



<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1544>

ORIGINAL ARTICLE | ARTÍCULO ORIGINAL

## Design of Water Supply System for Cattle Units in Jimaguayú Municipality, Camagüey, Cuba

### *Diseño de sistema de abasto de agua para unidades pecuarias en el municipio Jimaguayú, Camagüey, Cuba*

MSc. Bárbara Mola-Fines<sup>I</sup>, Prod. Edelmis Sánchez-Santos<sup>II</sup>, Dr.C. Camilo Bonet-Pérez<sup>I</sup>, Est. Raudel Quintero-Rodríguez<sup>III</sup>

<sup>I</sup> Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba.

<sup>II</sup> Finca La Victoria. CCS Evelio Rodríguez, Municipio Jimaguayú, Camagüey, Cuba.

<sup>III</sup> Universidad de Camagüey, Facultad Agropecuaria, Camagüey, Cuba.

**ABSTRACT.** Taking the water until the animals in the field is a challenge in our country, to achieve better handling of the cattle mass and improve the productive results. The research was carried out between September 2019 and March 2020 in the farm “La Victoria” belonging to the Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Evelio Rodríguez”, Jimaguayú Municipality in Camagüey. It had as objective the design and evaluation of a supply system that allows improving water supply to animals during their permanency in the field. The designed system is based on taking water to each unit by using pipes and plastic tanks which were acquired and conditioned. For the economic evaluation the prices of the necessary components for the construction of the supply system were obtained; to obtaining general economic indicators of possible application in the municipality, the design of typical dairies elaborated by Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA) in Camagüey Province was used like reference. It is concluded that the system designed by means of mobile drinking troughs made of plastic tanks distributed in the field helps to improve water supply to the animals. In addition, the economic calculation showed that the purchase of the components and installation of the supply system proposed is economically favorable, with an index of cost achieved of 29.16 pesos/ha Furthermore, as a result of this investigation, a guide was elaborated for the design of the system of water supply to the animals.

**Keywords:** Cattle Raising, Mobile Drinking Troughs.

**RESUMEN.** Llevar el agua hasta los animales en el campo es un reto en nuestro país para lograr un mejor manejo de la masa ganadera y mejorar los resultados productivos. La investigación se realizó entre septiembre 2019 y marzo 2020 en la finca La Victoria de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Evelio Rodríguez” del municipio Jimaguayú, Camagüey, la misma tuvo como objetivo el diseño y evaluación de un sistema de abasto que permita mejorar el abastecimiento de agua a los animales durante su permanencia en el campo. El sistema diseñado está basado en hacer llegar el agua a cada unidad a partir del empleo de tuberías y tanques plásticos, se adquirieron los medios y se acondicionaron, para la evaluación económica se obtuvieron los precios de los componentes necesarios para la construcción del sistema de abasto; con vistas a obtener indicadores económicos generales de posible aplicación en el municipio se utilizó como referencia el diseño de vaquerías típicas elaborado por la Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA) en la provincia Camagüey. Se concluye que el sistema diseñado mediante bebederos móviles a partir de tanques plásticos distribuidos en los cuarterones puede ayudar a mejorar el suministro de agua a los animales, el cálculo económico realizado mostró que la compra de los componentes e instalación del sistema de abasto propuesto resulta económicamente favorable, lográndose un índice de costo de 29.16 pesos/ha; como resultado de esta investigación se elaboró una guía para el diseño del sistema de abasto de agua a los animales.

**Palabras clave:** ganadería, bebederos móviles.

<sup>1</sup> Autora para correspondencia: Bárbara Mola Fines, e-mail: esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2782-964X>

**Aprobado:** 12/04/2021.

**Recibido:** 12/11/2021.

## INTRODUCTION

The agricultural sector is the one that uses the largest amount of available water in the world. Animals, as well as humans, can live for long periods without food, however, without water, death can occur within days. Water is the most important single nutrient for livestock and, unfortunately, both the quality and quantity of the water provided to livestock are often neglected (Dupchak, 2009).

The development of livestock is closely linked to the availability of water used to supply the animals. Water intake varies between different breeds, ages and weights; in addition, the same animal can consume more or less depending on whether or not it is accustomed to its saline level, although, at first, it can reject it, if the salt content is tolerable, it will end up accepting it. This acceptance time will depend on the type of food consumed and the climate, in cases of waters with a high content of salts, production may be affected by repercussions on consumption (Flores & Rochinotti, 2007).

The livestock production sector depends considerably on the ability of self-providing continuously and opportunely with water resources in the different stages of production. Bringing water to the animals in the field is a challenge in which Cuba is working to achieve a better management of the livestock mass and therefore, obtain better results in the productions of dairy farms, since many sources of water are inaccessible or not suitable for the supply (Pineda, 2016).

Water supply to livestock in Jimaguayú Municipality is carried out from different surface or underground sources, mainly powered by mills, to a lesser extent by electric pumps, motor pumps or pumps with solar panels, and the transfer of water in tank cars (pipes) is used as an alternative method which, in addition, do not guarantee the necessary volume of water and requires high fuel consumption. The supply of water through the different technologies is carried out, on many occasions, directly to drinkers of canoe type or other means used for that purpose because there are not appropriate storage tanks. These means are generally not in good condition or are not located in the paddocks, place where animals stay the longest, which is why they do not always meet their needs. In some units, they are also supplied directly from small recipients known as “reservoirs” that are generally open, becoming a source of diseases and decreasing the quality of the animals’ drinking water. All these supply systems, with few exceptions, do not respond to the needs of the animals.

Many livestock producers neglect the hydration of their animals or install precarious, insufficiently sized drinkers, which depend on human personnel to keep them full and this is dangerous for the welfare of animals, especially in hot times, explains the Marketing Company. of drinkers in Mexico (Rotoplas, 2020).

Executives of agriculture in the country recognize that it is not possible to develop livestock without prioritizing the situation of water and food, hence that is the priority, together with the reestablishment of many of its old infrastructure destroyed by the effects of the economic crisis and disorganization (Pérez & Borrego, 2016).

## INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es el que utiliza la mayor cantidad de agua disponible en todo el mundo. Los animales, así como los humanos, pueden vivir por largos períodos sin comida, sin agua, sin embargo, puede ocurrir la muerte en cuestión de días. El agua es el nutriente simple más importante para el ganado, desafortunadamente, tanto la calidad como la cantidad del agua provista al ganado son a menudo descuidadas (Dupchak, 2009).

El desarrollo de la ganadería está íntimamente ligado a la disponibilidad del agua utilizada para el abastecimiento de los animales. La ingesta de agua varía entre las diferentes razas, edades y pesos, además, un mismo animal puede consumir más o menos según esté acostumbrado o no al nivel salino de la misma, si bien, en un principio puede rechazarla, si el contenido de sales es tolerable, terminará por aceptarla; este tiempo de aceptación dependerá del tipo de alimento que consuma y del clima, en casos de aguas con alto contenido de sales, puede verse afectada la producción por repercusiones en el consumo (Flores & Rochinotti, 2007).

El sector de la producción ganadera depende considerablemente de la capacidad de proveerse de manera continua y oportuna del recurso agua en las diferentes etapas de producción. Llevar el agua hasta los animales en el campo es un reto en el que se trabaja en nuestro país para lograr un mejor manejo de la masa ganadera y lograr por tanto mejores resultados en las producciones de nuestras vaquerías, ya que muchas fuentes de agua son inaccesibles o no adecuadas para el abasto (Pineda, 2016).

El abasto de agua a la ganadería en el municipio Jimaguayú se realiza desde diferentes fuentes de abasto superficial o subterránea, accionadas fundamentalmente por molinos, en menor medida por electrobombas, motobombas o bombas con paneles solares, y se utiliza como método alternativo el traslado de agua en carros cisternas (pipas), lo cual además de no garantizar el volumen de agua necesario, requiere de un alto consumo de combustible; el suministro de agua mediante las diferentes tecnologías se realiza en muchas ocasiones directamente a bebederos del tipo canoas u otros medios empleados con ese objetivo por no disponerse de tanques de almacenamiento apropiados, estos medios no tienen generalmente buenas condiciones o no están ubicados en los potreros, lugar donde más tiempo permanecen los animales, por lo cual no siempre cubren sus necesidades. En algunas unidades también se abastecen directamente de pequeños reservorios conocidos como “tranques” que generalmente están abiertos convirtiéndose en fuente de enfermedades y disminuyendo la calidad del agua de beber de los animales. Todo este sistema de suministro, salvo excepciones, no responde a las necesidades de los animales.

Muchos productores ganaderos descuidan la hidratación de sus animales, instalan bebederos precarios, de tamaño insuficiente, donde se depende del personal humano para mantener el bebedero lleno y esto es peligroso para el bienestar del animal, sobre todo en las épocas calurosas, expone la Empresa Comercializadora de bebederos en México (Rotoplas, 2020).

Directivos de la agricultura en el país reconocen que no es posible desarrollar la ganadería sin priorizar la situación del agua y la comida, de ahí que esa sea la prioridad, junto al restablecimiento de muchas de sus antiguas infraestructuras destruidas por los efectos de la crisis económica y la desorganización (Pérez & Borrego, 2016).

The province establishes as a norm of water to be drunk by adult animals in full production an average rate of 120 L / day, but the aforementioned difficulties limit these consumptions (Fernández, 2019).

The water supply affects livestock production in the province and in particular in those territories that have the greatest dairy potential, such as Jimaguayú Municipality. Traditional drinking troughs are almost never distributed throughout the paddocks, but due to their characteristics they are generally located where the mill is or at the exit of a paddock.

The objective of this study was to design a distribution system that allows to improve the level of water supply to the animals in the livestock units of Jimaguayú Municipality, guaranteeing greater efficiency in the use of this resource without negative repercussions on the social and environmental order and without requiring large costs.

## MATERIALS AND METHODS

This study was carried out in the period from September 2019 to March 2020 at “La Victoria” farm belonging to “Evelio Rodríguez” Credit and Services Cooperative (CCS) in Jimaguayú Municipality which has a cattle ranch system in development with an area of 120.78 ha distributed in 40 paddocks, with a herd of 286 units of bovines.

A water distribution system was designed from the supply source to each of the paddocks through which the animals rotate on the farm, based on the use of plastic pipes and accessories, plastic tanks and buoys to prevent the waste of Water. The prices of the components included in the design were obtained.

For the possible generalization of the experience, the typical dairy design prepared by the National Agricultural Projects Company (ENPA) of Camagiiey (ENPA, 2020) was taken as a reference. Interviews were conducted with producers and suppliers of the materials to be used, as well as to learn about the different prices of traditional drinkers. Economic indicators for obtaining and installing the system were calculated and the social and environmental effect of the proposed solution was assessed.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Supply System Design

At the beginning of the study in the selected farm, only cement troughs were used, which had to be fixed because they were too heavy, in addition to their lack of an adequate hydraulic network to satisfy the animals' needs. The basic criterion for the design of the water supply system is to be able to place the water within reach of the animals during their stay in the paddocks, that is, for most of the day.

For the design of the supply system, an initial study carried out by observing and interviewing key informants on the state of the water supply to the animals in the pastures in the municipality was taken into account. Similarly, Duarte (2011), states that knowing the amount of water consumed by animals is of great importance to take measures, such as, knowing

La provincia establece como norma de agua a beber por los animales adultos en plena producción un índice de 120 L/día promedio, pero las dificultades antes mencionadas limitan estos consumos (Fernández, 2019).

El abasto de agua afecta la producción ganadera en la provincia y en particular en aquellos territorios que tienen mayor potencial lechero como es el municipio Jimaguayú. Los bebederos tradicionales casi nunca se encuentran distribuidos por los potreros, sino que por sus características están ubicados generalmente donde está el molino o a la salida de algún cuartón.

El objetivo del presente estudio fue diseñar un sistema de distribución que permita mejorar el nivel de suministro de agua a los animales en las unidades pecuarias del municipio Jimaguayú, garantizando una mayor eficiencia de uso de ese recurso sin repercusiones negativas en el orden social y ambiental y sin requerir grandes costos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el periodo comprendido entre septiembre de 2019 a marzo de 2020 en la finca “La Victoria” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Evelio Rodríguez” en el municipio de Jimaguayú, la cual posee un sistema ganadero en desarrollo con un área de 120,78 ha distribuidas en 40 cuartones, con un rebaño de 286 unidades de ganado mayor.

Se procedió al diseño un sistema de distribución de agua desde la fuente de abasto hasta cada uno de los cuartones por los que rotan los animales en la finca, basado en el empleo de tuberías plásticas y accesorios, tanques plásticos y boyas para impedir el derroche de agua. Se obtuvieron los precios de los componentes incluidos en el diseño.

Para la posible generalización de la experiencia, se tomó como referencia el diseño de vaquería típica elaborado por la Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA) de Camagiiey (ENPA, 2020). Se realizaron entrevistas con productores y suministradores de los materiales a emplear, así como para conocer diferentes precios de los bebederos tradicionales. Se calcularon indicadores económicos de la obtención e instalación del sistema y se valoró el efecto social y ambiental de la solución propuesta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diseño del sistema de abasto

Al inicio del estudio en la finca seleccionada se empleaban únicamente bebederos de cemento, los que al ser pesados debían ser fijos, además de no contar con una red hidráulica adecuada para satisfacer las necesidades de los animales. El criterio básico para el diseño del sistema de abasto de agua está en lograr situar el agua al alcance de los animales durante su permanencia en los potreros, o sea, durante la mayor parte del día.

Para el diseño del sistema de abasto se tuvo en cuenta un estudio inicial realizado mediante la observación y la entrevista a informantes claves sobre el estado del abasto de agua a los animales en los potreros en el municipio, también lo expresado por Duarte (2011), quien expone que el conocimiento de la cantidad de agua que consumen los animales es de gran importancia para tomar medidas como, por ejemplo, conociendo la cantidad de agua

the amount of water available, then, the number of animals that can be kept to finally design the drinkers that satisfy the adequate number of animals. In addition, the indications expressed in the electronic journal *Bebederos Shop* (2017) about the capacity of the drinkers and their location where an easy access to them is guaranteed. The proposed system consists of designing a water distribution network from the supply source to all paddocks or group of paddocks, in such a way that the animals can have access to water when they need it, without having to travel long distances. The type, diameter and quantity of pipe and connection accessories to be used will depend on the specific characteristics of the unit, that is, its shape and extension, the location of the water supply source and the available flow. The use of the “buoy” is essential to avoid unnecessary spillage of water.

The type of drinker to be used can be diverse, in this regard Monteverde (2013) states that the shape of the drinkers alters water consumption, the most suitable are those of circular shape and away from the corners and edges of the plot, in order to allow the access of the animals to their entire surface. Rotoplas, (2020) also believes that the drinking troughs for livestock must be made of resistant materials, which are capable of withstanding the direct action of ultra violet rays if they are located outside. Likewise, they must be very light to allow deep cleaning. Without complications or delays, these materials should not alter the taste or quality of the water, as that may displease the animals. Luque (2008) expresses that to avoid the accumulation of salts in the water of the drinkers, its permanent renewal is important, as well as their systematic cleaning. The three conditions expressed by the previous authors are met for this research because, in this case, the use of plastic tanks as drinkers is suggested, which, in addition to being cheaper, are lightweight and can be moved to different positions if necessary (Figure one).

disponible saber el número de cabezas que se podrán mantener; diseñar los bebederos y así satisfacer un número adecuado de animales, además se atendieron las indicaciones expresadas en la Revista electrónica *Bebederos Shop* (2017) acerca de la capacidad de los bebederos y su ubicación de forma que aseguren el fácil acceso a ellos; el sistema propuesto consiste en diseñar una red de distribución de agua desde la fuente de abasto hasta todos los cuarterones o grupo de cuarterones, de manera tal que los animales puedan tener acceso al agua en el momento que lo necesiten y sin tener que desplazarse grandes distancias. El tipo, diámetro y cantidad de tubería y accesorios de enlace a utilizar dependerá de las características específicas de la unidad, o sea, su forma y extensión, la ubicación de la fuente de abasto de agua y el caudal disponible. El empleo de la “boya” es fundamental para evitar el derrame innecesario de agua.

El tipo de bebedero a utilizar puede ser diverso, al respecto expresa Monteverde (2013), que la forma de los bebederos altera el consumo de agua, siendo los más indicados los de forma circular y alejados de las esquinas y bordes de la parcela de forma que permitan el acceso de los animales a toda la superficie. También opina Rotoplas, (2020) que los bebederos para ganado deben estar hechos de materiales resistentes, que sean capaces de soportar la acción directa de los rayos Ultra Violeta si están ubicados en el exterior, asimismo, deben ser muy ligeros para permitir su limpieza profunda sin complicaciones o demoras, estos materiales no deben alterar el sabor ni la calidad del agua, pues esto puede desagradar a los animales. Luque (2008) expresa que para evitar la acumulación de sales en el agua de los bebederos es importante su renovación permanente, así como la limpieza sistemática de los mismos. Las tres condiciones expresadas por los autores anteriores se cumplen para esta investigación por cuanto en este caso se sugiere el empleo como bebederos de tanques plásticos, los cuales además de ser más baratos, al tener poco peso pueden desplazarse entre distintas posiciones de ser necesario (Figura 1).



FIGURE 1. Plastic tank conditioned for use in the supply of water to livestock.  
 FIGURA 1. Tanque plástico acondicionado para su empleo en el abasto de agua al ganado.

One of the factors that influences the frequency of the water supply is the distance to springs. Even when the water supply is continuous, having drinkers with adequate accessibility, capacity and water recovery time is important, since animals tend to drink in groups associated with other activities such as feeding (Duarte, 2011). Monteverde (2013) has pointed out that it is important to guarantee the drinking trough for all animals, depending on the species and category, to maintain good cleaning and a suitable height and location. He emphasizes that with the water in the plot under rotational grazing, the animals do not act with a gregarious spirit, going in large groups to the spring, but rather go individually or in small groups and for a short time. By using plastic tanks cut to the center, it is possible to achieve two drinkers from a whole tank for their distribution in the field. Initially, the question arose about the possible competition that would be created when the animals faced a drinker that does not allow the simultaneous presence of several of them; referring to this aspect, the continuous observation of the experience showed that this principle is fulfilled in the proposed system due to the permanent availability of water in the drinker.

The necessary amount of drinkers must be valued in each specific condition, the important thing is to achieve a hydraulic network that allows the disposition of the drinkers in the necessary points, also considering the distribution of natural supply sources like streams and springs as well as wells, tanks elevated, etc.

The components of the proposed drinker are the following: 208 L plastic tank, float, connection accessories, plastic pipe, valve. This system has been implemented in “La Victoria” farm since February 2020 and is working with favorable results.

In summary, the designed drinking trough system for the supply of water to livestock has the following advantages:

- Component elements are available locally, making the design sustainable
- The cost of manufacturing and installation is less than a traditional drinker
- Easy handling and maintenance
- Possible disadvantages that could be pointed out:
- Its components are acquired and not the drinker, that is, it must be assembled on the place
- Components are not always available.

In relation to these disadvantages, the conformation of the drinker is relatively simple and the producers can be advised, while the availability of the components be resolved, if it is decided, to give an adequate level of priority to the issue considering the importance of guaranteeing water in the cattle raising.

To assess the possible application of the system in other units, a study was carried out for a typical unit. For this a dairy farm designed by ENPA in Camagüey was taken as a reference ENPA (2020) (Figure 2).

The availability of streams is observed in the design, which are not always present in our units. In this specific case, not all paddocks have access to them, in addition, it must be considered that these sources behave seasonally, so it is essential to have solutions that guarantee water distribution at any time.

Uno de los factores que influye en la frecuencia de la oferta de agua es la distancia a las aguadas, aun cuando la oferta de agua sea continua, contar con bebederos con adecuada accesibilidad, capacidad, y tiempo de recuperación del agua es importante, dado que los animales tienden a beber en grupos asociados a otras actividades como alimentación (Duarte, 2011). Monteverde (2013) ha señalado que es importante garantizar el frente de bebedero a todos los animales, en dependencia de la especie y categoría, mantener una buena limpieza y una altura y ubicación adecuada de los mismos; destaca que con el agua en la parcela en pastoreo rotativo los animales no actúan con espíritu gregario dirigiéndose en grupos grandes a la aguada, sino que van en forma individual o en pequeños grupos y por poco tiempo. Al utilizarse tanques plásticos picados al centro, se permite que a partir de un tanque entero lograr dos bebederos para su distribución en el campo. Inicialmente surgió la interrogante sobre la posible competencia que se crearía al enfrentarse los animales a un bebedero que no permite la presencia simultánea de varios de ellos, refiriéndose a este aspecto, la observación continua de la experiencia demostró que este principio se cumple en el sistema propuesto debido a la disponibilidad permanente de agua en el bebedero.

La cantidad de bebederos necesarios debe ser valorada en cada condición específica, lo importante es lograr una red hidráulica que permita la disposición de los bebederos en los puntos necesarios, considerando también la distribución de fuentes de abasto naturales, dígame arroyos, aguada, pozos, tanques elevados, etc.

Los componentes del bebedero propuesto son los siguientes: tanque plástico de 208 L, boya, accesorios de enlace, tubería plástica, válvula. Este sistema ha sido implementado en la finca “La Victoria” desde febrero 2020 y se encuentra funcionando con resultados favorables.

En resumen, el sistema de bebederos para el abasto de agua a la ganadería diseñado presenta las siguientes ventajas:

- Los elementos componentes se pueden obtener en el país, lo que hace que el diseño sea sostenible
- El costo de fabricación e instalación es menor que un bebedero tradicional
- Fácil manejo y mantenimiento
- Como posibles desventajas pudieran señalarse:
- Se adquieren sus componentes y no el bebedero, o sea, este debe ser conformado en el lugar
- Los componentes no siempre están disponibles

En relación a estas desventajas, la conformación del bebedero es relativamente sencilla y los productores pueden ser asesorados, en tanto la disponibilidad de los componentes se resolvería si se decide dar un adecuado nivel de prioridad al tema considerando la importancia de garantizar del agua en la ganadería.

Para valorar la posible aplicación del sistema en otras unidades se realizó un estudio para una unidad típica, para ello se tomó como referencia una vaquería diseñada por la ENPA en Camagüey ENPA (2020), en la Figura 2 se observa el esquema de dicha unidad.

Se observa en el diseño la disponibilidad de arroyos, los que no siempre están presente en nuestras unidades; en este caso específico, no todos los cuarterones tienen acceso a los mismos, además, debe considerarse que estas fuentes se comportan de manera estacional, por lo que resulta imprescindible disponer de soluciones que garanticen la distribución del agua en cualquier momento.

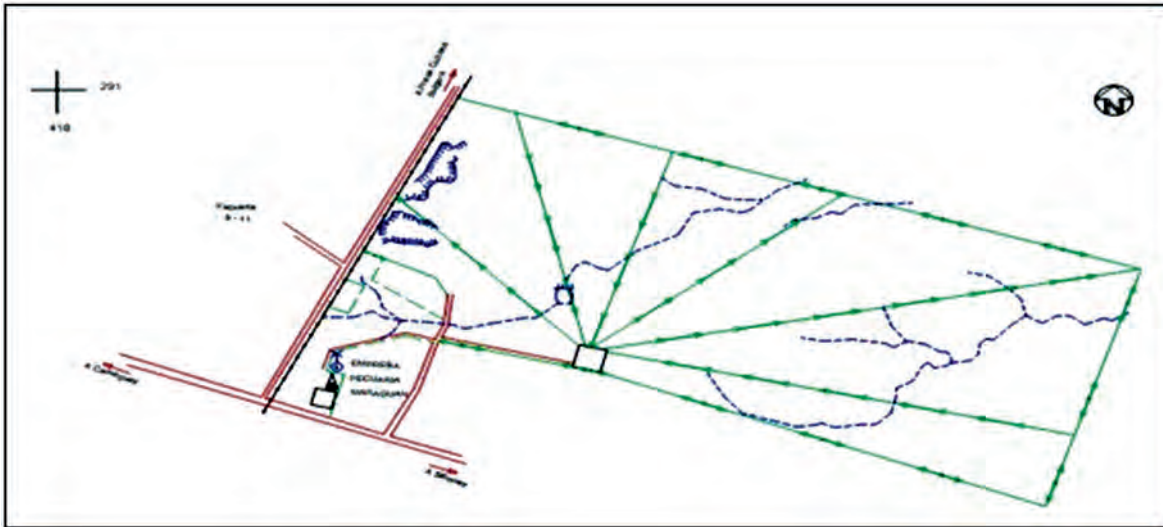


FIGURE 2. General diagram of a typical dairy farm (ENPA, 2020)  
 FIGURA 2. Esquema general de vaquería típica (ENPA, 2020).

For this unit, considering the paddock area and taking into account the rotation period, a distribution scheme was designed in which 2 drinkers per paddock would be placed; their location would be made in the most proportional way possible to facilitate access to water for the animals (Figure 3).

Para esta unidad, considerando el área de los cuarterones y teniendo en cuenta el periodo de rotación se diseñó un esquema de distribución en el cual se colocarían 2 bebederos por cuarterón; la ubicación de los mismos se realizaría de la forma más proporcional posible para facilitar el acceso al agua de los animales (Figura 3).

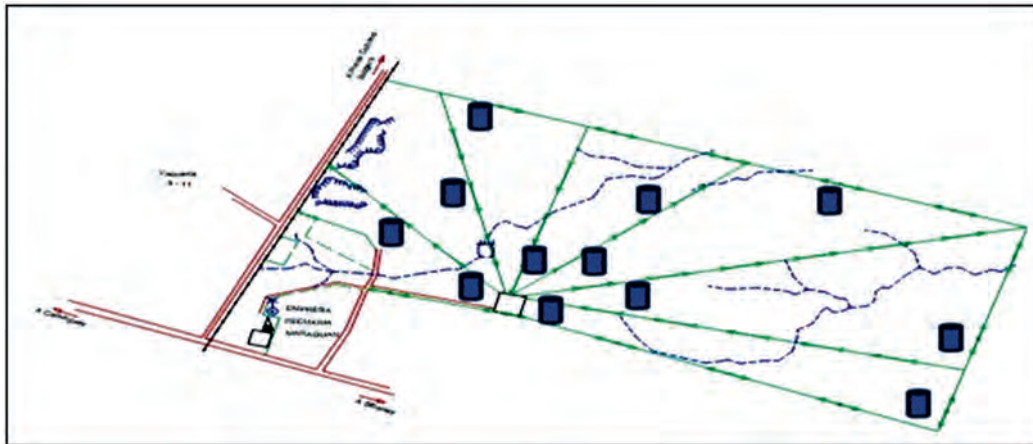


FIGURE 3. Typical dairy water distribution system used as a reference.  
 FIGURA 3. Sistema de distribución de agua en vaquería típica utilizada como referencia.

### Technical, Economic, Social and Environmental Feasibility

The technical factor that supports the proposed design lies in the fact that it manages to respond to the need of guaranteeing the availability of water permanently during the period of permanence of the animals in the field, a situation not resolved today in most of our livestock units and that is reflected in production.

Uribe *et al.* (2011) indicate that mobile drinkers allow reducing costs because they rotate like cattle, for this reason they must be light and in the event that they need to be transported, they have ease of movement. These drinkers can be rustic and built with recyclable materials, there are also plastic drinkers and floats or buoys on the market that help to rationalize the use of water.

### Factibilidad técnica, económica, social y ambiental

El factor técnico que sustenta el diseño planteado radica en el hecho de que logra dar respuesta a la necesidad de garantizar la disponibilidad de agua de manera permanente durante el periodo de permanencia de los animales en el campo, situación hoy no resuelta en la mayoría de nuestras unidades pecuarias y que se refleja en la producción.

Uribe *et al.* (2011) indican que los bebederos móviles permiten reducir costos porque rotan al igual que el ganado, por tal razón deben ser livianos y en el caso que se necesite transportarlos tengan facilidad de movimiento. Estos bebederos pueden ser rústicos y construirse con materiales reciclables, también en el mercado se encuentran bebederos plásticos y flotadores o boyas que ayudan a racionalizar el uso del agua.

There is a direct relationship between the investment required to implement the system and the water supply needs of the animals, taking into account the economic limitations resulting from the lack of water in the productive system, that is, to a very productive farm, but with lack of water corresponds to a greater investment for the supply. In the economic evaluation it is necessary to bear in mind that the investment made is justified by the economic results achieved by the implementation of the system.

For the economic evaluation of the proposal, the current prices in the national market obtained from the Agricultural Products Marketing Company and other national markets were used. There is little supply of these resources for agriculture. (Table 1).

Existe una relación directa entre la inversión requerida para implementar el sistema y las necesidades de abasto de agua a los animales, teniendo en cuenta las limitaciones económicas resultantes de la carencia de agua en el sistema productivo, o sea, a una finca muy productiva, pero con carencia de agua le corresponde una mayor inversión para el abasto. En la evaluación económica es necesario tener presente que la inversión que se realice se justifique con los resultados económicos que se alcancen por la implantación del sistema.

Para la evaluación económica de la propuesta se utilizaron los precios actuales en el mercado nacional obtenidos de la Empresa Comercializadora de Productos Agropecuarios y otros de los mercados nacionales, se observa poca oferta de estos recursos para la agricultura. (Tabla 1).

**TABLE 1. Price list for the construction of the proposed drinking trough**  
**TABLA 1. Listado de precios para la construcción del bebedero propuesto**

Component	Quantity	Unit price (peso)	Total price (peso)
Tank	1	250.00	250.00
Elbow	2 U	60.00	120.00
Buoy	2 U	40.00	80.00
Valve	2 U	200.00	400.00
Total		550.00	850.00

The cost of a traditional cement trough sold by the Agricultural Supplies Company is around 3,000.00 pesos (MN) not including transportation costs according to Hernández (2019), that is, 6,000.00 pesos of investment for two troughs, which represents a difference of 5150.00 pesos (MN) in relation to the proposed solution.

To determine the total investment in the farm, it would be necessary to add the pipes and accessories necessary for the distribution of water from the supply source to the drinking troughs, which requires a specific design for the unit.

The analysis of the investment necessary for the implementation of the distribution system in “La Victoria” farm was carried out; the results are shown in Table 2.

El costo de un bebedero tradicional de cemento que comercializa la Empresa de Suministros Agropecuarios es de alrededor de 3000.00 pesos (MN) sin incluir los costos de transportación según Hernández (2019), o sea, 6000.00 pesos de inversión para dos bebederos, lo que representa una diferencia de 5150.00 pesos (MN) en relación a la solución propuesta.

Para la determinación de la inversión total en la finca habría que añadir las tuberías y accesorios necesarios para la distribución del agua desde la fuente de abasto hasta los bebederos, lo cual requiere de un diseño específico para la unidad.

Se realizó el análisis de la inversión necesaria para la implementación del sistema de distribución en la finca “La Victoria”, los resultados se muestran en la Tabla 2.

**TABLE 2. Necessary investment for the construction of the distribution system in “La Victoria” farm**  
**TABLA 2. Inversión necesaria para la construcción del sistema de distribución en la finca “La Victoria”**

Component	Quantity	Price (peso)
Tank	10 U	2500.00
Pipe	200 m	1800.00
Elbow	20 U	1200.00
Buoy	20 U	800.00
Valve	20 U	4000.00
Total		10300.00

In this case, the system has been calculated for the construction of 20 drinking troughs that guarantee the supply of water in all the paddocks of the farm.

Considering that the paddock area on the farm is 120.00 ha, an index of \$ 85.83 / ha (MN) is obtained, so that as a general indicator for other units and considering a variation margin given by the specific characteristics of the different units, a general index of \$ 100.00 / ha (MN) can be assumed, to which the installation, management and maintenance costs would be

En este caso el sistema ha sido calculado para la construcción de 20 bebederos que garantizan el suministro de agua en todos los cuarterones de la finca.

Considerando que el área de los cuarterones en la finca es de 120,00 ha, se obtiene un índice de 85.83 \$/ha (MN), de manera que como indicador general para otras unidades y considerando un margen de variación dado por las características específicas de las distintas unidades, puede asumirse un índice general de 100.00 \$/ha (MN), a lo cual se le añadirían los costos de insta-

added, which are relatively low when compared to the price of a “canoe” type drinker.

This investment would be justified by the expected productive increase since the animals can have access to water at will without making great physical efforts.

Although Fernández *et al.* (2016) state that drinkers built with cement and other materials have the advantage of being more resistant to weather conditions, plastic and mobile drinkers are cheaper and eliminate the disadvantage that cement drinkers have in terms of mobility.

The practical observation of the behavior of the water distribution system implemented in the farm allowed verifying that there is a more periodic access of the animals to the drinkers due to the ease of access, which will obviously have an impact on the productive results, coinciding with the studies carried out Piaggio & García (2004), which showed the effectiveness of mounting mobile drinkers in pastures, which obtained a 5% increase in milk production with a higher concentration of solids.

In the social aspect, the easy handling humanizes the work, in addition, the expected improvements of the productive results redound in the economic benefits that the producer receives.

From the environmental point of view, the proposed system reduces the need to transfer water in tank cars, with the consequent reduction in fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere.

Based on the results obtained, a guide was prepared for the design of the water supply to livestock by means of plastic tanks, which has been made available to producers in the municipality for its progressive generalization.

## CONCLUSIONS

- The results show that the designed system allows greater access to water for the animals during their stay in the paddocks by having more drinkers per area.
- The proposed system represents a transformation from the social point of view because it humanizes work by being easy to handle and maintain it.
- From an environmental point of view, it reduces the need to transfer water in tank cars, with the consequent reduction in fuel consumption.
- The economic indicators show a decrease of 5,150.00 pesos less for the acquisition of two mobile drinkers compared to a traditional one.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Conceptualization: B. Mola. Data curation: B. Mola, C. Bonet. Formal analysis: B. Mola, C. Bonet. Investigation: B. Mola, C. Bonet, E. Sánchez. Methodology: B. Mola, C. Bonet.. Supervision: B. Mola, C. Bonet. Roles/Writing, original draft: B. Mola,. Writing, review & editing: R. Quintero, E. Sánchez.

## REFERENCES

BEBEDEROS SHOP: *Bebederos Shop*, [en línea], bebederos-shop,

lación, manejo y mantenimiento, que resultan relativamente bajos al compararlo con el precio de un bebedero tipo “canoas”.

Esta inversión se justificaría por el incremento productivo esperado a partir de que los animales pueden tener acceso al agua a voluntad sin realizar grandes esfuerzos físicos.

A pesar de que Fernández *et al.* (2016) plantean que los bebederos construidos con cemento y otros materiales tienen como ventaja ser más resistentes a las condiciones de intemperie, los bebederos plásticos y móviles son más económicos y eliminan la desventaja que tienen los bebederos de cemento en cuanto a la movilidad.

La observación práctica del comportamiento del sistema de distribución de agua implementado en la finca permitió comprobar que se produce un acceso más periódico de los animales a los bebederos debido a la facilidad de acceso, lo que obviamente repercutirá en los resultados productivos, coincidiendo con los estudios realizados por Piaggio & García (2004), que mostraron la eficacia de montar bebederos móviles en las pasturas, con lo cual obtuvo un 5% de incremento en la producción de leche con una mayor concentración de sólidos.

En el aspecto social, el fácil manejo humaniza el trabajo, además, las mejoras esperadas de los resultados productivos redundan en los beneficios económicos que recibe el productor.

Desde el punto de vista ambiental, el sistema propuesto permite reducir la necesidad del traslado de agua en carros cisternas, con la consiguiente reducción del consumo de combustible y de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

A partir de los resultados obtenidos se elaboró una Guía para el diseño del abasto de agua a la ganadería mediante tanques plásticos, que se ha puesto a disposición de productores del municipio para su progresiva generalización.

## CONCLUSIONES

- Los resultados demuestran que el sistema diseñado permite un mayor acceso al agua de los animales durante su permanencia en los potreros a partir de contar con más bebederos por área.
- El sistema propuesto representa una transformación desde el punto de vista social porque humaniza el trabajo al ser fácil su manejo y mantenimiento.
- Desde punto de vista ambiental reduce la necesidad del traslado de agua en carros cisternas, con la consiguiente reducción del consumo de combustible
- Los indicadores económicos demuestran una disminución de 5 150,00 pesos menos para la adquisición de dos bebederos móviles contra uno tradicional.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Conceptualization: B. Mola. Data curation: B. Mola, C. Bonet. Formal analysis: B. Mola, C. Bonet. Investigation: B. Mola, C. Bonet, E. Sánchez. Methodology: B. Mola, C. Bonet.. Supervision: B. Mola, C. Bonet. Roles/Writing, original draft: B. Mola,. Writing, review & editing: R. Quintero, E. Sánchez..



2017, Disponible en: <https://www.bebederos-shop.com>.

- DUARTE, E.: "Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. Sistema de abrevadero. (Parte I) ¿Cuánta agua toma una vaca", *Revista Plan Agropecuario*, 140: 38-43, 2011, Disponible en: <https://www.ergomix.com/ganaderia>.
- DUPCHAK, K.: *Evaluando la Calidad del Agua para el Ganado. Agua para consumo de rumiantes*, [en línea], Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2009, Disponible en: <https://www.ergomix.com/ganaderia>.
- ENPA: *Diseño de Solución de acuartonamiento y agua*, Inst. Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA). Dpto. de Desarrollo. Camagüey, Información personal, Camagüey, Cuba, 2020.
- FERNÁNDEZ, D.; MARTÍNEZ, M.; VALENCIA, E.; LÓPEZ, R.: *Diseño y construcción de bebederos pecuarios*, [en línea], Unidad Técnica Especializada (UTE) COUSSA, Publisher: México, 2016, Disponible en: [www.coussa.mx](http://www.coussa.mx).
- FERNÁNDEZ, N.: *El agua en la ganadería camagüeyana*, Subdelegación de ganadería Delegación Provincial MINAG, Camagüey, Camagüey, Cuba, 2019.
- FLORES, J.; ROCHINOTTI, D.: *Agua para consumo de rumiantes*, Noticias y Comentarios Ediciones Instituto Nacional de tecnologías agropecuarias (INTA), 2007.
- HERNÁNDEZ, Y.: *Precios de venta de materiales en los almacenes de la Empresa de Suministros Agropecuarios (EPSA)*, Empresa de Suministros Agropecuarios (EPSA), 2019.
- LUQUE, J.: *Calidad de agua para bebida de animales*, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2008.
- MONTEVERDE, S.: *Agua, hábitos de abrevado en bovinos y cantidad de agua requerida. Hábitos de consumo de agua en el ganado*, Revista Ayuda Mutua, 2013.
- PÉREZ, A.; BORREGO, J.: "Una mina en el potrero", *Granma*, primera ed., La Habana, Cuba, 18 de julio de 2016, ISSN: 0864-0424, Disponible en: [internet@granma.cu](mailto:internet@granma.cu), [Consulta: 30 de enero de 2020].
- PIAGGIO, L.; GARCÍA, A.: "El agua de bebida como limitante de la producción en pastoreo", *Revista del Plan Agropecuario*, 36-40, Lechería, 2004.
- PINEDA, O.: *El uso adecuado del agua en explotaciones de ganado bovino*, Inst. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Viceministerio de Desarrollo Económico Rural, Boletín técnico, La Habana, Cuba, 2016.
- ROTOPLAS: *Comederos/bebederos para Ganado*, [en línea], Inst. ROTOPLAS. Empresa Comercializadora México, Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, FEDEGÁN, CIPAV, Fondo Acción, TNC., México, 2020, Disponible en: <https://rotoplas.com.mx>.
- URIBE, F.; ZULUAGA, A.; VALENCIA, L.; MURGUEITIO, E.; OCHOA, L.: *Buenas prácticas ganaderas*, Ed. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, FEDEGÁN, CIPAV, Fondo Acción, TNC, vols. Manual 3, Bogotá, Colombia, 82 p., 2011, ISBN: 978-958-8498-36-2.

*Barbara Mola-Fines*<sup>1</sup>, Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba. (32-291926), e-mail: [esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu](mailto:esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2782-964X>

*Edelmis Sánchez-Santos*, Productor Finca La Victoria. CCS Evelio Rodríguez. Municipio Jimaguayú, Camagüey, Cuba, e-mail: [esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu](mailto:esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1727-4943>

*Camilo Bonet-Pérez*, Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba. (32-291926), e-mail: [esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu](mailto:esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>

*Raudel Quintero-Rodríguez*, Estudiante Universidad de Camagüey, Facultad Agropecuaria, Camagüey, Cuba, e-mail: [esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu](mailto:esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4247-842X>:

The authors of this work declare no conflict of interests.

This item is under license Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher.