

Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible

Alberto José Triminio Ponce

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Alberto José Triminio Ponce

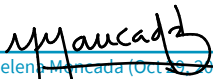
Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible

Presentado por:

Alberto José Triminio Ponce

Aprobado:


Marielena Moncada (Oct 30, 2020 15:26 MDT)

Marielena Moncada, Ph.D.
Asesora Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria


Angel Augusto Suazo Ramirez (Oct 30, 2020 09:02 MDT)

Angel Augusto Suazo, M.A.E
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico

Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible: Revisión de literatura

Alberto José Triminio Ponce

Resumen. La ganadería representa un sector importante para la industria alimenticia y es la principal fuente de ingresos de millones de familias en el mundo. Sin embargo, la forma convencional en la que se manejan las fincas ganaderas impacta negativamente al medio ambiente, contribuye con la ampliación de la frontera agrícola y causa degradación de las pasturas. Considerando lo anterior, surge la necesidad de implementar sistemas de producción eficientes que ayuden a mitigar los impactos negativos de la ganadería extensiva. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue difundir el Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible, capaz de incrementar la producción de los animales y reducir los impactos ambientales negativos actuales. Para la realización del estudio, se utilizó un total de 50 artículos e investigaciones científicas, obtenidos de revistas, publicaciones de universidades y entidades gubernamentales. Se investigaron y describieron los sistemas de pastoreo más implementados en el trópico y los factores que afectan la producción de las pasturas. De igual manera, se describió el PRV, las leyes que lo rigen y su impacto en la producción de los animales y el medio ambiente. Se concluyó que el PRV contribuye a mitigar los impactos ambientales negativos actuales, debido a la capacidad de captura de carbono de las pasturas. Además, permite aumentar la capacidad de carga animal, mejora la producción de biomasa y su valor nutritivo.

Palabras clave: Captura de carbono, ganadería regenerativa, pasturas, producción animal.

Abstract. Livestock represents an important sector for the food industry and is the main source of income for millions of families in the world. However, the conventional way in which livestock farms are managed, negatively affects the environment, contributes to the expansion of the agricultural frontier, and causes pastures degradation. Considering this, arises the need to implement efficient production systems that help to mitigate the negative impact of extensive livestock farming. Therefore, the objective of the study was to spread Voisin's Rational Grazing (VRG) as a sustainable production system, capable of increasing animal production and reducing the current negative environmental impacts. To carry out the study, a total of 50 research articles and other scientific research were used, obtained from different journals, university research, and government entities. Furthermore, the laws that govern VRG and its impact on animal production and the environment were described. It was concluded that the VRG contributes to mitigating current negative environmental impacts, due to the carbon capture capacity of pastures. In addition, it allows to increase the animal carrying capacity, improves the production of biomass and its nutritional value.

Key words: Animal production, carbon capture, pastures, regenerative livestock.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. DESARROLLO.....	4
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA	14

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional ha traído consigo un aumento a nivel mundial en la demanda de alimento de origen animal. De acuerdo con la FAO (2019), se estima que la demanda de carne y leche aumente en un 57 y 48% respectivamente entre 2005 y 2050. La ganadería representa un sector importante para la industria alimenticia, ya que contribuye a satisfacer dicha demanda a través de los productos alimenticios que proporciona. Sin embargo, la contribución de la ganadería no se limita únicamente a la producción de alimento. El ganado contribuye a la seguridad alimentaria al suministrar macro y micronutrientes esenciales, proporciona estiércol y tracción animal (Mottet *et al.* 2017). Además de esto, la FAO (2020), estima que la ganadería es la principal fuente de ingresos de alrededor de 200 millones de familias de pequeños productores en Asia, África y América Latina, y la única fuente de subsistencia para al menos 20 millones de familias. Si a esto se suman los medianos productores las cifras bien podrían duplicarse.

En el trópico hay muchas formas de alimentar el ganado, se podría decir que cada productor tiene su sistema de alimentación diferenciado. Sin embargo, existe un gran factor común, el pasto como base de la alimentación. El manejo de las pasturas se caracteriza por la falta de fertilización, la escasa rotación, el pastoreo excesivo y la ausencia de suplementación en épocas secas (Pérez *et al.* 2006). Estas explotaciones están, en su mayoría, constituidas por sistemas de baja inversión y bajo costo. No obstante, implementar este manejo en los hatos resulta contraproducente, ya que no permite la expresión total del potencial productivo de los animales y se degradan las pasturas (Matamoros 2020a). Considerando lo anterior, resulta necesaria la implementación de sistemas de producción eficientes y sostenibles, que además de incrementar la producción de los animales ayuden a reducir los impactos ambientales negativos actuales.

La mayor parte de los informes y trabajos científicos referidos a la relación entre ganadería y cambio climático han obviado la existencia de distintos sistemas ganaderos, muy diferentes en cuanto a su funcionamiento, perfil de emisiones y características socio-ecológicas (Herrera 2020). Entre muchos de estos sistemas de producción diferentes, destaca el Pastoreo Racional Voisin (PRV), el cual es el encuentro del animal con el pasto, comandado por el humano (Mondino 2019). La constante intervención del humano, quien es el responsable de comandar el pastoreo de los animales es, en esencia, lo que hace que este sistema sea racional. El PRV es el sistema de producción ganadero más eficiente con base en pasto. Esta eficiencia se logra a través de la utilización de todos los conocimientos, herramientas, teorías y leyes existentes sobre la producción de forrajes y producción animal, sin dejar ningún componente fuera. Se hace un uso racional de los recursos con los que contamos para producir (Castillo 2013). El PRV considera y permite la máxima recuperación de las pasturas, antes de ser pastoreadas. Mientras que, en otros sistemas no se considera necesariamente la recuperación de la planta, en lugar de esto, se le da prioridad a la rotación de las vacas (Rúa 2010).

Cómo en cualquier aplicación de una nueva tecnología, se debe esperar un tiempo determinado para observar los resultados, ya sean positivos o negativos. Algunos investigadores aseguran que tras la implementación del PRV, los resultados son observables dentro de 3-5 años, aproximadamente. Sin embargo, a través de la experiencia que tuvieron una pareja de ganaderos al implementar PRV en su finca, Pezo (2018), señala que los resultados no tardan mucho tiempo en

manifestarse. Dichos ganaderos, decidieron cambiar de un sistema con manejo mayormente extensivo y con pocos potreros en pastoreo rotacional a PRV, los resultados fueron evaluados tras 18 meses de haberse implementado el sistema. El cambio del sistema de pastoreo resultó en que se duplicó la carga animal, el intervalo entre partos se redujo en tres meses y la producción de leche casi se duplicó y, lo importante es que esos efectos se han incrementado con el tiempo. Esto obviamente va a tener impactos importantes en la economía de la explotación, los cuales, en otras fincas han mostrado que es posible recuperar hasta un 80% de la inversión en apenas un año.

La implementación del PRV trae consigo resultados positivos para la economía del productor, para la producción y reproducción de los animales. De igual manera, es importante considerar los efectos de su implementación en el suelo y en el medio ambiente. El pastoreo racional intensivo del pastizal puede contribuir de manera significativa en la evolución de la biota edáfica, mejor utilización de la materia orgánica por las plantas, retención de la humedad, evita la compactación, incide en la captación y retención del carbono, lo cual favorece este tipo de manejo la relación suelo-planta-animal y la resiliencia al cambio climático (Milera *et al.* 2019).

El presente trabajo tuvo como objetivo difundir el Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible, que permite incrementar la producción de los animales y reducir los impactos ambientales negativos actuales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Táctica de investigación

La presente revisión de literatura se realizó entre los meses de julio y septiembre. Durante este tiempo, se utilizaron artículos científicos publicados por diferentes revistas de renombre, investigaciones realizadas por diferentes universidades y algunos artículos publicados por diferentes entidades gubernamentales de América Latina y el Caribe. Dichos artículos y publicaciones se encuentran citados a lo largo del documento e incluidos en la sección de literatura citada. Para la búsqueda de la información, se utilizaron palabras claves como captura de carbono, ganadería regenerativa, gases de efecto invernadero, pasturas, producción animal, restauración de pasturas, vacas, entre otras.

Criterios de inclusión

Para la realización del estudio, se utilizaron un total de 51 artículos e investigaciones científicas, obtenidos de revistas de renombre, reconocidas universidades y entidades gubernamentales. Los artículos incluidos contienen información relacionada al Pastoreo Racional Voisin (PRV), las leyes que lo rigen y su impacto en la producción de los animales y el medio ambiente. Además, se incluyeron publicaciones con información relacionada a los sistemas de pastoreo implementados en el trópico y los factores que afectan la producción de las pasturas. La mayoría de las investigaciones anteriormente mencionadas, estaban en el idioma español. Sin embargo, también se encontraron algunas en idioma inglés. Todos los artículos e investigaciones utilizadas fueron de mucha importancia para poder llevar a cabo la presente revisión de literatura.

3. DESARROLLO

Pastoreo

Por definición, el pastoreo es la cosecha del forraje tomada directamente por el animal para alimentarse. Desde el punto de vista del animal, el proceso de pastoreo involucra la búsqueda para la aprehensión e ingestión del material vegetal (Ferri *et al.* 2014). En palabras más sencillas, el pastoreo es el encuentro del animal con el pasto. El pastoreo, constituye una de las formas de explotación más importantes e implementadas en la ganadería. FAO (2013), estima que el 26% de la superficie terrestre libre de hielo es utilizada para el pastoreo del ganado; y el 33% de las tierras cultivables se destina a la producción de forraje con el que se alimenta al ganado.

Hace falta realizar un buen pastoreo, es decir, satisfacer de la mejor manera posible las exigencias de la hierba y la vaca. Los dos elementos son inseparables. Se debe, por consiguiente, examinarlos conjuntamente de manera que se satisfaga simultáneamente a ambos, en la medida de lo posible (Voisin y Lecomte 1968). Los agricultores que crían animales a pastoreo, y desean obtener una buena producción y sin deteriorar sus praderas, deben establecer una forma de utilizar los distintos potreros que constituyen su predio. A esta forma de ordenamiento del uso de los potreros, se denomina sistema de pastoreo (Meneses y López 1990). En el trópico, existen una gran variedad de sistemas de pastoreo, sin embargo, gracias a su amplia implementación y su fácil manejo en las fincas ganaderas, hay algunos que destacan entre tantos.

Sistemas de pastoreo más implementados en el trópico

Pastoreo continuo. Este sistema es uno de los más predominantes, gracias a sus bajos costos de implementación y operación. Consiste en la mantención de una determinada cantidad de ganado en forma permanente, en un potrero a lo largo de toda la temporada (Vyhmeister 2000). Normalmente se trata de potreros de gran superficie y en donde no se logra la máxima producción de forraje ni de leche y/o carne. Está relacionado a producciones de tipo extensivas con carga animal 0.5-1 UA/ha/año (Carrera *et al.* 2015).

Pastoreo alterno. Consiste en dividir un potrero en dos partes de dimensiones similares. Una vez realizado esto, los animales pastorean en una parte del potrero, mientras la otra permanece en descanso (Suazo 2020). En comparación al pastoreo continuo, este sistema permite ajustar la carga animal y tener un mejor manejo de los animales. Sin embargo, este sistema presenta algunas desventajas serias. El hecho de que todos los animales están en el mismo potrero causa que el pasto sea consumido demasiado joven, lo que hace que la pastura sea menos productiva, reduciendo la capacidad de carga que esta puede soportar. Esto, a su vez, causa alteraciones digestivas en el animal e incluso intoxicaciones por acumulación de nitritos y nitratos (Rúa 2009).

Pastoreo rotacional. En la práctica, el pastoreo rotativo consiste en subdividir un campo o potrero en varias parcelas que serán pastoreadas sistemáticamente, de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan (Ortiz y Silva 2006). Se busca una mayor eficiencia de las pasturas, con sus días de ocupación y días de descanso previamente calculados de acuerdo al tipo de animal, a la especie de pasto y la época (Villalobos 2009).

Pastoreo en franjas. El sistema de pastoreo en franjas es aquél en que el período de pastoreo es suficientemente corto como para que no haya rebrote disponible para pastorear y, por lo tanto, las plantas no se agoten, mientras que el periodo de descanso es suficientemente largo como para permitir el reaprovisionamiento de reservas para el rebrote (Pereira 1997). Este sistema consiste en asignar una franja de pastoreo por día a un determinado número de animales. Es similar al pastoreo rotacional, con la diferencia de que este es más intensivo, los animales se pueden mover una e incluso hasta dos veces por día. Esto, permite un mayor aprovechamiento del forraje y lo convierte en un sistema adecuado para zonas donde se requiere mantener una alta capacidad de carga por hectárea.

Pastoreo mecánico o nulo. Consiste en cortar el forraje por medios mecánicos y suministrárselo, en comederos, al ganado. Los animales permanecen encerrados en un corral o en otro lote, sin tener acceso a la pastura o verdeo (Oyhamburu *et al.* 2018). La principal ventaja de este sistema es que los animales caminan menos. Por otra parte, tiene como desventaja el incremento en los costos por uso de maquinaria.

Sistema silvopastoril. Los sistemas silvopastoriles son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera en la finca. En este sistema se quiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de estos es que pueden aportar mucho en mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo, posiblemente haciéndolo más fértil a mediano plazo, y, además, trae beneficios verificables en la producción animal (Lam 2016).

Factores que afectan la producción de las pasturas

Temperatura. Este es un factor determinante para un adecuado crecimiento y desarrollo de las pasturas. De acuerdo con González *et al.* (1996), la mayor producción de forraje ocurre en los periodos en que coinciden las épocas de máxima precipitación y temperatura óptima. Esta última, es variable para las distintas especies de pasturas. Las pasturas templadas poseen un rango de temperatura óptimo de crecimiento entre 20-25 °C, disminuyendo rápidamente el crecimiento cuando éstas están por debajo de los 5-10 °C; el rango en las tropicales es de 30-35 °C y por debajo de los 15 °C ya se ve disminuido el crecimiento (Romero 2008).

Precipitación. La precipitación tiene influencia porque el volumen de lluvia y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y la calidad de los pastos, esto debido a la estrecha relación que tiene con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos (Mantilla y Ramírez 2015). La lluvia, en general, tiende a aumentar el nitrógeno, el fósforo y el extracto etéreo (Oelberg 1956). La producción aumenta rápidamente al incrementarse la precipitación hasta los 500 mm por año (Martínez 2000).

Especie. El ambiente, caracterizado por el clima y suelo, determina las especies forrajeras que crecen en las diferentes regiones naturales y su comportamiento productivo (Mackenzie *et al.* 1999). Ya sean gramíneas o leguminosas, las especies están compuestas por diferentes valores nutricionales, ninguna especie tiene los mismos rendimientos. Sin embargo, todas las especies se ven afectadas por la precipitación y la temperatura (Suazo 2020).

Fertilización. La mayoría de los ganaderos latinoamericanos no fertilizan sus potreros, por lo que, con el tiempo los suelos van perdiendo nutrientes importantes. Los pastos presentan una excelente respuesta en la producción de forraje a la fertilización, la cual llena las necesidades nutricionales de las plantas y repone y corrige deficiencias de nutrimentos del suelo, pero el objetivo principal de dicha enmienda debe ser el aumentar la disponibilidad de forraje de buena calidad para los animales (Cerdas 2011). Por lo general, la fertilización de las pasturas se realiza al inicio de las épocas lluviosas, al voleo. Entre algunos de los macronutrientes (que se requieren en cantidad mayores al 0.1% de la materia seca extraída) esenciales para pasturas se encuentran el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fosforo y azufre (Matamoros 2020b).

Riego. La integración del riego en sistemas pastoriles de producción de leche arroja resultados muy promisorios (Giudice *et al.* 2012). Un sistema de pastoreo bien integrado, fertilizado y con riego permite aumentar el número de vacas por hectárea y consecuentemente incrementar la producción de leche del hato.

Pastoreo Racional Voisin (PRV)

Warmhold fue el primer científico en proponer la rotación de potreros a inicios del siglo XX, permitiendo el descanso y la óptima recuperación de las pasturas (en cantidad y calidad). Sin embargo, fue hasta mediados de ese mismo siglo que se popularizó esta práctica, gracias a los escritos y conferencias del Dr. André Marcel Voisin (Rúa 2009). Un tiempo después, fue Luis Pinheiro Machado, Dr. en Ciencias Agronómicas, quien se haría cargo de continuar el legado que dejó Voisin. Después de años de práctica e investigación, Machado escribió su libro Pastoreo Racional Voisin (PRV) - Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio. De hecho, es gracias al alcance que tuvo este libro en Latinoamérica, que conocemos la propuesta del Dr. Voisin, y que hoy por hoy, este sistema es más conocido como Pastoreo Racional Voisin (PRV).

El PRV es mucho más que rotar potreros, es hacer un uso inteligente y estratégico (racional) del pasto que se ofrece como alimento al ganado, evitando a toda costa que la pastura se deteriore, se degrade, pierda su productividad y/o su calidad nutricional (Rúa 2010). Además, permite aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, evitando de manera general el uso de abonos químicos, porque los desechos del ganado son distribuidos de manera homogénea por toda el área del potrero (Nallar *et al.* 2017). La fertilización de las pasturas con los desechos del ganado no es casualidad. De hecho, en el PRV se tiene totalmente en cuenta la fisiología vegetal, es decir, la relación entre la planta comestible por los animales herbívoros y el suelo, los animales, el clima y todas las demás condiciones de ambiente del entorno, el ecosistema del que hacen parte, y en general todos los factores que influyen y que modifican el desempeño de estas plantas (pastos y forrajes) (Rúa 2015).

Los ganaderos tienden a confundir el PRV con los sistemas de pastoreo rotacional convencionales. De hecho, en el PRV se aplica la rotación de potreros, sin embargo, no se limita únicamente a esto. El PRV permite aumentar la carga animal y a su vez, el cuidado permanente de las pasturas, a través de periodos óptimos de ocupación y descanso que permiten potenciar su productividad y calidad nutricional. Mientras que, en sistemas rotacionales el manejo es más extensivo y no se considera necesariamente la recuperación de las pasturas. Debido a esto, el Dr. Voisin, diseñó cuatro leyes universales que permiten la implementación de su sistema (PRV) prácticamente en cualquier ganadería. De estas leyes, dos están diseñadas para el manejo de las pasturas (ley de

reposo y ley de ocupación), mientras que las otras dos afectan el animal (ley de rendimientos máximos y ley del rendimiento regular).

Leyes universales del Pastoreo Racional Voisin (PRV)

Ley de reposo. “Para que una hierba cortada por el diente del animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que entre dos cortes sucesivos haya pasado el tiempo suficiente, que pueda permitir a la hierba almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un rebrote vigoroso y realizar la llamada de crecimiento” (Pinheiro 2011).

Voisin observó que al poner en práctica la propuesta de Warmhold de rotar los potreros, de inmediato se presentaron cambios positivos en los potreros donde el ganado dejaba de pastorear por un tiempo prolongado ya que los animales no consumían el rebrote, y, por tanto, la pastura se lograba recuperar sin ser intervenido su desarrollo por el efecto del animal que la pastoreaba (Rúa 2009). Con este período de descanso, Voisin observó que con el tiempo se lograba un mayor rendimiento productivo de las pasturas y de los animales. Además, observó que los animales tendían a rechazar los pastos excesivamente maduros y preferían los pastos más jóvenes.

De esta manera, Voisin definió el Punto Verde Óptimo (POV) o Punto Óptimo de Cosecha (POC), como el mejor estado nutricional de la planta para ser consumida por el animal. Dicho estado, se encuentra después del Punto de Madurez Fisiológica (PMF), pero antes del Punto de Madurez de Cosecha (PMC). Además, Voisin concluyó que no hay una cantidad de días específicos para que la planta alcance estos estados fisiológicos. Por consiguiente, el tiempo necesario para alcanzar dicho desarrollo dependerá de la capacidad de respuesta de la planta, que es, a su vez, función de las condiciones estacionales y climáticas (Voisin y Lecomte 1968).

Ley de ocupación. “El tiempo de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada el primer día por el diente, no sea cortada de nuevo antes de que los animales dejen la parcela” (Pinheiro 2011).

Con esta ley, Voisin estableció que el periodo de ocupación de un potrero debe ser suficientemente corto como para que el pasto cortado al iniciarse el tiempo de ocupación no vuelva a ser cortado por el diente del animal, antes que ellos dejen la parcela (Gómez 2017). Además, concluyó que mientras menor es el tiempo de ocupación, se reducen los efectos negativos por compactación en los potreros y aumenta la capacidad de la pastura para rebrotar y desarrollarse. Para cumplir el propósito de esta ley, la ocupación debería ser de 1 día o menos, y no debería exceder los 3 días (Matamoros 2020b).

Ley de rendimientos máximos. “Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de hierba y que esta sea de la mejor calidad posible” (Pinheiro 2011).

Voisin, tomó en cuenta tanto el comportamiento de las pasturas, como el del animal. Con esta ley, estableció que el ganadero debe seleccionar los potreros con mayor biomasa y mejor calidad, para aquellos animales con mayores demandas nutricionales. Gracias a esta selección de los mejores

pasturas por parte del ganadero, el PRV rompe con la rotación secuencial que se maneja en el pastoreo rotacional convencional.

Ley del rendimiento regular. “Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es preciso que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si la vaca no permanece más de un día en una misma parcela” (Pinheiro 2011).

Voisin observó que el período de ocupación y la cantidad y calidad de los pastos, eran inversamente proporcionales. Es decir, mientras mayor el período de ocupación, menor la calidad y cantidad de las pasturas. Por lo tanto, concluyó que, en el primer día de pastoreo, los animales presentarán rendimientos altos. Mientras que, en el segundo día, estos rendimientos disminuirán, aunque seguirán siendo aceptables. Por otra parte, el tercer día de ocupación representa los rendimientos más bajos y así sucesivamente si se extiende el período de ocupación (Rúa 2009).

Resultados del PRV en las fincas ganaderas

La fundamentación teórica supone que, con un cambio de pastoreo tradicional a PRV, se obtendrán incrementos en la producción tanto de las pasturas como de los animales. Sin embargo, es necesario observar los resultados que han obtenido aquellos productores/investigadores al implementar este sistema.

Un ejemplo de éxito tras la implementación de este sistema es el de la familia Baumgratz en Brasil, quienes manejan una propiedad de aproximadamente 19 hectáreas. Tras varios años en la industria lechera y cansados de las bajas producciones, decidieron implementar el Pastoreo Racional Voisin (PRV) en su finca. Tan pronto como en el primer año, observaron los incrementos en la producción de leche, de obtener producciones de 54,000 litros por año, pasaron a obtener una producción de más de 90,000 litros (un incremento del 67% en la producción, aproximadamente). Los incrementos en la producción se mantuvieron durante los años posteriores. Además de esto, redujeron costos en mano de obra, limpieza, costos de alimentación, medicamentos, semillas y abonos para formación de praderas y cultivos para ensilajes, anuales (Sorio 2012). Respecto a los costos de producción, la misma reducción ocurrió en un estudio realizado por Soto (2014), al implementar el PRV. En dicho estudio, además de reducir los costos de producción por hectárea, se evidenció una recuperación más rápida en las pasturas, aumento en la capacidad de carga y menor generación de malezas (Soto 2014).

De igual manera, han sido muchos los estudios realizados para determinar cuan eficiente es el PRV, en comparación a otros sistemas de pastoreo. Terán (2015), realizó una evaluación entre PRV y pastoreo rotativo convencional (PRC). En dicho estudio, Terán concluyó que el PRV tuvo un mayor rendimiento de materia seca en los pastos (4.00 t/ha), en comparación al PRC (2.71 t/ha). Sin embargo, en cuanto al contenido de proteína cruda en los pastos, el PRC presentó un total de 18.58%, frente a un 15.46% del PRV. Esta diferencia se debe a la aplicación de fertilizantes nitrogenados realizada en el PRC, que incrementa la cantidad de proteína en el forraje. Por otra parte, se demostró que la carga animal influye directamente en la ganancia de peso de los animales. Es así, que los animales bajo el pastoreo con menor carga animal (PRC), obtuvieron mayores ganancias de peso que los animales bajo el PRV (con mayor carga animal). Sin embargo, se obtuvo mayor ganancia económica en los tratamientos con mayor carga animal, a pesar de que pesaban menos. En resumen, se demostró que el PRV es económicamente más rentable que el PRC, los

costos de establecimiento y mantenimientos, fueron 24.8% más bajos al utilizar PRV. Además de esto, se evidenció que el PRV permite mantener en buen estado a los animales en periodos críticos, como las sequías (Terán 2015).

Gómez y Rúa (2010), estuvieron a cargo de implementar PRV en una finca ganadera en Ecuador, que anteriormente era manejada bajo pastoreo rotacional extensivo. En apenas seis meses de haberse implementado el PRV, los investigadores encontraron que los animales mostraron un mejor desempeño productivo. Además, concluyeron que hubo un incremento notorio en la producción de forraje por unidad de superficie, de 16.5 a 21.6 t/ha. Por supuesto, el incremento de forraje (más comida disponible) hace que podamos tener más carga animal en la misma área, y con ello más producción y también mayor ingreso (Gómez y Rúa 2010).

Otro estudio realizado para determinar las bondades del PRV, fue el realizado por Falcón *et al.* (2014). En dicho estudio, se comparó un sistema de PRV durante 18 años ininterrumpidos, con un cultivo de soya (CS), y un barbecho natural (BN). El objetivo del estudio fue determinar las bondades del PRV en el aumento de la fertilidad del suelo y la capacidad de carga del sistema suelo-pastoreo-animal, en la región Pampeana de Argentina. Los valores de pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, fósforo y nitrógeno total del suelo, antes y 18 años después del tratamiento de PRV, mejoraron sustancialmente la fertilidad del suelo, en comparación con los tratamientos CS y BN, como resultado del manejo animal y el fomento de las pasturas. La carga animal en PRV (4.35 UA/ha) es muy superior a la típica de la provincia de Santa Fé (1 UA/ha), lo cual representa un aumento de más del 400%, sin uso de agrotóxicos, arados y fertilizantes, lo que enfatiza el papel del PRV en los cambios sostenibles de fertilidad, disminución de los costos de producción y las bondades ambientales de esta tecnología (Falcón *et al.* 2014).

Pastoreo Racional Voisin (PRV) y los Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los gases en la atmósfera que atrapan radiación son llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI) e incluyen el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄), entre otros (Alfaro y Muñoz 2012). La ganadería es responsable del 14.5% de las emisiones antropogénicas globales de GEI. La ganadería bovina (carne y leche) es responsable de alrededor de dos tercios de ese total (9.4%), en gran parte debido a las emisiones de CH₄ resultantes de la fermentación ruminal (FAO 2018). Los principales GEI emitidos desde el sector agropecuario son el CO₂, el N₂O y el CH₄ (Constantini *et al.* 2018). Cabe resaltar que el N₂O y el CH₄ tienen un mayor potencial de calentamiento que el CO₂; 265 y 28 respectivamente (IPCC 2014).

Desde el sector ganadero la mayor contribución de N₂O se produce a partir de las excretas animales, principalmente las líquidas. En referencia al CH₄, la mayor cantidad es producida por la actividad ganadera, debido a la fermentación entérica (Constantini *et al.* 2018). El CH₄ de origen entérico, se produce de manera natural como parte del proceso digestivo del ganado, siendo un subproducto de la descomposición microbiana de los alimentos ocurrida principalmente en el rumen (Alfaro y Muñoz 2012).

A pesar de que las explotaciones ganaderas han tenido aumentos en productividad en los últimos 50 años, también han tenido impactos negativos en el medio ambiente. Debido a esto, surge la necesidad de encontrar alternativas de producción sostenibles, que ayuden a mitigar dichos impactos negativos, manteniendo o incluso aumentando la productividad. El pastoreo racional

intensivo del pastizal puede contribuir de manera significativa en la evolución de la biota edáfica, mejor utilización de la materia orgánica por las plantas, retención de la humedad, evita la compactación, incide en la captación y retención del carbono, lo cual favorece este tipo de manejo la relación suelo-planta-animal y la resiliencia al cambio climático (Milera *et al.* 2019).

El secuestro de carbono en el suelo es la remoción del carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis de las plantas y su almacenamiento como formas de materia orgánica estables y de larga vida en el suelo (Etcheverría y Barahona 2017). En relación con los pastos, en la región tropical la mayoría tienen mecanismos de fijación de carbono altamente eficientes en función de la intensidad lumínica (mayoría son plantas C4), lo que provoca crecimientos de biomasa exuberantes con altas cantidades de carbono, que depende como se manejen las pasturas, una porción puede ser retenida en el suelo a través del depósito de materia orgánica. Así las cosas, podemos decir que las fincas ganaderas pueden absorber carbono por tres procesos, en el suelo de las áreas de pastura cuando se hace un buen manejo de ellas, en los árboles (plantaciones frutales, para madera, cercas vivas, y dispersos en la finca) y los bosquetes con crecimiento secundario (MAG 2016).

Es posible que el Dr. André Marcel Voisin en un principio no haya diseñado el PRV como una alternativa para mitigar el impacto ambiental. De hecho, lo que muchos investigadores aseguran es que, Voisin buscaba reducir costos de mecanización de los suelos, fertilización química y aplicación de herbicidas. Sin embargo, hoy en día la implementación del PRV es una alternativa eficiente para la mitigación de GEI provenientes de las explotaciones ganaderas.

Pinheiro (2011), indicó que el PRV ofrece muchos servicios ecosistémicos a los suelos como secuestradores de carbono. Señaló que un bovino puede emitir hasta 3,500 kg de CO₂-e a lo largo de su vida, en gran parte debido a la conversión de CH₄ producto de la fermentación ruminal. Por otra parte, concluyó que, en pasturas con un buen manejo de acorde al PRV, considerando la incorporación de materia orgánica a través de la bosta y el sistema radical, la fijación puede llegar a ser hasta de 14,467 kg de CO₂-e, por hectárea por año. Es decir, que en un período de 3 años (considerándolo como la vida media del bovino), la fijación sería de aproximadamente 43,400 kg de CO₂-e. Por consiguiente, determinó que, por cada unidad de C emitida por un bovino, se fijan 12.5 veces más en las pasturas bajo PRV (Pinheiro 2011).

En una investigación más reciente realizada por la Universidad Estatal de Michigan, se compararon las emisiones generadas por dos modelos de producción durante el período de cebo. El primer modelo con animales cebados con base en cereales en confinamiento, y el segundo con animales cebados con base en pasto, con un pastoreo bien planificado. Las emisiones correspondientes al modelo en confinamiento ascendieron a 6.09 kg de CO₂-e por cada kg de canal. Mientras que, las emisiones correspondientes al modelo en pastoreo ascendieron a 9.62 kg de CO₂-e por cada kg de canal. De esta forma, las variaciones en las emisiones de CH₄ y CO₂, están directamente ligadas a la composición de las dietas, y la predominancia del tipo de carbohidrato, es decir, que alimentos altamente fibrosos provenientes principalmente de los forrajes, presentan mayores emisiones de CH₄ y CO₂ (Matamoros y Marín 2020).

Aparentemente, los resultados fueron negativos para el modelo de producción a base de pastos. Sin embargo, en este mismo estudio, se tomó en consideración la capacidad de captura de carbono por parte de las pasturas bien gestionadas. Al tomar esto último en cuenta, el modelo en pastoreo tuvo como resultado una producción de -16.27 kg de CO₂-e por kg de canal. Por lo tanto, si se realiza el

cálculo de restar lo que se emite, menos lo que se captura, el modelo de cebado con pasto produjo un total de -6.65 kg de CO₂-e. En comparación a los 6.12 kg de CO₂-e del sistema de ceba con cereales (al que se le incrementa un pequeño porcentaje de emisiones, debido a la erosión producida por los campos cultivados para la obtención de los cereales). En conclusión, este estudio demostró que al tomar en consideración la captura de carbono por parte de los pastos bien manejados, la captura de GEI es muy superior a las emisiones (Stanley *et al.* 2018).

4. CONCLUSIONES

- El Pastoreo Racional Voisin (PRV), permite aumentar la capacidad de carga animal, mejorar la producción de biomasa y su valor nutritivo.
- El Pastoreo Racional Voisin (PRV), es un sistema de producción sostenible que ayuda a mitigar los impactos ambientales negativos actuales, gracias a la capacidad de captura de carbono de las pasturas, la escasa o nula fertilización química y labranza de los suelos.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar la eficiencia productiva e impacto ambiental que podría tener la implementación de este sistema (PRV) en las producciones ganaderas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Realizar más estudios de este y otros sistemas de producción, que ayuden a cambiar la imagen negativa relacionada a la ganadería y sus impactos negativos en el medio ambiente.

6. LITERATURA CITADA

- Alfaro M, Muñoz C. 2012. Ganadería y gases de efecto invernadero. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) REMEHUE; [consultado el 07 de sep de 2020]. <https://www.consorcirolechero.cl/chile/documentos/fichas-tecnicas/24junio/ganaderia-y-gases-de-efecto-invernadero.pdf>
- Carrera R, Fierro N, Ordoñez J. 2015. Manual de Pastoreo. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja; [consultado el 31 de ago de 2020]. https://www.researchgate.net/publication/304825867_Manual_de_pastoreo
- Castillo DS. 2013. Pastoreo Racional Voisin, la salvación de tu ganadería. México: Cultura Empresarial Ganadera; [consultado el 30 de ago de 2020]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/171-Pastoreo_Racional_Voisin.pdf
- Cerdas R. 2011. Programa de fertilización de forrajes. INTERSEDES. [consultado el 01 de sep de 2020]; 12(24): 109-128. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66622581007.pdf>
- Constantini A, Perez G, Busto M, González F, Cosentino V, Romaniuk R, Taboada MA. 2018. Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. Revista Ciencia e Investigación (CeI). 68(5): 47-54.
- Etcheverría P, Barahona DV. 2017. Una base más estable: el secuestro de carbono en los suelos como alternativa de adaptación al cambio climático. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); [consultado el 08 de sep de 2020]. https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2017/06/INIA-secuestro-de-carbono-91-MundoAgro_Jun2017.pdf
- Falcón AD, Pinheiro LC, Coré O, Echarri N. 2014. 18 años de Pastoreo Racional Voisin al sur de la provincia de Santa Fé, República de Argentina. *Cadernos de Agroecología*. 9(2): 1-5.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2013. El ganado y los paisajes. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [consultado el 31 de ago de 2020]. <http://www.fao.org/3/a-ar591s.pdf>
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. Soluciones ganaderas para el cambio climático. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 07 de sep. de 2020]. <http://www.fao.org/3/I8098ES/i8098es.pdf>
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2019. Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 29 de ago de 2020]. <http://www.fao.org/3/ca2902es/CA2902ES.pdf>

- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2020. Ganadería sostenible y cambio climático en América Latina y el Caribe. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 29 de ago de 2020]. <http://www.fao.org/americas/prioridades/ganaderia-sostenible/es/>
- Ferri CM, Sáenz AM, Jouve VV. 2014. Términos de uso frecuente en producción y utilización de pasturas. SEMIÁRIDA, 25(1): 41-61.
- Giudice G, Artagaveytia J, Battezzore G, Ferreira A, Chilbrosteo P. 2012. Rol del riego en sistemas pastoriles de producción de leche II: impacto bio-económico de regar cultivos, pasturas o ambos. Riego en cultivos y pasturas. Montevideo, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). p. 71-79.
- Gómez M, Rúa M. 2010. Una experiencia de campo con PRV en Ecuador. Colombia: Cultura Empresarial Ganadera; [consultado el 07 de sep de 2020]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/140-PRV_EN_ECUADOR.pdf
- Gómez R. 2017. Pastoreo Racional Voisin. Santa Bárbara, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); [consultado el 06 de sep de 2020]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa-13-2017.pdf>
- González A, Eguiarte JA, Martínez R, Rodríguez MR. 1996. Adaptación y producción de gramíneas forrajeras en Jalisco, México. Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP); [consultado el 01 de sep de 2020]. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST1826.pdf
- Herrera P. 2020. Ganadería y cambio climático: un acercamiento en profundidad. España: Fundación Entretantos y Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo. [consultado el 30 de ago. de 2020]. http://www.ganaderiaextensiva.org/wp-content/uploads/2020/03/CuadernoEntretantos6_GanaderiaCC.pdf
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Pachauri RK, Meyer LA editores. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 p.
- Lam F. 2016. Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana. Santo Domingo: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); [consultado el 01 de sep de 2020]. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3018/1/BVE17068935e.pdf>
- Mackenzie BA, Kemp PD, Moot DJ, Matthew C, Lucas RJ. 1999. Environmental effects on plant growth and development. *En* White J, Hodgson J. New Zealand Pasture and Crop Science. Auckland, New Zealand: Oxford University Press. p. 29-44. ISBN: 9780195583755.

- MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2016. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PITTA) de ganadería baja en carbono. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); [consultado el 08 de sep de 2020]. http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/Ganaderia%20baja%20en%20carbono/Plan%20Estrategico%20PITTA%202016-2020.pdf
- Mantilla D, Ramírez N. 2015. Efecto de la intensidad lumínica y precipitación sobre el crecimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo en piedemonte llanero. [Tesis]. Colombia: Universidad de La Salle. 66 p; [consultado el 01 de sep de 2020]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1203&context=zootecnia>
- Martínez JR. 2000. Influencia de la precipitación y la carga animal sobre la productividad del Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), utilizando análisis de sistemas y simulación [Tesis]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León. 101 p; [consultado el 01 de sep de 2020]. <http://eprints.uanl.mx/775/1/1080095040.PDF>
- Matamoras IA. 2020a. Manejo de hatos de ganado de carne para cría y engorde y de doble propósito. Clase de Aspectos Empresariales de La Producción Animal. Conferencia Electrónica, Julio 2020. Francisco Morazán, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Matamoras IA. 2020b. Pastos y forrajes: crecimiento e implicaciones en manejo. Clase de Cultivos Extensivos y Forrajes. Conferencia Electrónica, Julio 2020. Francisco Morazán, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Matamoras I, Marín D. 2020. Gases de Efecto Invernadero (GEI) en ganadería. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Francisco Morazán, Honduras; [consultado el 08 de sep de 2020]. [https://www.zamorano.edu/2020/01/17/gases-de-efecto-invernadero-gei-en-ganaderia/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20Gerber%20et%20al.,de%20carbono%20\(CO2\)](https://www.zamorano.edu/2020/01/17/gases-de-efecto-invernadero-gei-en-ganaderia/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20Gerber%20et%20al.,de%20carbono%20(CO2))
- Meneses R, López JE. 1990. Sistema de pastoreo para zonas de secano. Investigación y Proceso Agropecuario (IPA) La Platina: [consultado el 31 de ago de 2020]. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR07636.pdf>
- Milera M, Machado RL, Amaro OA, Hernández MB, Sánchez S. 2019. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Scielo*, 42(1): 3-12.
- Mondino R. 2019. Pastoreo racional Voisin (PRV). Argentina: Ministerio de Agroindustria; [consultado el 30 de ago de 2020]. <http://agroecologiar.com/wp-content/uploads/2019/10/Pastoreo-Racional-Voisin.pdf>
- Mottet A, Haan C, Falcucci A, Tempio G, Opio C, Gerber P. 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14: 1-8.

- Nallar R, Rolón W, Mollericona JL. 2017. Manual para la gestión de una ganadería sostenible. Bolivia: Wildlife Conservation Society; [consultado el 06 de sep de 2020]. https://www.researchgate.net/publication/316487550_Manual_para_la_gestion_de_una_ganaderia_sostenible
- Oelberg K. 1956. Factors affecting the nutritive value of range forage. EEUU: Washington State College: Pullman; [consultado el 01 de sep de 2020]. <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/download/4742/4353>
- Ortiz V, Silva C. 2006. Calculo y manejo en pastoreo controlado y pastoreo rotativo en franjas. *Revista Veterinaria*, 41(161-162): 15-24.
- Oyhamburu ME, Vecchio MC, Heguy B, Lissarrague MI, Bolaños VA, Fernández F, Delgado J. 2018. Curso de forrajicultura y práticamente. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 103 p; [consultado el 31 de ago de 2020]. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/39884/mod_resource/content/1/2Tomo%20II%202018.pdf
- Pereira M. 1997. Pastoreo en franjas: una forma de multiplicar el pasto. *Revista Plan Agropecuario*, 73: 37-41.
- Pérez E, Holmann F, Schuetz P, Fajardo E. 2006. Evolución de la ganadería bovina en países de América Central: Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Medellín: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). International Livestock Research Institute (ILRI); [consultado el 29 de ago de 2020]. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/tropileche/books/Evolucion_Ganaderia_Bovina_Paises_America_Central.pdf
- Pezo DA. 2018. Establecimiento y manejo de sistemas intensivos de pastoreo racional. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); [consultado el 30 de ago de 2020]. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9226/Establecimiento_y_manejo_de_sistemas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pinheiro LC. 2011. Pastoreo Racional Voisin, Tecnología Agroecológica Para El Tercer Milenio. 1ª ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur. 253 p. ISBN: 950-504-576-X
- Romero L. 2008. Pasturas templadas y tropicales. Santa Fe, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); [consultado el 01 de sep de 2020]. https://www.academia.edu/34073979/XXI_CURSO_INTERNACIONAL_DE_LECHERIA_PARA_PROFESIONALES_DE_AMERICA_LATINA_PASTURAS_TEMPLADAS_Y_TROPICALES

- Rúa M. 2009. Las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional. Colombia: Cultura Empresarial Ganadera; [consultado el 31 de ago de 2020]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/115-Voisin.pdf
- Rúa M. 2010. Beneficios del Pastoreo Racional Voisin. Colombia: Cultura Empresarial Ganadera; [consultado el 06 de sep de 2020]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/122-voisin.pdf
- Rúa M. 2015. Introducción al Pastoreo Racional Voisin (PRV). Colombia: Cultura Empresarial Ganadera; [consultado el 06 de sep de 2020]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/196-Medios-PRV.pdf
- Sorio H. 2012. Resultados técnicos y económicos de la aplicación del Pastoreo Voisin. Universidad Técnica Nacional. Costa Rica. 6 p; [consultado el 07 de sep de 2020]. http://www.ganaderialaluna.com/pdf/1_14_18_31_2012310114653.pdf
- Soto C. 2014. Establecimiento de un sistema de pastoreo Voisin y evaluación de la productividad forrajera en una finca de ceba en Puerto Berrio Antioquia. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquía, Colombia. 34 p; [consultado el 07 de sep de 2020]. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1505/1/Establecimiento_sistema_pastoreo_Voisin_Puerto_Berrio_Antioquia.pdf
- Stanley PL, Rowntree JF, Beede DK, DeLonge MS, Hamm MW. 2018. Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. *Agricultural Systems*, 162: 249-258.
- Suazo A. 2020. Uso del pastoreo en los sistemas tropicales de producción animal. Clase de Aspectos Empresariales de la Producción Animal. Conferencia Electrónica, junio 2020. Francisco Morazán, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Terán JM. 2015. Evaluación entre dos sistemas de pastoreo para ganado lechero (*Bos Taurus*) en Machachi, Pichincha. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Quito, Ecuador. 76 p; [consultado el 07 de sep de 2020]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5041/1/122435.pdf>
- Villalobos JL. 2009. Pastoreo rotacional de los pastos. Costa Rica: InfoAgro, Sector Agropecuario. [consultado el 31 de ago de 2020]. <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Pastoreo%20rotacional%20de%20los%20pastos.pdf>
- Voisin A, Lecomte A. 1968. La vaca y la hierba: cómo obtener buenos rendimientos del ganado vacuno. TECNOS; [consultado el 31 de ago de 2020]. <http://agroecologiar.com/wp-content/uploads/2019/10/Andre-Voisin-La-vaca-y-la-hierba.pdf>

Vyhmeister M. 2000. Sistemas de pastoreo. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) REMEHUE. [consultado el 31 de ago de 2020]. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR25753.pdf>