desempeño animal esperado: es un ítem que se refiere a tres tipos de pastoreo, cada uno de ellos asociados a determinada asignación de forraje: 1- Pastoreo restrictivo (óptimo para suplementar), 2- Pastoreo eficiente “aliviado” (adecuado equilibrio entre ganancia individual y productividad por hectárea) o, 3 – Pastoreo para terminación “muy aliviado” (maximizar las ganancias individuales).

Tipo de pastura: esta variable tiene tres opciones que son i) praderas, que equivale a praderas polifíticas plurianuales (e.g. praderas mezcla de leguminosas con gramíneas), ii) verdeos invernales (e.g. avena y raigrás) y iii) verdeos de verano (e.g. sorgo forrajero).

Altura promedio⁶: Esta variable representa la altura promedio en centímetros del frente verde de la pastura (Montossi et al., 2006).

⁶ La altura del horizonte más denso medido desde el nivel del suelo.

Estación del año: es la estación del año en que se desarrolla el escenario motivo de cálculo: incluye otoño, invierno, primavera y verano.

Lote (L): es la cantidad de animales presentes en el lote de pastoreo, se expresa en número.

*Duración del pastoreo*⁷ (*DP*): son los días de ocupación del área definida para el pastoreo, se expresa en días.

Peso Vivo: es el peso promedio por cabeza de los animales que componen el lote, se expresa en kilogramo.

2.1.1.2 Variables intermedias

*Forraje disponible*⁸ (*FD*): es una variable que corresponde a la materia seca de forraje disponible al ras del suelo expresado en kg de MS por hectárea al iniciar el pastoreo. Por lo tanto, si no se conoce ésta variable, se puede ingresar la altura promedio de la pastura en centímetros.

$FD \text{ (kg/ha)} = B_0 + B_1 * \text{Altura en cm}$ ($221 + 163 * 18 = 3155 \text{ kg MS/hectárea}$ (e.g. pradera de 18 cm para primavera)

Forraje disponible total (FTD): Es el forraje disponible más el crecimiento acumulado (CA) durante los días que dura el pastoreo. Se expresa como kg de MS por hectárea.

*Tasas de crecimiento*⁹ (*TC*): es el crecimiento de forraje expresado en kg de MS por hectárea y por día, depende de tipo de pastura y estación. (Cuadro 13)

$$FTD \text{ (kg/ha)} = FD \text{ (kg/ha)} + TC \text{ (kg/ha.d)} * DP \text{ (días)}$$

Asignación de forraje (AF): Es una variable que depende del tipo de pastoreo según desempeño animal esperado, el peso vivo y la estación del año (este valor se define con información de ecuaciones empíricas que relacionan el desempeño animal y asignaciones de forraje). Se expresa como kg de MS por animal y por día.

⁷ Es el período de tiempo que un área de tierra específica está ocupada, ya sea por un grupo de animales o por dos o más grupos de animales en sucesión.

⁸ Forraje disponible o Masa de forraje. El peso seco total del forraje por unidad de área generalmente a nivel del suelo, en un momento específico (Allen, 2011).

⁹ Tasa de crecimiento o Acumulación. El aumento en el área de la unidad de masa de forraje -1 durante un tiempo específico, que representa el equilibrio entre el crecimiento, la senescencia, la descomposición de los órganos muertos y el consumo por parte de los animales (Allen, 2011).

AF (kg/a.d)= Asignación de forraje /100 * Peso Vivo

AF es una variable numérica que depende del tipo de pastoreo elegido y de la estación. (Ver cuadros 10, 11 y 12)

Oferta total de forraje (OTF): es el Forraje a ofrecer al lote de animales. Es el forraje a ofrecer por animal, multiplicado por la variable Lote y días de pastoreo. Se expresa en kg de MS.

$$OTF \text{ (kg/lote)} = AF \text{ (kg/a.d)} * L * DP \text{ (días)}$$

Utilización instantánea (UI): Representa el valor estimado de forraje cosechado en el pastoreo, su valor se expresa en porcentaje del forraje disponible. Este valor está asociado al tipo de pastoreo elegido y a la estación, al igual que la asignación de forraje. (Cuadros 10,11 y 12).

Forraje remanente (FR)¹⁰: es el forraje que queda al finalizar el pastoreo, es resultado del forraje disponible (FD) menos el forraje desaparecido (FDE) se expresa en kg de MS por hectárea.

$$FDE \text{ (kg MS/hectárea)} = FD * (UI/100)$$

$$FR \text{ (kg MS/hectárea)} = FD - FDE$$

Forraje mínimo para iniciar el pastoreo (kg MS / hectárea): es una variable que depende del tipo de pastura. (Ver cuadro 10).

2.1.1.3 Variables de salida

Área (Á): es la superficie o tamaño de la franja para una situación de pastoreo dada y se expresa en hectáreas.

$$\dot{A} = OTF \text{ (Kg MS)} / FTD \text{ (kg MS /ha)}$$

Duración del pastoreo (DP): representa la cantidad de días de ocupación para una situación de pastoreo determinada.

$$DP \text{ (días)} = FTD * \dot{A} / (AF * L)$$

Número de animales (N): es la cantidad de animales que pueden asignarse a una determinada situación de pastoreo.

$$N = FTD * \dot{A} / (AF * DP)$$

¹⁰ Forraje remanente o Rastrojo. La porción basal de tallos y hojas de plantas herbáceas queda en pie después de la cosecha

Próximo pastoreo (PP): representa el número de días necesarios para acumular un mínimo de forraje disponible para entrar nuevamente a pastorear. Se calcula en función del forraje remanente y la tasa de crecimiento diario para esa pastura en esa estación para llegar a forraje mínimo para iniciar el pastoreo (ver cuadro 10).

$$PP \text{ (días)} = (\text{Disponibilidad mínima para iniciar el pastoreo (kg MS/hectárea)} - FR \text{ (kg MS/hectárea)}) / TC \text{ (kg MS/ha /día)}$$

Información complementaria: Los resultados se ofrecen acompañados de algunas consideraciones respecto al posible efecto del manejo seleccionado, sobre la productividad de la pastura y los animales (ver punto 2.1.2.5.).

2.1.2. Revisión y sistematización de la información

Se revisó información nacional e internacional, tesis, artículos científicos, documentos que profundizan sobre la interface pastura – animal con énfasis en el estudio de la relación cuantitativa entre la asignación de forraje (praderas y verdes) y el desempeño animal, relación entre altura y biomasa, así como también sobre tasas de crecimiento promedio de las pasturas.

Se profundizó en la información generada y validada a nivel nacional para hacer una herramienta específica para la tarea y de alcance local. Por lo que las ecuaciones, y coeficientes técnicos que alimentan el modelo tienen esa particularidad.

Además de describirlos se discute y fundamenta en que se basó para su elección.

2.1.2.1. Relación entre Altura – Biomasa disponible

Uno de los coeficientes clave en el modelo y que incide directamente en el proceso es la relación entre altura de forraje registrada en el punto de mayor densidad (medida que fácilmente se puede hacer a campo) y su correspondiente biomasa al ras del suelo (kg de materia seca por hectárea). A continuación, se presenta la información revisada.

La altura de la pastura ha sido identificada en varios países como una herramienta accesible para productores y técnicos que permite mejorar la eficiencia de la producción forrajera y animal de los sistemas pastoriles de la mayoría de las regiones templadas del mundo. En comparación con la medición de disponibilidad de forraje por el método de corte, la altura de la pastura tiene la ventaja de ser un parámetro de simple medición y de menor costo relativo y que cumple un rol fundamental en el proceso de toma de decisiones para un manejo adecuado de las diferentes comunidades vegetales bajo pastoreo en climas templados (Montossi et al., 2006).

Con respecto a estos temas se reportan tres trabajos que integran un muy buen volumen de información con respecto a estos parámetros. En el cuadro 1, se presentan resultados de Rinaldi (2005) realizado entre los años 2001 a 2004 sobre suelos de Cristalino del centro y en los cuadros 2 y 3, se presentan los datos que surgen de Montossi et al. (2006 a y 2006 b); Montossi et al. (2013) para 4 zonas ganaderas (Cristalino del centro y este, Basalto y Litoral Oeste).

Cuadro 1. Ecuaciones de predicción del forraje disponible¹ a partir de la altura, registrada con regla o plato, en praderas (plurianuales y polifíticas) y verdeos invernales (avena y raigrás) y épocas del año sobre suelos de Cristalino del centro.

ESTACIÓN	Pastura	Método	B0	B1	R²
Otoño- Invierno	Verdeo invierno	Regla	122	65	0,75
Primavera	Verdeo invierno	Regla	157	86	0,68
Otoño- Invierno	Praderas	Regla	165	118	0,60
Primavera	Praderas	Regla	221	163	0,61

¹ Ecuaciones de predicción del forraje disponible. FD (kg MS/ha) = Bo + B1*Altura

Fuente: Elaborado en base a Rinaldi (2005).

Cuadro 2. Ecuaciones de predicción del forraje disponible¹ a partir de la altura, registrada con regla o plato, en diferentes pasturas y épocas del año sobre suelos de las 4 regiones ganaderas más relevantes, Cristalino del centro y este, Basalto y Litoral Oeste.

ESTACIÓN	Pastura	Método	Bo	B1	R²
Otoño-Invierno- Primavera	Festuca	Regla	538,87	164,04	0,72
Otoño-Invierno- Primavera	Trébol Rojo	Regla	939,16	117,36	0,67
Otoño-Invierno- Primavera	Trébol Blanco	Regla	558,96	161,29	0,63
Otoño-Invierno	Trébol Blanco	Regla	764,25	127,29	0,54
Primavera	Trébol Blanco	Regla	535,51	184,52	0,67
Verano	Sorgo	Regla	-8883,6	311,69	0,75
Otoño-Invierno- Primavera	Avena	Regla	378,4	126,52	0,82
Invierno-Primavera	Raigrás	Regla	327,09	160,48	0,63
Otoño-Invierno	Raigrás	Regla	522,44	104,84	0,60
Primavera	Raigrás	Regla	593,49	176,37	0,74
Otoño-Invierno- Primavera	Trébol Rojo +Achicoria	Regla	-191,68	194,73	0,67

Ecuaciones de predicción del forraje disponible. FD (kg MS/ha) = Bo + B1*Altura

Fuente: Elaborado en base a Montossi et al. (2006 a y 2006 b).

Cuadro 3. Ecuaciones de predicción del forraje disponible¹ a partir de la altura, registrada con plato, en diferentes pasturas y épocas del año sobre suelos del Litoral Oeste y Cristalino del centro.

ESTACIÓN	Pastura	Método	Bo	B1	R²
Otoño-Invierno- Primavera	Verdeos de invierno	Plato	100,35	132,00	0,64
Otoño-Invierno- Primavera- Verano	Pradera	Plato	113,90	14,89	0,61

¹ Ecuaciones de predicción del forraje disponible. $FD \text{ (kg MS/ha)} = B_0 + B_1 * \text{Altura}$

Fuente: Elaborado en base a Montossi et al. (2013).

Luego de revisar la información presentada en los cuadros 5, 6 y 7 se optó por incluir en el modelo, las ecuaciones que se presentan en el cuadro 8. Se priorizó las ecuaciones que usan la regla para que su aplicación sea masiva y de fácil adopción, teniendo en cuenta que el Plato de levante no es usado por la mayoría de los usuarios potenciales. Además, esta información agrupa las pasturas en praderas y verdes de invierno, aspecto que simplifica mucho el modelo, al momento de ingresar la información, pero también, porque contempla la variabilidad estacional de estas funciones, agrupándolas en, otoño-invierno y primavera.

También se revisó el ajuste de estas funciones, no encontrándose diferencias entre los R² reportados en ambos trabajos. Sí se encontró diferencias en el intercepto (el valor B0), reportando menores valores en el cuadro 2 respecto al cuadro 1, lo que incide también en la decisión de usar en el modelo los más conservadores (cuadro 2).

Cuadro 4. Resumen relación Altura – biomasa según tipo de pastura y estación climática.

ESTACIÓN	Pastura	Método	B0	B1	R²
Otoño- Invierno	Verdeo invierno	Regla	122	65	0,75
Primavera	Verdeo invierno	Regla	157	86	0,68
Primavera-Verano-Otoño	Verdeo de verano	Regla	-8883,6	311,69	0,75
Otoño- Invierno	Praderas	Regla	165	118	0,60
Primavera-Verano	Praderas	Regla	221	163	0,61

¹ Ecuaciones de predicción del forraje disponible. FD (kg MS/ha) = Bo + B1*Altura

Fuente: Elaborado en base a Rinaldi (2005), Montossi et al. (2006 y, 2006b), y Montossi et al. (2013).

2.1.2.2. Asignación de forraje y desempeño animal

En el cuadro 5 se presenta el reporte de la información que relaciona asignación de forraje y desempeño animal.

Cuadro 5. Desempeño animal de terneros y novillos según y asignación de forraje y estación.

Estación	Categoría	Tipo de manejo	Asignación de Forraje (kg MS/100 kg PV)	Ganancia individual (kg/ día)
Invierno	Terneros	Ajustado	2,5	0,25
		Aliviado	5,0	0,50
Invierno	Novillos de 2 años	Ajustado	2,5	0,30
		Aliviado	5,0	1,00
Primavera	Novillos de 1 año	Ajustado	2,0	0,80
		Aliviado	4,0	1,20
Verano	Novillos de 15 meses	Ajustado	3,0	0,30
		Aliviado	6,0	0,60
Otoño	Novillo de 18 meses	Ajustado	2,5	0,20
		Aliviado	5,0	0,70

Fuente: Simeone y Beretta (2016).

En lo que respecta a asignaciones altas, o manejo muy aliviado de forraje, se citan tres trabajos donde se constatan los rangos en cuales se maximiza la productividad individual. En pastoreo invierno-primaveral con novillos, sobre *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, con AF de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 % del PV, el máximo de utilización se dio a una asignación del 4,5 % del PV y el mínimo a 9,5 % del PV. El porcentaje de utilización mostró una disminución progresiva al aumentar la asignación de forraje (Agustoni et al., 2008). Almada et al., (2007), trabajando con novillos sobre pastura de *Lolium perene*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, en invierno – primavera, con aumentos en la asignación de forraje en el rango de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 % PV, registró un aumento en la ganancia diaria por animal, alcanzando el máximo en 7 % del PV. La ganancia de peso vivo de novillos pastoreado praderas permanentes en verano, aumenta al aumentar la asignación de forraje de 3 a 9 % (Cantou et al., 2009).

En base a la revisión presentada en los párrafos anteriores y considerando el carácter estacional de los coeficientes, a efecto de simplificar el ingreso de información, en los cuadros 6, 7 y 8 se generan 3 escenarios productivos que definidos por el manejo del pastoreo en diferentes estaciones y tipo de pastura: “Restrictivo”, “Aliviado” y “Muy Aliviado”. El escenario “Restrictivo”, refiere a condiciones de pastoreo donde el forraje el limitante para altos consumos y buenos desempeños, en este escenario se espera que se realice una utilización instantánea elevada de la pastura, sugiriendo que es la opción donde mayor respuesta se puede obtener al suplemento. El escenario “Aliviado”, refiere a condiciones de pastoreo donde se asigna forraje suficiente como para obtener consumos potenciales, pero sin una excesiva selección. En esta opción no se maximiza ni la ganancia individual, ni la dotación, pero sí la ganancia de peso por unidad de superficie, y la calidad del remanente luego del pastoreo. El escenario “Muy aliviado”, refiere a condiciones de pastoreo en las que se ofrece mucho pasto (alta asignación de forraje) dando lugar a consumos potenciales con elevada capacidad de selección, es un pastoreo donde se prioriza la ganancia individual en detrimento de la productividad por hectárea y la calidad del remanente luego del pastoreo.

Cuadro 6. Resumen de la información de Asignación de forraje (kg cada 100 kg de peso vivo) y Utilización instantánea (%), para praderas y verdeos invernales según Tipo de pastoreo (Restrictivo, Aliviado, Muy aliviado) para Otoño – invierno.

	Otoño-Invierno		
	Pastoreo restrictivo	Pastoreo eficiente “Aliviado”	Pastoreo muy aliviado
Asignación de forraje	2,5	5,0	7,5
Utilización	60	50	40

Fuente: Elaborado en base a Simeone y Beretta (2008), Almada et al. (2007) y Agustoni et al. (2008).

Cuadro 7. Resumen de la información de Asignación de forraje (kg cada 100 kg de peso vivo) y Utilización instantánea (%), para praderas y verdeos invernales según Tipo de pastoreo (Restrictivo, Aliviado, Muy aliviado) para primavera.

	Primavera		
	Pastoreo restrictivo	Pastoreo eficiente “Aliviado”	Pastoreo muy aliviado
Asignación de forraje	2,0	4,0	6,0
Utilización	80	60	40

Fuente: Elaborado en base a Simeone y Beretta (2008), Almada et al. (2007) y Agustoni et al. (2008).

Cuadro 8. Resumen de la información de Asignación de forraje (kg cada 100 kg de peso vivo) y Utilización instantánea (% del forraje ofrecido), para praderas y verdeos estivales según Tipo de pastoreo (Restrictivo, Aliviado, Muy aliviado) para verano.

	Verano		
	Pastoreo restrictivo	Pastoreo eficiente “Aliviado”	Pastoreo muy aliviado
Asignación de forraje	3,0	6,0	9,0
Utilización	55	45	30

Fuente: Elaborado en base a Simeone y Beretta (2008), Almada et al. (2007) y Agustoni et al. (2008).

2.1.2.3. Tasas de crecimiento

En el cuadro 9 se resumen las tasas de crecimiento para pasturas mezclas y verdeos promedios estacionales elaborados en base a información nacional de productividad estacional de pasturas.

Cuadro 9. Tasas de crecimiento estacionales en kg de MS por hectárea, por día y por estación para pasturas de Uruguay

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Pradera mezcla	28	12	39	37
Verdeos de invierno	15	37	34	
Verdeo de verano	80	n/c	70	100

Fuente: Elaborado en base a Formoso (2009) y Oleggini (2017).

2.1.2.4. Disponibilidad mínima para iniciar el pastoreo

Para estimar los días en que una pastura estará pronta nuevamente para ser pastoreada a partir de un determinado remanente es necesario, además de conocer el crecimiento diario de esa pastura en determinada estación (Cuadro 9), definir un valor mínimo de disponibilidad forrajera en el cual se optimiza el crecimiento total de la pastura (Cuadro10).

Formoso (1996), reporta que la altura mínima para iniciar el pastoreo en avena y raigrás durante el otoño, sería de 15 cm, al igual que para praderas mezcla de leguminosas y gramínea perenne.

En sorgo forrajero, Carámbula (2004) reporta que la altura óptima para iniciar el pastoreo es cuando las plantas alcancen 60-70 cm de altura, antes de que encañe.

Como describe el Cuadro 10, estos rangos de altura según las ecuaciones que relacionan altura con biomasa, corresponden, para verdeos de invierno a valores de MS de 1400 kg de MS por hectárea. Y para praderas mezclas a unos 1800 kg de MS por hectárea. A su vez, a interpretación personal, estos valores de disponibilidad representan en términos generales a los denominados óptimos fisiológicos para pasturas templadas que se encuentran entre 2,5 y 3 hojas desarrolladas.

Cuadro 10. Disponibilidad mínima para iniciar el pastoreo

Tipo de pastura	Altura (cm)	Disponibilidad (Kg MS/hectárea)
Praderas mezclas	15	1800
Verdeos de invierno	15	1400
Verdeo de verano	40	3500

Fuente: Elaborado en base a Formoso (1996) y Carámbula (2006).

2.1.2.5. Información complementaria en la descripción del escenario elegido

Finalmente, a los efectos de complementar la interpretación de las variables de salida se trabajó en sintetizar gran parte de la información revisada con el objetivo de transmitir al usuario, algunos posibles efectos sobre las pasturas y los animales, derivados del tipo de pastoreo elegido (pastoreo restrictivo, pastoreo eficiente o aliviado, y pastoreo para terminación o muy aliviado), todos ellos relacionados a la utilización instantánea, los remanentes, las posibilidades de consumo y la selección en pastoreo.

A continuación, se describen los tres mensajes que genera la aplicación, que se asocian al tipo de pastoreo elegido:

PASTOREO RESTRICTIVO (Óptimo para suplementar, solo con pastoreo, se esperan ganancias bajas): Al finalizar el pastoreo, queda un remanente muy bajo. Si se mantiene frecuentemente esta presión de pastoreo puede producir efectos negativos sobre la productividad y persistencia de la pastura. Los animales no son capaces de alcanzar los consumos potenciales, en general se esperan ganancias individuales moderadas a bajas. En este escenario se espera una alta respuesta al suplemento.

PASTOREO EFICIENTE “ALIVIADO” (Mejor combinación entre ganancias individuales y productividad por hectárea): Al finalizar el pastoreo, queda un remanente adecuado. Esto permite maximizar la productividad de la pastura. Los animales son capaces de lograr consumos potenciales, pero sin una excesiva selección. En este escenario se esperan ganancias individuales medias a

altas, en el entorno de los 450 g/día en terneros/as, y 850 g/día en animales adultos. En este escenario se espera una baja respuesta al suplemento.

PASTOREO PARA TERMINACIÓN “MUY ALIVIADO” (Óptimo para terminación, maximiza las ganancias individuales): Al finalizar el pastoreo, se visualiza un remanente excesivo, con síntomas de rechazo: acumulación de restos secos, pisoteo y desperdicio. El remanente excesivo disminuye la productividad total de la pastura por pérdida de crecimiento y pisoteo de la pastura. Los animales logran consumos potenciales, con una adecuada selección. En el remanente se recomienda volver a ajustar un pastoreo con una categoría de menores requerimientos. En este escenario se esperan ganancias individuales altas, muy cerca del potencial, del orden de 800 g/día en terneros/as y por encima de 1000 g/día en animales adultos. En esta situación, no se espera respuesta al suplemento.

Estas consideraciones se basan en sistematizar de forma, muy simplificada, la información revisada, por ejemplo, resultado de este tipo de afirmaciones: “manejo sustentable en el tiempo, se recomienda manejar asignaciones de forraje cercano a 6 % del PV. Con estas asignaciones se logran obtener los mejores resultados en cuanto a producción de carne por hectárea, performance individual de los animales, un adecuado porcentaje de utilización y forraje utilizado, sin afectar notoriamente la composición y producción de la pradera” (Agustoni et al., 2008).

2.1.3. Programación

2.1.3.1. Desarrollo de una innovación

La idea se fue procesando en un trabajo interdisciplinario, con aportes desde el punto de vista agronómico haciendo énfasis en la funcionalidad y características de los inputs a tener en cuenta. Así mismo, desde el enfoque informático se intercambiaron sobre la interface, con modelos conceptuales que contribuyeron a eliminar ambigüedades.

El aporte y compromiso del técnico informático con la propuesta fue clave, no solo para la realización de la herramienta en sí, sino también para el

proceso de desarrollo contribuyendo a la discusión, con cuestionamientos y diseño desde su enfoque.

En esta instancia, también se trabajó de forma interdisciplinaria, en el Modelo CANVAS (Osterwalder et al., 2010). Es una herramienta de análisis donde quedan reflejadas las fortalezas y debilidades de un modelo de negocio, proveyendo una visión global de este de manera rápida y sencilla. Si bien el objetivo de la herramienta no es comercial, se supuso ese escenario para analizar objetiva y críticamente su desarrollo desde el punto de vista comercial (ver anexo 5).

La metodología Canvas consiste en completar 9 módulos, todos ellos interrelacionados y que explican la forma de operar del producto para generar ingresos. Los 9 módulos o secciones básicas de un modelo de negocio son: 1- Segmentos de mercado: son los grupos de personas o entidades a los que se dirige el producto. 2- Propuesta de valor: se describe el producto que crea valor para un segmento de mercado específico, su finalidad es solucionar un problema o satisfacer la necesidad del cliente. 3- Canales: explica el modo en que una empresa se comunica con los segmentos de mercado para llegar a ellos y proporcionarles una propuesta de valor. Es el contacto entre el producto y los clientes. 4- Relaciones con los clientes: establecer el tipo de relación que desean establecer con cada segmento de mercado. 5- Fuentes de ingresos: Si los clientes constituyen el centro del modelo de negocio, las fuentes de ingresos son sus arterias. 6- Recursos clave: se describen los activos más importantes para que el producto funcione. 7- Actividades clave: se describen las acciones más importantes para que su modelo de negocio funcione. 8- Socios clave: se describe la red socios que contribuyen al funcionamiento de un modelo de negocio. 9- Estructura de costos: En este último módulo se describen todos los costos que implica la puesta en marcha de un modelo de negocio.

Esta metodología contribuye a pensar en todos los segmentos que estarán entorno al desarrollo de la herramienta. Se desarrollan a continuación como se compone cada uno de los segmentos de interés sobre los cuales se profundizó al momento de proponer una innovación.

Para la aplicación desarrollada los segmentos del modelo de negocio que se consideraron fueron los siguientes:

Segmento de clientes: productores y operarios de sistemas de producción pastoriles intensivos.

Propuesta de valor: ayuda a la toma de decisiones y mejora en el manejo de pasturas.

Canales: estructura institucional, página web, canales de difusión, actividades de capacitación presenciales y a distancia.

Relaciones con los clientes: comunidades de usuarios a través de canales institucionales que permitan un activo *feedback*.

Recursos clave: recursos humanos para investigación y desarrollo.

Actividades clave: investigación y desarrollo, actividades presenciales de difusión de tecnologías con productores.

Socios clave: técnico programador e infraestructura web.

Para el caso de los segmentos, “fuentes de ingresos” y “estructura de costos”, no se consideraron, porque no son centrales ni determinantes, debido a que la propuesta se enmarca en la misión institucional de transferencia de tecnología a productores ganaderos sin fines de lucro.

2.1.3.2. Programación

Desde el punto de vista técnico-informático, la herramienta es una aplicación web desarrollada bajo la filosofía de diseño *Responsive Web Design* que permite su correcta visualización desde cualquier dispositivo (computadoras, teléfonos inteligentes, tabletas, etc.) que se esté utilizando. Funciona en un entorno de desarrollo LAMP. Para el *backend* se utilizó PHP y MYSQL y para el *frontend* se utilizó HTML, CSS y Javascript.

2.2. EVALUACIÓN

2.2.1. Verificación

Luego de desarrollado el producto se hizo una verificación o prueba unitaria (Pressman, 2010), es una prueba funcional para detectar, posibles errores y que los cálculos estén realizándose correctamente.

Para esto se plantearon diferentes escenarios hipotéticos y en una planilla de cálculo (Microsoft Excel) se ejecutaron los cálculos, chequeando que tanto los resultados finales como los intermedios fueran correctos.

Este proceso es un aspecto clave previo a difundir abiertamente la herramienta. Es importante que quienes prueben la herramienta no experimenten interferencias innecesarias y que se enfoque en testear el funcionamiento y la utilidad de la misma.

2.2.2. Evaluación preliminar (usuarios expertos)

Cuando se aseguró el correcto funcionamiento, se evaluó preliminarmente con un grupo de 15 posibles usuarios (técnicos y productores) de confianza. Los usuarios elegidos, no conocían sobre el desarrollo de la herramienta, y se les solicitó una evaluación preliminar. Esta evaluación preliminar tuvo como objetivo relevar la receptividad y recibir comentarios sobre la pertinencia de la herramienta. Para esto, se les envió un *link* para abrir la herramienta, con una breve descripción, se los invito a testearla, y que nos realizaran sus comentarios.

2.2.3. Evaluación definitiva (público objetivo)

Para la evaluación final se planteó una metodología de testeo práctica y masiva, con posibles usuarios, con el objetivo de ver *in situ* como se desempeñaban con la herramienta y recibir su *feedback*.

Para su implementación, se propuso una serie de actividades, en 2 días completos, en el marco de la Expo Melilla, en abril de 2018 (ver anexo 2). La convocatoria se realizó con la consigna “prueba de una herramienta para el ajuste de los pastoreos”. Consistió en presentar la aplicación con sus funcionalidades con la ayuda de materiales complementarios, y se solicitó a los participantes que la

abran desde sus celulares y la prueben en un escenario real¹¹, el cual estaban observando. Luego de la prueba se les planteó una evaluación (ver anexo 3), la cual tuvo en cuenta parámetros de satisfacción, haciendo énfasis en aquellos que se definieron como prioritarios al inicio del proceso de desarrollo (Rojo et al., 1999).

Para el procesamiento de la información se ingresaron todas las evaluaciones en un archivo, asociados a los datos personales de cada participante. El objetivo inicial del procesamiento fue relevar el grado de satisfacción, practicidad, confianza y utilidad principalmente, para luego analizar esos los resultados por edades y actividad principal (ver anexo 4).

¹¹ Lote de vacunos en una pastura. Tuvieron disponible información de los animales (número, Kg de PV) y de la pastura (Altura promedio).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este punto se describen los resultados del trabajo haciendo especial énfasis en el producto generado y sus evaluaciones, finalmente se discute sobre los coeficientes técnicos incluidos en dicho producto.

3.1. PRODUCTO

Uno de los objetivos de este trabajo era el desarrollo de una aplicación para la gestión de los pastoreos sobre verdeos y praderas con vacunos en crecimiento y terminación. A la calculadora para el ajuste de los pastoreos se la denominó “enPastoreo” (Instituto Plan Agropecuario, 2019) y se encuentra disponible en: www.enpastoreo.planagropecuario.org.uy www.enpastoreo.planagropecuario.org.uy y

En los siguientes puntos se describe el paso a paso de funcionamiento, donde se visualizan las pantallas y se puede ver el producto, funcional y visualmente terminado.

3.1.1. Pantalla “Inicio”

En la primera pantalla se explica brevemente la utilidad de la herramienta y se muestra las opciones de cálculo. Las tres funcionalidades básicas: cálculo de área, cálculo de días y cálculo del número de animales para un escenario particular.



Figura 2. Pantalla de inicio “Funcionalidades”

3.1.2. Pantalla “Tipo de pastoreo”

En la figura 3 se presenta la pantalla que solicita el tipo de pastoreo o desempeño esperado. En este caso hay 3 opciones: pastoreo restrictivo, pastoreo aliviado y pastoreo muy aliviado.



Figura 3. Pantalla de “Tipo de pastoreo o desempeño esperado”

3.1.3. Pantalla “Entradas”

En la siguiente pantalla (Figura 4) se solicitan las entradas que describen el escenario productivo. En este punto se solicita información sobre el lote de animales en pastoreo (peso vivo promedio), sobre el manejo del pastoreo (días), sobre la pastura disponible (tipo de pastura y biomasa en kg de MS o altura en centímetros) y estación del año.



The image shows a smartphone screen displaying a web form titled "Entradas" from the website planagropecuario.org.uy. The form contains several input fields and dropdown menus, all with a light yellow background. The fields are: "Días de pastoreo *" with the value "1"; "Número de animales *" with the value "44"; "Peso vivo promedio (kg/animal) *" with the value "300"; "Unidad del pasto disponible *" with a dropdown menu set to "Kg/MS/ha"; "Pasto disponible *" with the value "2500"; "Tipo de pastura *" with a dropdown menu set to "Pradera"; and "Estación *" with a dropdown menu set to "Otoño". The smartphone's status bar at the top shows a signal strength icon, a Wi-Fi icon, a battery level of 14%, and the time 9:27.

Figura 4. Entradas “Descripción del escenario”

3.1.4. Pantalla “Resultados”

Finalmente, se presentan los resultados del cálculo solicitado, para el ejemplo que se visualiza en la figura 5, es el área necesaria para el escenario seleccionado. Además, se proporciona información complementaria que contribuye a la interpretación de los resultados, por ejemplo: forraje disponible, utilización instantánea de ese forraje, días aproximados en que vuelve a estar disponible esa pastura, además de información complementaria sobre los principales efectos sobre la pastura y el desempeño animal según el tipo de pastoreo seleccionado.

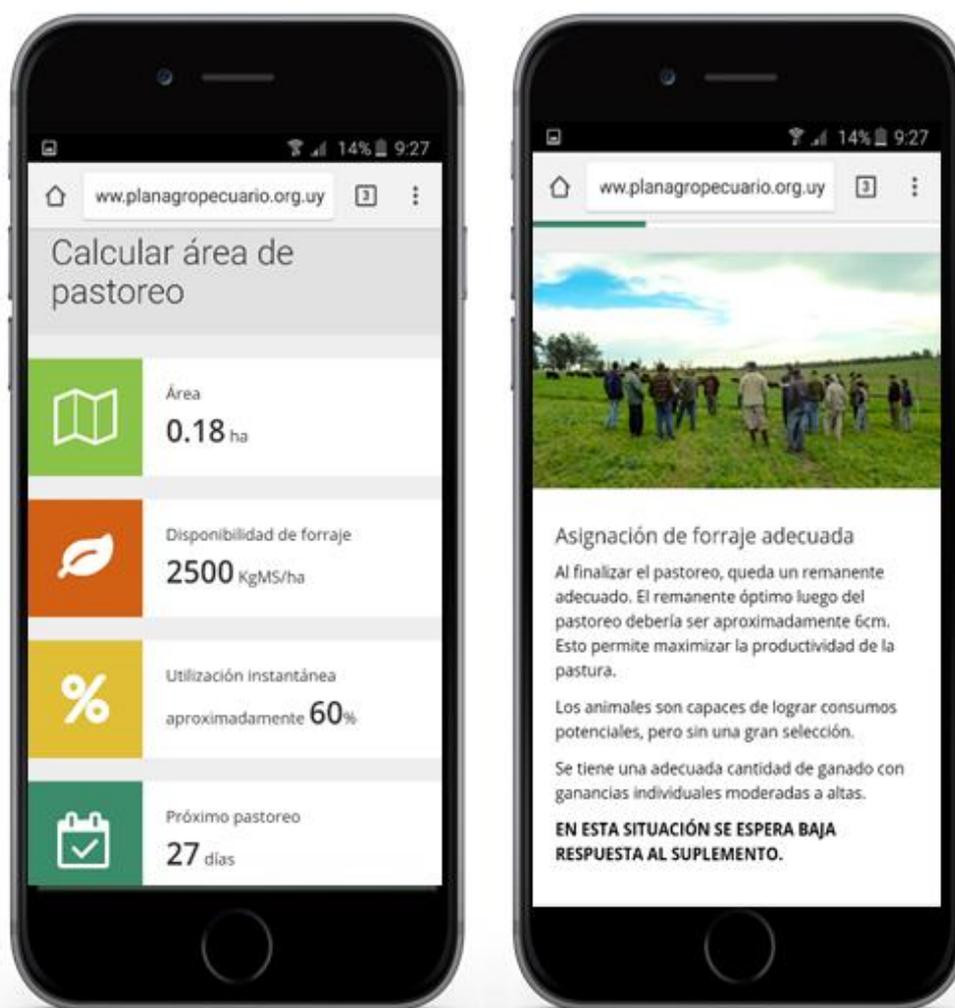


Figura 5. Pantallas de resultados

3.2. EVALUACIÓN

3.2.1. Verificación

A los efectos de visualizar la respuesta y la interacción entre las variables del modelo, desarrollamos algunos escenarios para los 3 cálculos variando algunas de las variables y dejando fijas otras.

En la Figura 6 se reporta el área de pastoreo necesaria (hectáreas) a medida que variamos, la altura de forraje disponible (30, 25, 20 y 15 cm) y los días de ocupación del potrero (1 a 5). Para este ejemplo se dejaron fijas las siguientes variables: número de animales (30), peso vivo (400), tipo de pastoreo (aliviado), estación del año (otoño), tipo de pastura (verde). Se visualiza como el área es afectada por el forraje disponible y los días de ocupación, dejando fijo el resto de las variables.

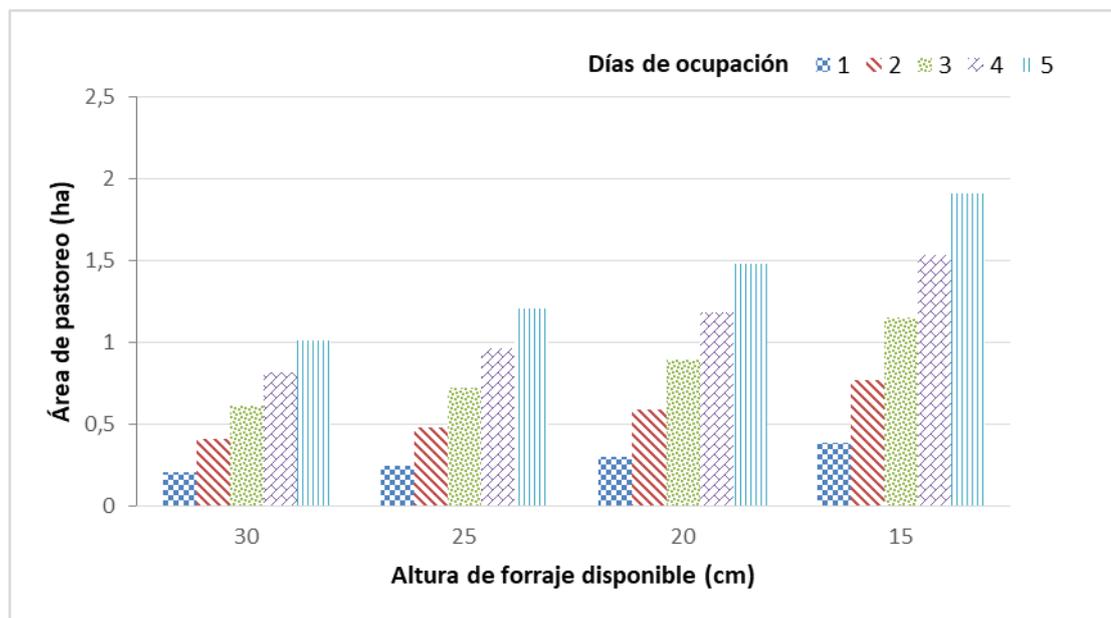


Figura 6. Área de pastoreo necesaria según altura de forraje disponible y días de ocupación.

En la Figura 7 se presenta como varía los días de ocupación y los días al próximo pastoreo al variar tipo de pastoreo (restrictivo, aliviado y muy aliviado) y peso vivo de los animales (250, 300, 400 y 450 kg). Para este ejemplo se dejaron fijas las siguientes variables: número de animales (40), área en hectáreas (2),

estación del año (invierno), tipo de pastura (pradera), altura de la pastura en centímetros (20 cm). Se visualiza como los días de ocupación y los días al próximo pastoreo son afectados por el tipo de pastoreo elegido y variantes en el peso vivo de los animales.

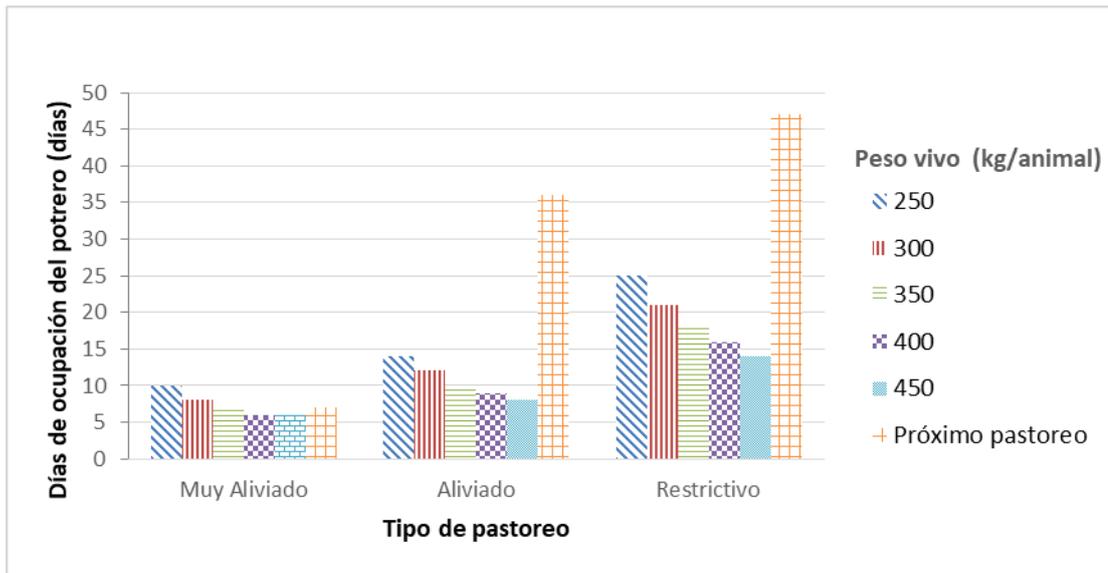


Figura 7. Días de ocupación y días al próximo pastoreo según Tipo de pastoreo y Peso vivo de los animales.

En la siguiente figura (Figura 8) se describe el efecto de la estación (otoño, invierno y primavera) y el área del potrero (0,5, 1 y 1,5 hectáreas) en el número de animales que soporta ese pastoreo. Para representar este escenario se dejaron fijo las siguientes variables: días de pastoreo (1), peso vivo (400), forraje disponible en kg de MS por hectárea (2500), tipo de pastoreo (aliviado) y tipo de pastura (pradera).

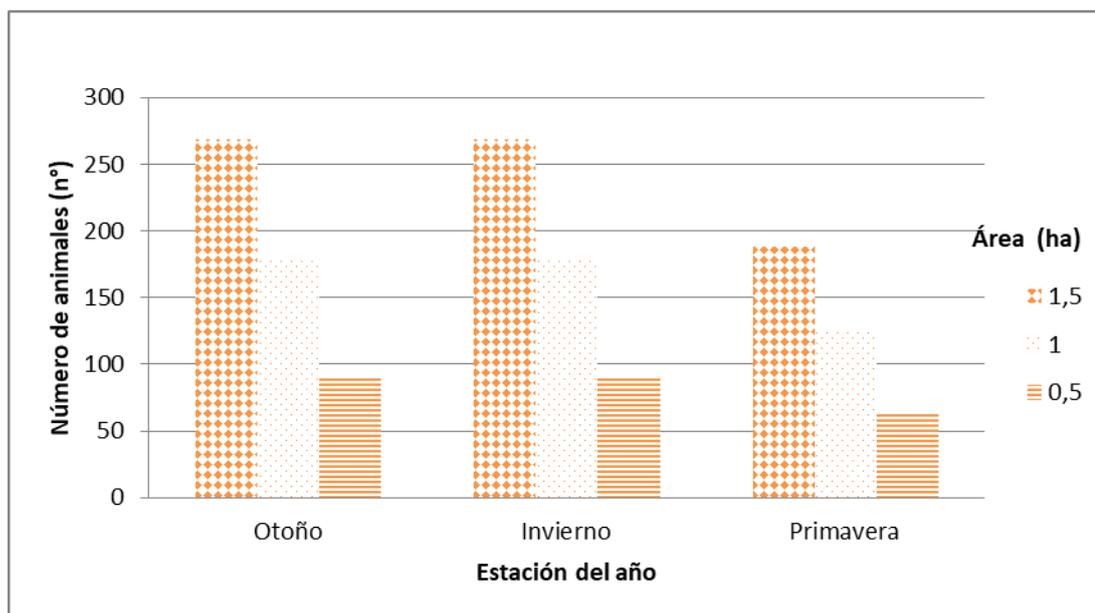


Figura 8. Número de animales según estación y área del potrero.

3.2.2. Evaluación preliminar

Los resultados del primer *test* con usuarios expertos fueron muy alentadores. Todos destacaron la pertinencia y utilidad.

Se citan a continuación algunos de los comentarios recibidos: “*Está muy buena, a la orden para probarla en el campo de cría de la SPLF*”, “*Me gustaría probarla en el campo*”, “*Buen trabajo, adelante*”, “*Excelente, amigable y práctica*”, “*Impecable*”, “*Muy bueno, claro y sencillo*”, “*Está bueno para estimaciones rápidas*”, “*Fácil de usar y amigable*”, “*Me pareció interesante*”.

3.2.3. Evaluación definitiva

Se hicieron presentes en la actividad más de 140 participantes (organizados en grupos de 10 a 30), de los cuales, 96 realizaron la evaluación escrita luego de probar la herramienta. El número de la muestra representa un tamaño interesante, si tomamos como población objetivo 12500¹² potenciales usuarios. Este tamaño de muestra permite expresar los resultados con un 95 % de confianza y un 10 % de margen de error. Comúnmente, para análisis estadísticos se utiliza 95 % de

¹² Ganaderos con uso de pasturas intensivas (MGAP-DIEA 2018).

confianza y 5 % de margen de error, que para la población objetivo que planteamos, el tamaño de muestra sería 300 (SurveyMonkey Inc., 2019).

Para comenzar con el análisis es oportuno caracterizar a las personas o usuarios que realizaron las evaluaciones. El 30 % eran mujeres y 70 % hombres, y el rango etario fue desde 15 a 82 años. Del total, el 54 % eran técnicos, productores o técnicos y productores, el 41 % eran estudiantes de escuelas agrarias y Facultades de Agronomía o Veterinaria, y un grupo menor, de 5 % integrado por otras ocupaciones (Cuadro 11).

Cuadro 11. Caracterización de los usuarios por ocupación

	Número	Porcentaje del total
Técnico	19	20
Técnico y productor	5	5
Productor	28	29
Estudiante	39	41
Otro	5	5

Como muestra el cuadro 12, la herramienta fue valorada con niveles muy altos de satisfacción respecto a practicidad y sencillez, utilidad y valoración del grado de interés de sus resultados. Más del 90 % valoró con los máximos niveles estos parámetros.

Cuadro 12. Percepción general de los usuarios (Practicidad, utilidad, interesante)

	Práctica y sencilla (%)	Útil (%)	Interesante (%)
Muy poco	0	0	0
Poco	0	0	0
Algo	3	7	8
Bastante	40	54	38
Muy	57	39	53

Otro aspecto interesante fue el nivel de satisfacción manifestado por los usuarios de edades más avanzadas con respecto a lo práctico y sencillo que les resultó el uso de la aplicación (el 32 % fueron mayores de 50 años). Todos ellos marcaron niveles altos y muy altos sobre practicidad y sencillez de la herramienta.

Además de ser práctica, fácil de usar y útil para la tarea para la cual fue desarrollada, es imprescindible que sea confiable la información que proporciona. Para ello se evaluó el nivel de confianza en la información por parte de todos los usuarios y se puso especial énfasis en los productores y técnicos. Como se ve en el cuadro 13, casi todos los participantes manifestaron altos y muy altos niveles de confianza en los resultados. Asimismo, la información discriminada por productores y técnicos mantuvo la misma tendencia.

Cuadro 13. Percepción acerca de los resultados de los usuarios

	Confianza en los resultados		
	Todos (%)	Productores (%)	Técnicos (%)
Muy poco	0	0	0
Poco	0	0	0
Algo	6	6	8
Bastante	68	64	75
Muy	25	27	17

Finalmente, como medida de satisfacción general se presenta en los cuadros 14 y 15 los resultados obtenidos cuando se consultó “*si la usarían a futuro*” y “*si la recomendarían en alguna situación*”. La totalidad de los que realizaron las evaluaciones manifestó alta probabilidad de usar la herramienta en el futuro, aspecto que se constató también al analizar la información en el segmento de técnicos y productores. El mismo comportamiento se observó para la consulta sobre si la recomendarían.

Cuadro 14. Valoración sobre utilidad por parte de los usuarios

	La usaría en un futuro	
	Todos (%)	Técnicos y productores (%)
No	0	0
Poco probable	0	0
Probable	24	19
Muy probable	40	42
Totalmente	32	33

Cuadro 15. Valoración sobre si recomendaría el uso de la aplicación

	La recomendaría	
	Todos (%)	Técnicos y productores (%)
No	0	0
Poco probable	0	0
Probable	21	23
Muy probable	37	33
Totalmente	38	38

En síntesis, el nivel de satisfacción por parte de los participantes, con la herramienta fue alto. La gran mayoría de los que la usaron manifestaron niveles altos y muy altos con los parámetros que inicialmente se plantearon como objetivo: que sea útil, sencilla y confiable.

4. CONCLUSIONES

Se finalizó el trabajo con un producto funcional y evaluado. En la evaluación con usuarios se constató la dificultad que inicialmente se percibía, en referencia a la decisión de definir una situación de pastoreo con criterios objetivos.

El trabajo interdisciplinario fue elemental para este proceso, así como también la revisión y sistematización de coeficientes técnicos conocidos, pero también destacar el aprendizaje en áreas nuevas, como lo es todo lo referido a innovación, desarrollo y evaluación de herramientas digitales.

Las características de los parámetros incluidos en la herramienta hacen que tenga ciertas restricciones a su uso. Tanto la simplificación de coeficientes técnicos estables para condiciones de trabajos experimentales (e.g. desempeño animal según asignación de forraje) y la variabilidad de las estimaciones indirectas (e.g. disponibilidad de forraje según altura, tasas de crecimiento promedio) hacen que los resultados no sean un pronóstico, sino una guía y soporte para la toma de decisiones.

Luego de someter la herramienta a una evaluación con posibles usuarios se confirma el agregado de valor que hace en la operativa de hacer los cálculos para definir un pastoreo, hecho que se pudo constatar, debido a que la gran mayoría de los que la probaron manifestaron que la herramienta le resultó útil para la tarea y les generó altos niveles de confianza, aspecto fundamental para el apoyo a la toma de decisiones.

El desafío inicial de hacer disponible la información científica, para contribuir a la toma de decisión y manejo de los pastoreos a los que están en la primera línea a través del desarrollo de una herramienta práctica y útil, se concretó en una aplicación llamada enPastoreo disponible a través de la web y también para descargar como aplicación móvil desde las tiendas tanto de google play y apple store.

5. BIBLIOGRAFÍA

Aberystwyth University. 2013. Farmgraze [En línea]. 11 octubre 2017. Disponible en:

http://www.farmiq.co.nz/?gclid=CjwKEAjwsNfOBRCWI_HevZSJ2i0SJA_BiE2qWsHDnj2eNfUtTOago_oFsom7McKlzzRkBTIIYQ-5LuhocnpDw_wcB

Agnusdei M. 2013. Buenas Prácticas de Manejo de pasturas [En línea]. En: Foprole (1°, 2013, Montevideo). Una ventana a la lechería nacional. 10 agosto 2017. Disponible en:

<http://www.eleche.com.uy/principal/materiales-tecnicos-foprole-2013?es>

Agnusdei M. 2011. Rol de la ecofisiología en el diseño de manejos especializados de pasturas [En línea]. En: ALPA (Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, Vol. 21, Núm. 1: 63-78) 2011. 10 setiembre 2017.

Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/170-ecofisiologia.pdf

Agustoni F, Bussi C, Shimabukuro M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.

Allen V. 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. Grass and Forage Science [En línea]. Wiley Online Library. 12 de mayo de 2019. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>

Almada S, Palacios M, Villalba S, Zipitría G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de Raigrás Perenne, Trébol Blanco y Lotus Corniculatus, Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.

- Balocchi O, Kusanovic K, Loaiza P, López I. 2013. Dinámica de crecimiento y calidad nutritiva de una pradera de *Lolium perenne* sometida a diferentes frecuencias de defoliación: periodo primavera-verano. [En línea]. *Agro Sur* 41(1): 11-21. 10 marzo 2019. Disponible en: <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art02-Balocchi.pdf>
- Balocchi O. 2012. Manejo eficiente del pastoreo [En línea]. Consorcio Lechero Chile. Ed: Araya, Balocchi, Canales, Contreras, Días, Gaete, Moscoso, Salazar, Saldivia, Torres, Vásquez, Wulf. 10 abril 2017. Disponible en: <http://www.consorcirolechero.cl/chile/documentos/publicaciones/pastoreo.pdf>
- Bontempo M. 2013. Hacia una ruralidad informatizada [En línea]. *INTA Informa*. N° 133. 2013. 20 abril 2018. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/hacia-una-ruralidad-informatizada>
- Bosch M. 2012. Un futuro regional en construcción [En línea]. Newsletter de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. N°18. Página 2. 2012. 17 junio 2018. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36924/1/elacnewsletter18_es.pdf
- Cantou A, Echenique M, Gallinal C, Muñoz M. 2009. Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franjas en la performance de terneros Hereford, Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 56 p.
- Carámbula M. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
- Clariget JM, Lema M, Brito G, Pérez E, Montossi F, La Manna A. 2014. Alimentación en sistemas ganaderos intensivos de producción de carne: recomendaciones para la mejora de la productividad. *Revista del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay*. No. 37: 19 -24.

- Cubillos F, Mott O. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. *Agricultura Técnica*. 29 (4): 178-185
- Chavarría H. 2012. Potenciar el impacto de las TIC en las instituciones públicas debería concebir al usuario final como el objetivo. [En línea]. Newsletter de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. N°18. Página 8. 2012. 17 junio 2018. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36924/1/elacnewsletter18_es.pdf
- De León. 2007. Interacciones pastura - animal. En: Cuadernillo clásico de forrajeras febrero 2007 N° 135. Ed: INTA Manfredi (Argentina). [En línea]. 11 octubre 2017. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar . 2 p.
- Escuder C. 1996. Manejo de la defoliación, efecto de la carga y métodos de pastoreo. Balcarce, Argentina. En: Cangiano C (Ed) Producción Animal en Pastoreo. Ed.: INTA Balcarce (Argentina). Páginas 65 - 83.
- Evergraze. 2013. "Pasture utilisation". Australia. [En línea]. 11 octubre 2017. Disponible en: <https://www.evergraze.com.au/about-evergraze/>
- Fernandez M, Nava M. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo (Uruguay). Facultad de Agronomía. 99 p.
- Formoso F. 2009. Aspectos a Considerar para Mejorar la Producción y Utilización de Forraje Durante Otoño e invierno. *Revista INIA*. Ed: INIA, Uruguay. No. 17: 1-7.
- Formoso F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. En: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Tacuarembó, INIA. Serie técnica No. 80: 1-19.
- Fulkerson J, Slack K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*. No. 50: 16-20

- Grazing calculator. 2013. [En línea]. 11 octubre 2017. Disponible en: <https://www.grazingcalculator.com/about-us>
- Hodgson, J. 1990. Grazing management; science into practice. s.l., Longman. 216 p.
- Instituto Plan Agropecuario, 2019. Calculadora de pastoreos. [En línea]. 20 abril 2019. Disponible en: www.enpastoreo.planagropecuario.org.uy
- Invernizzi G, Puig C, Viroga S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 101 p.
- Lázaro, M. 2015. Herramienta para el control del proceso de recría engorde de vacunos en condiciones de pastoreo. Tesis Magíster en Agronomía Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.s/p.
- Mac Meekan. 1956. "Grazing management" 7 ° Congreso Internacional Grassland Raukura Animal Research Station, Hamilton, NZ.
- MGAP-DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias). 2018. Anuario Estadístico. [En línea]. 13 octubre 2018. Disponible en: https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario_2018.pdf
- Montossi F, Pravia MI, Andregnette B, Invernizzi G, Ayala W, Cuadro R, Porcile V. 2013. Resultados y análisis de la encuesta tecnológica realizada a los productores del Giprocar II. En: Serie técnica de INIA. N° 211. Invernada de precisión. Páginas 7 - 30.
- Montossi F, De Barbieri I, Dighiero A. 2006a. El uso de la altura del forraje: Una herramienta disponible para el manejo eficiente de sistemas pastoriles orientados a la producción ovina. En: Serie técnica de INIA N° 206. Tecnologías de engorde de corderos pesados sobre pasturas cultivadas del Uruguay. Páginas 159 -182.

- Montossi F, De Barbieri I, Dighiero A. 2006b. Asociaciones entre la altura de pastura y el crecimiento de corderos en los predios de los productores. En: Serie técnica de INIA. N° 206. Tecnologías de engorde de corderos pesados sobre pasturas cultivadas del Uruguay. Páginas 183 -188.
- Mott G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. In: International Grassland Congress (8°, 1960, Oxford). Proceedings. s.n.t. pp. 606-611.
- MWC (Mobile Wolrd Congress). 2019. Dos tercios de la humanidad ya usan un móvil. [En línea]. 15 octubre 2019. Disponible en: https://elpais.com/tecnologia/2019/02/25/actualidad/1551107066_315467.html
- Oleggini, G. 2017. El Pasto en el Tambo. [En línea]. En Ficha técnica No. 12. Página 18. 5 febrero 2018. Disponible en: <http://www.eleche.com.uy/files/el-pasto-en-el-tambo?es>
- Osterwalder, A.; Pigneur Y. 2010 Generación de modelos de negocio. [En línea]. Ed: Centro Libros PAPF, S. L. U. Grupo Planeta, Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España). 1 marzo 2017. Disponible en: <http://www.convergenciamultimedial.com/landau/documentos/bibliografia-2016/osterwalder.pdf>
- Pasturemap Inc. 2016. [En línea]. 11 octubre 2017. Disponible en: <https://pasturemap.com/>
- Pressman S. 2010. Ingeniería de software. Un enfoque práctico. [En línea]. 12 junio 2017. Disponible en: <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- Rinaldi C. 2005. Disponibilidad de forraje, compresibilidad y altura, de pasturas sembradas en basamento Cristalino del Uruguay. Revista Argentina de Producción Animal. Volumen 25. Supl. 1. Páginas 229 - 230.
- Rodrigues M. 2012. Las TIC como herramienta para la superación de las asimetrías [En línea]. Newsletter de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. N°18. Página 3. 2012. 17 junio 2018. Disponible en:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36924/1/elacnewsletter18_es.pdf

- Rojo AM, Forcada B, Herrera M, Zapata S. 1999. Propuesta metodológica para la medición de la satisfacción de clientes de software. [En línea]. En: I Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI). 11 de octubre 2017. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22261>.
- Sheath G, Clark S. 1998. Management of grazing systems: temperate pastures. En: The Ecology and Management of Grazing Systems. Ed: John Hodgson, Massey University, New Zealand, Andrew Illius, Institute of Cell, Animal and Population Biology, University of Edinburg, UK. 480 p.
- Simeone A, Beretta V. 2016. A pasto y a corral, dos caminos un mismo destino: la rentabilidad. Paysandú, Uruguay. Ed: Álvaro Simeone, Virginia Beretta. Publicación de la Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. 2016. Página 18 - 24.
- Simeone A, Beretta V. 2008. Producción de carne a pasto: asignación de forraje, respuesta animal y utilización de forraje. Paysandú, Uruguay. Ed: Álvaro Simeone, Virginia Beretta. Publicación de la Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Ganadería más eficiente. 2008. Página 20 - 24.
- SurveyMonkey Inc. 2019. Calculadora tamaño de muestra. [En línea]. 2 febrero 2019. Disponible en: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Zanoniani R. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Revista Agrociencia, 14 (3): 26 - 30.

6. ANEXOS

1- enPastoreo: Desarrollo de una herramienta para la gestión de los pastoreos en praderas y verdeos con vacunos en crecimiento y terminación¹

¹Resumen Tesis de Maestría en Agronomía, Fagro, UDELAR.

La problemática

La brecha entre lo real y lo posible en lo que respecta a la productividad y uso de pasturas ha sido siempre un tema de interés a tanto a nivel de productores, de la investigación como de la transferencia de tecnología. Estos problemas, fueron reportados por Montossi et al. (2013), donde se destaca que el desfase respecto del potencial productivo de las pasturas es en verdeos invernales y en praderas. En el mismo sentido, Formoso (1996) reporta aumentos de hasta un 40 % de la productividad por pasar de manejo no controlado a controlado.

Es común a nivel de la investigación, expresar la información sobre el forraje ofrecido, utilizando la variable asignación de forraje (AF). Este aspecto presenta algunas dificultades para ser comprendido masivamente por quienes están en la primera línea de toma de decisiones. Es una forma muy precisa de cuantificar la respuesta, pero, a los efectos prácticos adolece de ciertas limitantes, como es saber exactamente el peso del ganado que pastorea, y fundamentalmente tener información permanente de disponibilidad de MS, cosa nada común a nivel de campo (Lázaro 2015).

Sin embargo, en la interacción directa con productores y operarios, en el terreno, se constata que, en la operativa de gestión de los pastoreos, es común que manifiesten: *“lo hago a ojo”*, *“me dijeron que ponga tantos animales”*, *“a prueba y error”*, *“le armo como me parece y según como queda, en el siguiente pastoreo ajusto”*.

En este sentido se aprecian ambigüedades, en algunos casos, no se conoce la información disponible para la toma de decisiones a la hora de ajustar un pastoreo, pero en otros casos, aun conociendo la información disponible existe dificultades a la hora de definir un área de pastoreo, sobre todo en lo que refiere a tener los

criterios claros, toma de decisiones, como también interferencias vinculadas a la comunicación interpersonal en la operativa.

Cada decisión referida al ajuste de los pastoreos, depende de variables dinámicas y que interactúan, las más determinantes son: disponibilidad de forraje y forraje a ofrecer a los animales, y a su vez otras variables que dependen de estas decisiones de ajuste, como son, la posibilidad de selección por parte de los animales, la utilización instantánea y el remanente que queda luego del pastoreo.

En este contexto cobra importancia desarrollar una herramienta que facilite la operativa de gestión de los pastoreos integrando información generada a nivel nacional, que contemple el ajuste de ofertas de forraje según los objetivos de consumo y por lo tanto producción, pero a su vez que tenga en cuenta aspectos que promuevan la productividad de las pasturas.

La solución

Se presenta a continuación el link de acceso a la herramienta “enPastoreo”, calculadora para el ajuste de los pastoreos. A la misma se la denomino enPastoreo.

[Link de acceso:](#)

www.enpastoreo.planagropecuario.org.uywww.enpastoreo.planagropecuario.org.uy

En los siguientes puntos se describe el paso a paso de funcionamiento, donde se visualizan las pantallas y se puede ver el producto, funcional y visualmente terminado.

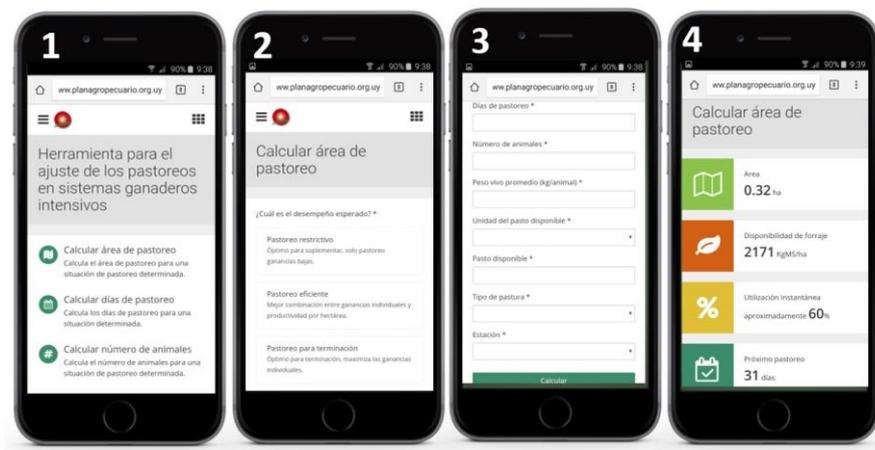
En la pantalla 1 explica brevemente la utilidad de la herramienta y muestra las opciones de cálculo. Las tres funcionalidades básicas: Cálculo de área, cálculo de días y cálculo del número de animales para un escenario particular.

La pantalla 2 solicita que se defina qué tipo de pastoreo o desempeño esperado con el lote de animales. En este caso hay 3 opciones: Pastoreo restrictivo, Pastoreo aliviado y pastoreo muy aliviado.

En la pantalla 3 se solicitan las entradas que describen el escenario. En este punto se solicita información sobre el lote de animales en pastoreo (Peso vivo promedio), sobre manejo del pastoreo (días), sobre la pastura disponible (Tipo de

pastura y estimación de la biomasa en Kg de MS o altura en centímetros) y estación climática.

Finalmente, se presentan los resultados del cálculo solicitado, en la pantalla 4, es el área necesaria para el escenario seleccionado. Además, se proporciona información complementaria que contribuye a la interpretación de los resultados, por ejemplo: Forraje disponible, utilización instantánea de ese forraje, días aproximados en que vuelve a estar disponible esa pastura y aspectos conceptuales sobre los efectos de la asignación de forraje elegida.



Agregado de valor

Esta herramienta agrega valor en los sistemas ganaderos desde diferentes puntos de vista:

- Aumento de productividad por el manejo controlado de las pasturas.
- Contribuye a la toma de decisiones al momento de un escenario de pastoreo.
- Entrenamiento en el manejo óptimo de pasturas.
- Facilita comunicación interpersonal.

Evaluación con usuarios

Para comenzar con el análisis es bueno caracterizar a las personas o usuarios que realizaron las evaluaciones. Total de participantes 96. El 30 % fueron mujeres

y 70 %, hombres, y el rango etario va desde 15 a 82 años. Del total, el 54 % son técnicos, productores o técnicos y productores, el 41 % son estudiantes de escuelas agrarias y Facultades de Agronomía o Veterinaria, y un grupo menor, de 5 % integrado por otras ocupaciones.

La herramienta fue valorada con niveles muy altos de satisfacción respecto a practicidad y sencillez, utilidad e interesante de sus resultados. Más del 90 % valoro con los máximos niveles estos parámetros.

Aspecto interesante fue el nivel de satisfacción con respecto a lo practica y sencilla que manifestaron los usuarios de edades más avanzadas, del total de 96 usuarios, 31 son mayores de 50 años. Todos ellos marcaron niveles Altos y muy altos sobre practicidad y sencillez de la herramienta.

Además de que sea práctica, fácil de usar y tenga cierto nivel de utilidad para la tarea para la cual fue desarrollada, es imprescindible que sea confiable la información que proporciona. Para eso evaluamos el nivel de confianza en la información por parte de todos los usuarios y pusimos especial énfasis en los productores y técnicos. Casi todos los participantes manifestaron altos y muy altos niveles de confianza en los resultados. A su vez, se profundizó en la información por productores y técnicos, se mantuvo la misma tendencia.

La totalidad de los que realizaron las evaluaciones manifestaron alta probabilidad de usar la herramienta en el futuro, aspecto que se constató también al analizar la información en el segmento de técnicos y productores. El mismo comportamiento se observó a la consulta si la recomendarían.

En síntesis, el nivel de satisfacción por parte de los participantes, con la herramienta fue alto. La gran mayoría de los que la usaron manifestaron niveles altos y muy altos con los parámetros que inicialmente se plantearon como objetivo: que sea útil, sencilla y confiable.

Consideraciones finales

Inicialmente destaco el aprendizaje obtenido en el proceso de pasar de una “idea” a un producto. Desde el trabajo con pares de otra área, hasta la revisión y

sistematización de bibliografía, conocida en algunos casos, y nueva en otros, como lo es todo lo referido a la temática: desarrollo de innovación, construcción y evaluación de herramientas.

Haciendo referencia a los objetivos planteados, se finalizó el trabajo con un producto funcional y evaluado. En la evaluación con usuarios se constató la dificultad que inicialmente se percibía, en referencia a la decisión de definir una situación de pastoreo con criterios objetivos. La gran mayoría de los que conocieron y probaron la herramienta tuvieron valoraciones muy positivas desde los diversos enfoques.

El desafío inicial de hacer disponible la información científica, para contribuir a la toma de decisión y manejo de los pastoreos a los que están en la primera línea a través del desarrollo de una herramienta práctica y útil, se concretó en una aplicación llamada enPastoreo disponible a través de la web y también para descargar como aplicación móvil desde las tiendas tanto de google play y apple store.

En lo que es el producto en sí, el desafío inicial de integrar la información generada con el objetivo de hacer un aporte a una determinada tarea. Destacando la contribución de Federico Arias (técnico informático), como con sus aportes y desde su enfoque en lograr un producto de calidad, desde lo visual hasta lo funcional, aspectos que se reflejan en su muy fácil uso y permitiendo total comprensión de sus funciones y la que información necesita.

Confirma el agregado de valor que hace en la operativa de hacer los cálculos para definir un pastoreo, hecho que se pudo constatar en el campo, donde, la gran mayoría de los que la evaluaron manifestaron que la herramienta le resultó útil para la tarea y les generó altos niveles de confianza, aspecto fundamental para el apoyo a la toma de decisiones.

Citas Bibliográficas

Formoso F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In:

Montossi F, Pravia MI, Andregnette B, Invernizzi G, Ayala W, Cuadro R, Porcile V. 2013. Resultados y análisis de la encuesta tecnológica realizada a los productores del Giprocar II. En: Serie técnica de INIA. N° 211. Invernada de precisión. Páginas 7 a 30.

Lázaro, M. 2015. Herramienta para el control del proceso de recría engorde de vacunos en condiciones de pastoreo. Tesis Magíster en Agronomía Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66p.s/p.

2 - Fotos actividades “evaluación”





3- Formulario evaluación

EVALUACIÓN

Nombre:

Edad:

Cedula de identidad:

Actividad vinculada al sector agropecuario:

Celular:

1	¿Le pareció sencilla y práctica de usar?	Muy poco	Poco	Algo	Bastante	Muy
2	¿Le fue útil para la tarea que se le planteó?	Muy poco	poco	Algo	Bastante	Muy
3	La información que le proporcionó ¿le pareció interesante?	Muy poco	Poco	Algo	Bastante	Muy
4	¿Le pareció confiable?	Muy poco	Poco	Algo	Bastante	Muy
5	¿La seguiría usando en el futuro?	No	Poco probable	Probable	Muy probable	Totalmente
6	¿Recomendaría su uso en algunas situaciones?	No	Poco probable	Probable	Muy probable	Totalmente

Comentarios:

4 - Planilla “registro de evaluaciones”

ID	Edad	Ocupación	Práctico	Útil	Interesante	Confiable	La usaría
1	25	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Muy probable
2	25	Estudiante	Bastante	Algo	Bastante	Bastante	Probable
3	24	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Totalmente
4	23	Estudiante	Muy	Bastante	Bastante	Bastante	Probable
5	20	Estudiante	Muy	Algo	Algo	Bastante	Muy probable
6	19	Estudiante	Muy	Muy	Bastante	Muy	Muy probable
7	19	Estudiante	Bastante	Bastante	Muy	Bastante	Probable
8	18	Estudiante	Muy	Muy	Bastante	Bastante	Muy probable
9	18	Estudiante	Bastante	Bastante	Algo	Algo	Probable
10	18	Estudiante	Bastante	Bastante	Algo	Bastante	Muy probable
11	18	Estudiante	Bastante	Bastante	Muy	Bastante	Totalmente
12	18	Estudiante	Bastante	Bastante	Algo	Bastante	Probable
13	18	Estudiante	Bastante	Muy	Muy	Bastante	Muy probable
14	18	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Totalmente
15	18	Estudiante	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
16	18	Estudiante	Bastante	Muy	Bastante	Bastante	Probable
17	18	Estudiante	Bastante	Muy	Muy	Bastante	Muy probable
18	17	Estudiante	Bastante	Muy	Muy	Bastante	Muy probable
19	17	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Muy probable
20	17	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Muy	Totalmente
21	17	Estudiante	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
22	17	Estudiante	Bastante	Bastante	Bastante	Muy	Probable
23	17	Estudiante	Algo	Bastante	Bastante	Bastante	Probable
24	16	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Muy	Totalmente
25	16	Estudiante	Algo	Algo	Bastante	Muy	Muy probable
26	16	Estudiante	Muy	Muy	Algo	Bastante	Muy probable
27	16	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Probable
28	16	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Muy	Totalmente
29	16	Estudiante	Bastante	Bastante	Muy	Bastante	Muy probable
30	16	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Totalmente
31	16	Estudiante	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Probable
32	16	Estudiante	Muy	Muy	Muy	Bastante	Probable
33	15	Estudiante	Bastante	Muy	Bastante	Bastante	Poco probable
34	15	Estudiante	Muy	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
35	15	Estudiante	Bastante	Bastante	Algo	Muy	Totalmente
36	15	Estudiante	Algo	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
37	15	Estudiante	Muy	Bastante	Bastante	Algo	Probable
38	15	Estudiante	Muy	Bastante	Bastante	Bastante	Probable
39	15	Estudiante	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
40	56	Otro	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Probable
41	55	Otro	Muy	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
42	49	Otro	Muy	Bastante	Muy	Muy	Muy probable
43	39	Otro	Muy	Muy	Muy	Muy	Muy probable
44	26	Otro	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
45	74	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Totalmente
46	71	Productor	Muy	Muy	Muy	Bastante	Muy probable
47	69	Productor	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
48	64	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Probable
49	61	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
50	59	Productor	Muy	Bastante	Muy	Muy	Muy probable
51	57	Productor	Muy	Bastante	Bastante	Algo	Muy probable
52	57	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
53	57	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
54	56	Productor	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Totalmente
55	56	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Totalmente
56	56	Productor	Muy	Muy	Muy	Bastante	Muy probable
57	55	Productor	Muy	Muy	Muy	Muy	Muy probable

58	55	Productor	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Muy probable
59	54	Productor	Muy	Muy	Muy	Bastante	Probable
60	53	Productor	Muy	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
61	50	Productor	Muy	Muy	Bastante	Bastante	Muy probable
62	50	Productor	Bastante	Algo	Bastante	Bastante	Muy probable
63	47	Productor	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
64	47	Productor	Bastante	Muy	Muy	Muy	Totalmente
65	42	Productor	Bastante	Bastante	Muy	Muy	Totalmente
66	39	Productor	Bastante	Bastante	Bastante	Algo	Probable
67	37	Productor	Bastante	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
68	36	Productor	Muy	Bastante	Muy	Bastante	Muy probable
69	30	Productor	Muy	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
70	29	Productor	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
71	24	Productor	Bastante	Algo	Bastante	Bastante	Muy probable
72	19	Productor	Bastante	Muy	Muy	Muy	Totalmente
73	82	Técnico	Bastante	Bastante	Muy	Bastante	Probable
74	78	Técnico	Bastante	Bastante	Muy	Bastante	Probable
75	75	Técnico	Bastante	Bastante	Muy	Bastante	Probable
76	67	Técnico	Bastante	Muy	Bastante	Bastante	Totalmente
77	67	Técnico	Muy	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
78	61	Técnico	Muy	Algo	Muy	Bastante	Probable
79	59	Técnico	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
80	57	Técnico	Muy	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
81	54	Técnico	Bastante	Muy	Muy	Muy	Muy probable
82	54	Técnico	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Totalmente
83	50	Técnico	Muy	Muy	Bastante	Bastante	Muy probable
84	45	Técnico	Bastante	Bastante	Algo	Algo	Muy probable
85	34	Técnico	Muy	Bastante	Bastante	Muy	Muy probable
86	31	Técnico	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Probable
87	29	Técnico	Muy	Muy	Bastante	Bastante	Muy probable
88	29	Técnico	Bastante	Bastante	Bastante	Bastante	Totalmente
89	28	Técnico	Muy	Muy	Muy	Bastante	Totalmente
90	27	Técnico	Muy	Algo	Bastante	Algo	Probable
91	25	Técnico	Muy	Bastante	Algo	Bastante	Probable
92	44	Técnico y productor	Muy	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
93	41	Técnico y productor	Muy	Muy	Muy	Bastante	Muy probable
94	40	Técnico y productor	Muy	Bastante	Bastante	Bastante	Muy probable
95	39	Técnico y productor	Muy	Muy	Muy	Muy	Totalmente
96	36	Técnico y productor	Muy	Bastante	Muy	Muy	Muy probable

5 - Modelo Canvas

