



<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1543>

ORIGINAL ARTICLE | ARTÍCULO ORIGINAL

# Plan of Measures to Increase the Management of Water Use in Livestock Systems

## *Plan de medidas para incrementar la gestión de uso del agua en sistemas ganaderos*

Dr.C. Camilo Bonet-Pérez<sup>1</sup>, MSc. Pedro A. Guerrero-Posada<sup>1</sup>, Ing. Lisset Maria Pérez-Gómez<sup>1</sup>,  
Ing. Yasmani La Rosa-Fernández<sup>1</sup>, MSc. Bárbara Mola-Fines

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAGric), Filial Camagüey, Cuba.

<sup>11</sup> Empresa de Aprovechamiento Hidráulico INRH, Camagüey, Cuba.

**ABSTRACT.** In the study that is presented, a comprehensive diagnosis is carried out on the use of available water in livestock agroecosystems linked to the Project Environmental Bases for Local Food Sustainability (BASAL) of Jimaguayú Municipality, Camagüey Province and its possibilities of responding to the potential needs of the agricultural sector. As a result, it was found that the availability of groundwater is limited to flows below 3 L/s in most of the wells. In addition, it was determined that there are 4 dams and 25 micro dams in the municipality belonging to the Ministry of Agriculture (MINAG), which, however, cannot be used because they are distant from the study area. The available forecasts on the climate behavior in the studied area indicate that drought conditions must increase, due to which, in order to supply the water requirements of irrigation activities and of livestock, it will be necessary to apply measures for increasing water use efficiency. A plan of measures was drawn up that includes the installation of 10 sprinkler irrigation systems, the drilling of 18 wells, the colocation of 8 windmills, the repairing of 12 tanks and hydraulic installations and the maintenance of 16 reservoirs. The actions to be applied were specified through the Irrigation Advisory Service (IAS) to increase the efficiency in the use of available water.

**Keywords:** Climate Change, Water Use, Rain, Irrigation Advisory Service.

**RESUMEN.** En el estudio que se presenta se realizó un diagnóstico integral del uso del agua disponible en agroecosistemas ganaderos vinculados al Proyecto Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL) del municipio Jimaguayú en la provincia Camagüey y sus posibilidades de dar respuesta a las necesidades potenciales del sector agropecuario. Como resultado se comprobó que la disponibilidad de agua subterránea está limitada a caudales inferiores a 3 L/s en la mayoría de los pozos, además, se dispone en el municipio de 4 presas y 25 micro presas pertenecientes al Ministerio de la Agricultura (MINAG), sin embargo, no se pueden aprovechar por estar distantes del área de estudio. Los pronósticos disponibles sobre el comportamiento climático en el área estudiada indican que las condiciones de sequía deben incrementarse, debido a lo cual para suplir los requerimientos de agua de las actividades de riego y de abasto a la ganadería será necesario aplicar medidas que permitan un incremento en la eficiencia de uso del agua. Se elaboró un plan de medidas que incluye la instalación de 10 sistemas de riego por aspersión, perforación de 18 pozos, instalación de 8 molinos a viento, reparación de 12 tanques e instalaciones hidráulicas y mantenimiento a 16 embalses, y se precisaron las acciones a aplicar a través del Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) para lograr incrementar la eficiencia de uso del agua disponible.

**Palabras clave:** cambio climático, uso del agua, lluvia, servicio de asesoramiento al regante.

## INTRODUCTION

Livestock areas in Camagüey Province have suffered the consequences of extreme events due to climate variability for

## INTRODUCCIÓN

Las áreas ganaderas de la provincia Camagüey han sufrido durante varios años las consecuencias de los eventos extremos que se

<sup>1</sup> Author for correspondence: Camilo Bonet Pérez, e-mail: esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>

Received: 12/04/2019.

Approved: 11/12/2021.

several years, therefore, agricultural and livestock results have been affected, observing a deterioration of the agroecosystems. The causes of the general degradation are given by the incidence of diverse natural factors and linked to man's action. Drought is an important aspect, which can sometimes spread and bring dire consequences for livestock, so it is necessary to prepare the areas and guarantee the conditions for the efficient use of the water available during that time (Planos, 2014, cited by López *et al.* (2016).

Given the agricultural economy of Jimaguayú Municipality, its role as the main producer of milk in the province and its importance in the national balance of livestock production, MINAG decided to include it among the territories benefited by BASAL project, which aims to support adaptation to Climate Change in Cuba.

The insufficient availability of water for livestock supply and irrigation has been identified among the main vulnerable points of livestock systems, related to a low use of supply sources and available irrigation systems, whose causes are related not only to the insufficient infrastructure, but also with the lack of preparation of the producers (BASAL, 2014). Advising to the producers is a fundamental direction of work, which will require an adequate conception and organization based on the natural, technical and social conditions of the study area. There is experience in the world and in Cuba on the application of the Irrigation Advisory Service (IAS), whose main objective is to improve the use and management of irrigation water (Cisneros *et al.*, 2005; 2013; Ruiz *et al.*, 2005; 2007). The achievement of satisfactory productive results that guarantee the necessary food base will largely depend on the efficient use of available water (Doorenbos & Kassam, 1980).

Given the existing situation in the study area, the following objective is proposed: to establish a plan of measures aimed at improving the management of water use in the livestock agroecosystems of BASAL Project.

## METHODS

The study for the implementation of measures is carried out in units dedicated to livestock production belonging to BASAL Project in Jimaguayú Municipality (Table 1).

**TABLE 1: Areas of intervention**  
**TABLA 1: Áreas de intervención**

Company	Intervention area	Selected Units
Agropecuaria Jimaguayú	“El Rincón” farm	Dairy farms 5-29, 5-30, 5-31 y 5-32
Pecuaria Triángulo Cinco	“Patria o Muerte” farm	Dairy farms 12-2, 12-4, 12-11 y 12-15
Cooperativa 26 de Julio	“El Renacer” farm	Estate “El Renacer” farm

The municipality is located in the central area of the province and presents geoclimatic and vegetation conditions that promote evaporation and accelerated runoff of water on the surface, which makes it vulnerable in terms of water resources. In studies carried out, Jimaguayú Municipality was classified as having a high climatic risk because almost all its sources are depleted in periods of drought, a condition that affects the supply to the population, agricultural productions and livestock

producen debido a la variabilidad climática, por lo que los resultados agrícolas y pecuarios se han visto afectados, observándose un deterioro de los agroecosistemas. Las causas de la degradación general están dadas por la incidencia de diversos factores naturales y vinculados a la acción del hombre; un aspecto importante es la sequía, la que puede en ocasiones extenderse y traer nefastas consecuencias para la ganadería, por lo que se hace necesario preparar las áreas y garantizar las condiciones para el uso eficiente del agua disponible durante esta época (Planos, 2014, citado por López *et al.* (2016).

Dada la importancia del municipio Jimaguayú en el balance nacional de la producción pecuaria se decidió por el MINAG incluirlo entre los territorios beneficiados por el proyecto BASAL, que tiene como propósito apoyar la adaptación al Cambio Climático en Cuba; su economía es netamente agropecuaria, siendo el principal productor de leche de la provincia.

Ha sido identificado entre los principales puntos vulnerables de los sistemas ganaderos la insuficiente disponibilidad de agua para el abasto al ganado y el riego, relacionado con un bajo aprovechamiento de las fuentes de abasto y sistemas de riego disponibles, cuyas causas están relacionadas no sólo con la insuficiente infraestructura, sino además con la falta de preparación de los productores (BASAL, 2014). El asesoramiento a los productores es una dirección de trabajo fundamental; esta actividad requerirá de una adecuada concepción y organización en función de las condiciones naturales, técnicas y sociales del área de estudio. Existe experiencia en el mundo y en Cuba sobre la aplicación del Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR), cuyo objetivo principal es la mejora del uso y la gestión del agua de riego (Cisneros *et al.*, 2005; 2013; Ruiz *et al.*, 2005; 2007). El logro de resultados productivos satisfactorios que garanticen la base alimentaria necesaria dependerá en gran medida del uso eficiente del agua disponible (Doorenbos & Kassam, 1980).

Dada la situación existente en el área de estudio, se plantea el siguiente objetivo: establecer un plan de medidas encaminado a mejorar la gestión de uso del agua en los agroecosistemas ganaderos del Proyecto BASAL.

## MÉTODOS

El estudio para la implementación de las medidas se lleva a cabo en unidades dedicadas a la producción pecuaria pertenecientes al Proyecto BASAL en el municipio Jimaguayú (Tabla 1).

El municipio está enclavado en la zona central de la provincia y presenta condiciones geoclimáticas y de vegetación que propician la evaporación y el escurrimiento acelerado de las aguas en la superficie, lo cual lo hace vulnerable del recurso agua. En estudios realizados el municipio Jimaguayú se clasificó como de alto riesgo climático debido a que casi todas sus fuentes se agotan en periodos de sequía, condición ésta que afecta el abasto a la población, las producciones agrícolas y la

according to BASAL (2014). During the last 5 years, average rainfall has been lower than the historical average according to INSMET (2018, 2018). Figure 1 shows an example of the behavior of drought in Jimaguayú Municipality.

ganadería según (BASAL, 2014); durante los últimos 5 años la lluvia media ha sido inferior a la media histórica de acuerdo al INSMET (2018, 2018), la Figura 1 muestra un ejemplo del comportamiento de la sequía en el municipio Jimaguayú.

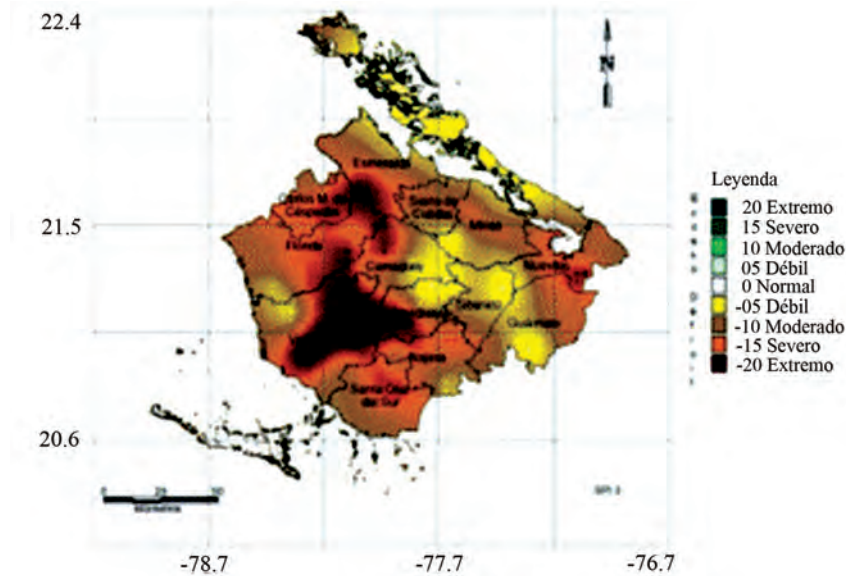


FIGURE 1. Accumulate of rains in the third trimester of the year 2018 (INSMET, 2018).  
 FIGURA 1. Acumulado de lluvias en el tercer trimestre del 2018 (INSMET, 2018).

For the execution of the study, the following procedure is developed.

- I. Diagnosis of the initial situation, carried out through a tour through the intervention areas and direct exchange with producers and managers linked to the selected Production Units.
- II. Irrigation study included needs of irrigation areas and possibilities of increasing them based on water availability, soil characteristics and topographic conditions. For the evaluation of irrigation systems, the following methodologies were used: uniformity of distribution of the emitter and efficiency of discharge (Merriam and Keller, 1978, cited by Bonet & Guerrero (2016); uniformity of distribution and coefficient of uniformity of the system (Keller and Bliesner, 1990, cited by Bonet & Guerrero (2016); coefficient of uniformity of the emitter (Christiansen, 1942, cited Bonet & Guerrero (2016); losses due to evaporation and wind drag (Fisher and Allen, 1988, cited by Bonet (2016).
- III. Study of the water supply to livestock.
- IV. Establishment of the plan of measures to be executed.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Diagnosis Results

#### Location of Available Water Supply Sources and Their Technical Status

Underground water. In the case of the intervention areas, 19 wells are controlled by MINAG and data were collected from pumping tests of seven of them. It can be seen in Table 2, that the available flow values are not significant.

Para la ejecución del estudio se desarrolla el siguiente procedimiento.

- I. Diagnóstico de la situación inicial, realizado mediante recorrido por las áreas de intervención e intercambio directo con productores y directivos vinculados a las Unidades Productivas seleccionadas.
- II. Estudio del riego. Necesidades de áreas de riego y posibilidades de incrementarlas a partir de la disponibilidad de agua, características de los suelos, condiciones topográficas. Para la evaluación de los sistemas de riego se utilizaron las siguientes metodologías: uniformidad de distribución del emisor y eficiencia de descarga (Merriam y Keller, 1978, citados por Bonet & Guerrero (2016); uniformidad de distribución y coeficiente de uniformidad del sistema (Keller y Bliesner, 1990, citados por Bonet y Guerrero (2016); coeficiente de uniformidad del emisor (Christiansen, 1942, citado por Bonet y Guerrero (2016); pérdidas por evaporación y arrastre por el viento (Fisher y Allen, 1988, citados por Bonet (2016).
- III. Estudio del abasto de agua a la ganadería.
- IV. Establecimiento del plan de medidas a ejecutar

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados del diagnóstico

#### Localización de las fuentes de abasto de agua disponibles y su estado técnico

Agua subterránea. En el caso de las áreas de intervención se tienen controlados por el MINAG 19 pozos, de ellos se recopilaron datos de las pruebas de bombeo de siete; se puede observar en la Tabla 2 que, los valores de caudal disponibles no son significativos.

The analysis of flow in the points analyzed and taking into account the values of all the wells of the municipality destined to livestock, the available underground water potential was determined, obtaining a flow map which shows that the predominant expenditure in the municipality ranges between 0.5 and 3.0 L/s, a result that coincides with that reported in the study carried out for the implementation of BASAL project (Cisneros *et al.*, 2016, cited by López *et al.* (2016).

Como resultado del análisis de los caudales en cada uno de los puntos analizados y teniendo en cuenta los valores de todos los pozos del municipio destinados a la ganadería se determinó el potencial hídrico subterráneo disponible, obteniéndose un mapa de caudales el cual muestra que el gasto predominante en el municipio oscila entre 0,5 y 3,0 L/s, resultado que coincide con el reportado en el estudio realizado para la implementación del proyecto BASAL (Cisneros *et al.*, 2016, citados por López *et al.* (2016).

**TABLE 2: General data of the wells available in the studied areas**  
**TABLA 2: Datos generales de los pozos disponibles en las áreas estudiadas**

No. Well	Coordinates		TD (m)	SD (m)	D (m)	Q (L/s)	S (m)	User
	North	East						
10645	283,50	39,10	15,45	4,95	0,30	2,63	0,40	Dairy farms 12-2
1484	274,30	394,75	21,00	8,80	0,30	4,00	6,67	Dairy farms. 12-11
9343	285,00	396,25	17,00	3,30	0,30	3,78	6,42	Dairy farms 12-15
12003	292,20	401,10	13,50	3,54	0,30	1,20	4,45	Dairy farms 5-29
8859	292,10	402,25	10,10	1,48	0,30	1,89	7,41	Dairy farms 5-30
11059	292,20	402,60	13,00	3,20	0,30	3,15	4,08	Dairy farms 5-31
997	294,00	403,15	20,20	3,25	0,15	1,26	4,90	Dairy farms 5-32

TD. Total depth; SD. Static depth; D. Diameter; Q. Flow; S. Dejection

Superficial water. The municipality has a wide hydraulic infrastructure that includes 4 dams and 25 micro dams, of these 5 in poor condition and 12 in regular technical condition according to a study carried out by MINAG (2016).

It is observed in Figure 2, that the reservoirs are not located within the areas. The feasibility of using water from nearby reservoirs was assessed by carrying out certain access works which proved that the possibilities are extremely complex because they are located relatively far away (more than 1 km) and downstream from the study areas.

Agua superficial. El municipio cuenta con una amplia infraestructura hidráulica que incluye 4 presas y 25 micropresas, de estas 5 en mal estado y 12 en estado técnico regular según estudio realizado por el Minag (2016).

Se observa en la Figura 2 que los embalses no se encuentran ubicados dentro de las áreas; se valoró la factibilidad de utilizar el agua de embalses situados en las proximidades mediante la ejecución de determinadas obras de acceso; comprobándose que las posibilidades resultan extremadamente complejas por encontrarse situados relativamente alejados (más de 1 km) y aguas abajo de las áreas del estudio.

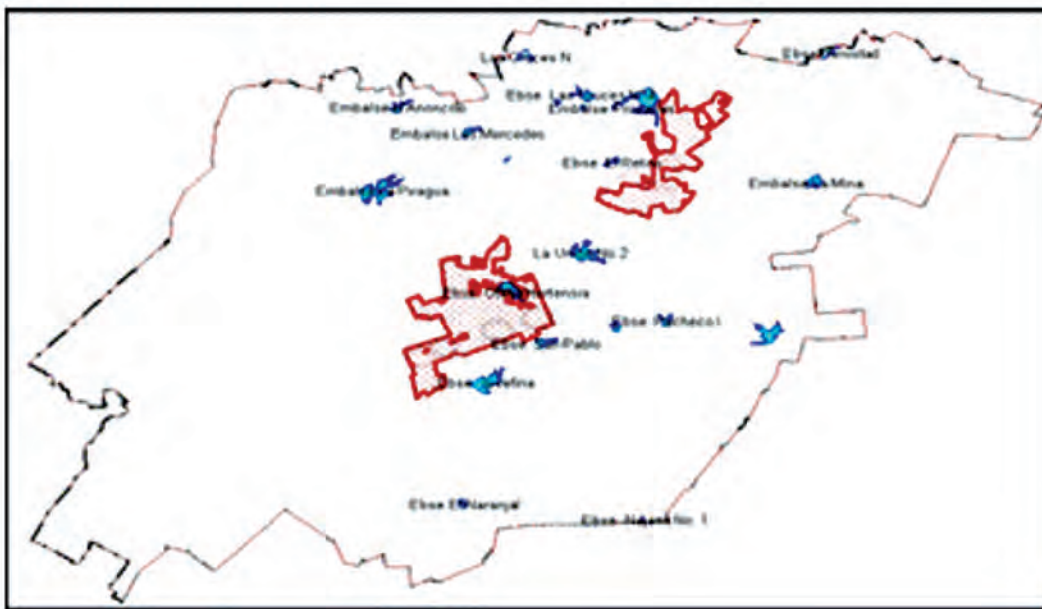


FIGURE 2. Reservoirs located in the vicinities of the study area.  
 FIGURA 2. Embalses situados en las proximidades del área de estudio.

## Irrigation

The study carried out by specialists from the Soil Institute (BASAL, 2014) and by Hernández *et al.* (2016), allowed determining that the predominant types of soils are Brown without carbonates, Brown with carbonates and Fersialitic reddish brown, which are characterized in general for a light texture and they are located in an undulating to slightly undulating topography, identifying potential erosion, shallow effective depth, high slope and rockiness as limiting factors to be considered when defining the irrigation technology.

In the intervention areas there are four sprinkler irrigation systems of 1 ha which are not in good technical condition due to the deterioration of their components (Table 3).

The technical evaluation of one of these systems was carried out (Table 4).

## Riego

El estudio realizado por especialistas del Instituto de Suelos BASAL (2014) y Hernández *et al.* (2016), pudo determinar que los tipos de suelos predominantes son los Pardos sin carbonatos, Pardos con carbonatos y Fersialíticos pardo rojizos, los que se caracterizan en general por una textura ligera y se encuentran enclavados en una topografía ondulada a ligeramente ondulada, identificándose como factores limitantes la erosión potencial, la poca profundidad efectiva, la alta pendiente y la rocosidad, aspectos a considerar al definir la tecnología de riego.

En las áreas de intervención se dispone de cuatro sistemas de riego por aspersión de 1 ha los que no se encuentran en buen estado técnico por el deterioro de sus componentes (Tabla 3).

Se realizó la evaluación técnica de uno de estos sistemas (Tabla 4).

**TABLE 3: 1 ha sprinkler irrigation systems in each area**  
**TABLA 3: Sistemas de riego por aspersión de 1 ha existentes en cada área**

Units	Irrigation systems
“El Renacer” farm	2
“El Rincón” farm	1
“Patria o Muerte” farm	1
Total	4

**TABLE 4. Results of the evaluation of the irrigation system in “El Renacer” farm**  
**TABLA 4. Resultados de la evaluación del sistema de riego en la finca “El Renacer”**

Parameter	Valor (%)
Emitter uniformity coefficient	54
System uniformity coefficient	36
Emitter distribution uniformity	48
System distribution uniformity	32
Discharge efficiency	60
Losses due to evaporation and drag	18

The results are unsatisfactory according to the indicators established for these systems (Tarjuelo *et al.*, 2000, cited by Bonet & Guerrero (2016a), and show the great technical insufficiencies that characterize the operation of irrigation systems today, which is due fundamentally to the ignorance on the part of the producers of the fundamental aspects about crop irrigation (Bonet & Guerrero, 2016b). Among the main deficiencies identified are: sprinkler mix, insufficient pressure, leaks, etc. There are antecedents in the municipality of obtaining satisfactory productive results in forage production when these systems are properly exploited and agrotechnical measures are properly applied (Muñoz *et al.*, 2012).

From the food balance prepared by specialists from the Estación Experimental de Pastos & Forrajes (EPPF) it was possible to know the need to establish areas under irrigation in each productive unit to improve the food balance of animals, as well as in the EPPF itself to ensure seed production.

## Water Supply to Animals

The supply of water to the animals is currently one of the main limitations for the increase in milk production. Water supply facilities are basically made up of windmills,

Los resultados son insatisfactorios según los indicadores establecidos para estos sistemas (Tarjuelo *et al.*, 2000, citados por Bonet & Guerrero (2016a), y muestran las grandes insuficiencias técnicas que hoy caracterizan la operación de los sistemas de riego, lo cual está dado fundamentalmente por el desconocimiento por parte de los productores de los aspectos fundamentales sobre el riego de los cultivos según Bonet & Guerrero (2016b); entre las principales deficiencias identificadas se encuentran: mezcla de aspersores, insuficiente presión, salideros, etc. Existen antecedentes en el municipio de la obtención de resultados productivos satisfactorios en la producción de forraje cuando se realiza una correcta explotación de estos sistemas y se aplican de forma adecuada las medidas agrotécnicas (Muñoz *et al.*, 2012).

A partir del balance alimentario elaborado por especialistas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) se pudo conocer de la necesidad de lograr establecer áreas bajo riego en cada unidad productiva para mejorar el balance alimentario de los animales, así como en la propia EPPF para garantizar la producción de semillas.

## Abasto de agua a los animales

El abasto de agua a los animales constituye en la actualidad una de las principales limitantes para el incremento de la producción de leche; las instalaciones de abasto de agua están conformadas básicamente

however, it was found that the technical state of the facilities is deficient, with problems both in the tanks and in the hydraulic network, which limits the use of the mills and it causes water losses, in addition, these mills are generally installed in the dairy farms, while the animals remain during the day in the pastures where they only have access to water in spring through dams built in some units. Based on the mass of animals, the real needs of the resource were determined, which are currently guaranteed in a limited way (28%), a situation that tends to worsen in times of drought.

Table 5 shows the expected increase in the volume of water required. This situation has forced the use of alternative solutions such as the transfer of water in tankers, a solution that not only does not achieve the necessary effectiveness, but also creates a high dependence on the availability of fuel.

camente por molinos a viento, no obstante, se pudo comprobar que el estado técnico de las instalaciones es deficiente, con problemas tanto en los tanques como en la red hidráulica, lo cual limita el aprovechamiento de los molinos y provoca pérdidas de agua, además, estos molinos están instalados generalmente en las vaquerías, en tanto los animales permanecen durante el día en los potreros en los que solo tienen acceso al agua en época de primavera mediante tranques construidos en algunas unidades. A partir de la masa de animales se determinaron las necesidades reales del recurso, las que son garantizadas actualmente de forma limitada (28%), situación que tiende a agravarse en épocas de sequía.

La Tabla 5 muestra el incremento previsto del volumen de agua necesario; esta situación ha obligado al empleo de soluciones alternativas tales como el traslado de agua en pipas, solución que no solo no logra la efectividad necesaria, sino que crea una alta dependencia de la disponibilidad de combustible.

**TABLE 5. Need for water to supply the animals in the studied areas**  
**TABLA 5. Necesidad de agua para el abasto a los animales en las áreas estudiadas**

Units Intervention Area	Amount of animals		Required volume of water (m <sup>3</sup> /año)	
	Current	Perspective	Current	Perspective
“El Renacer” farm	47	47	3 431	3 431
“El Rincón” farm	706	1200	51 538	87 600
“Patria o Muerte” farm	1946	3216	142 058	234 768
Total	2694	4463	197 027	325 799

## Plan of Measures

Irrigation. The use of surface water in the immediate term is impossible in the areas studied, as groundwater is limited from a quantitative point of view to expenses below 3.0 L/s, which conditions the need to use technologies of irrigation that allow a low hydromodule. Likewise, it will be necessary in some cases to drill wells since in some units they are not available or they are located far away from possible irrigation areas.

Based on the soil conditions, topography and water availability, it is proposed to use semi-stationary sprinkler irrigation systems of 1 ha in each of the productive units studied, as well as in the EEPF (total 10 irrigation systems), which would use, for pumping, electrical energy supplied by submersible electric pumps (Table 6).

## Plan de medidas

Riego. El uso del agua superficial en un plazo inmediato resulta imposible en las áreas estudiadas, en tanto el agua subterránea se encuentra limitada desde el punto de vista cuantitativo a gastos inferiores a los 3,0 L/s, lo cual condiciona la necesidad de utilizar tecnologías de riego que permitan un hidromódulo bajo; así mismo, será necesario en algunos casos la perforación de pozos ya que en algunas unidades no se dispone de los mismos o se encuentran ubicados muy alejados de las posibles áreas de riego.

A partir de las condiciones de suelos, topografía y disponibilidad de agua se propone utilizar sistemas de riego por aspersión semi estacionarios de 1 ha en cada una de las unidades productivas estudiadas, así como en la EEPF (total 10 sistemas de riego), los cuales utilizarían para el bombeo energía eléctrica abastecidos por electrobombas sumergibles (Tabla 6).

**TABLE 6. Needs for strengthening irrigation areas.**  
**TABLA 6. Necesidades para el fortalecimiento de las áreas de riego.**

Description	Quantity
Semi-stationary sprinkler irrigation system of 1 ha, Submersible Pump (2 L/s and 70 m.c.a)	10
Well drilling	10

Water supply to livestock. To achieve an adequate supply of water to the animals, it will be necessary to implement a group of measures in the short or medium term (Table 7).

Abasto de agua a la ganadería. Para lograr un suministro adecuado de agua a los animales será necesario implementar un grupo de medidas a corto o mediano plazo (Tabla 7).

**TABLE 7. Needs to improve the water supply to livestock**  
**TABLA 7. Necesidades para mejorar el abastecimiento de agua al ganado**

Description	Quantity
Repair of tanks and hydraulic installations	12
Well drilling	8
Installation of windmills, tanks and hydraulic installations	8
Maintenance of small reservoirs	16

The proposed plan of measures would make it possible to meet the animals' water needs and would only need water flushing with tankers in exceptional situations.

HE. In addition to the knowledge already established regarding the limitations in the availability of water, the little development of the irrigation activity and the low level of water supply to the animals, the results of the diagnosis allowed to identify the following problems: there is not elementary knowledge about irrigation management, there is no control of rainfall for irrigation scheduling, nor are rain gauges available, and the information on the hydrophysical properties of the soils available requires an update on a more detailed scale.

The following were also identified as potentialities: information on the situation of availability of groundwater and surface water, agrometeorological information that can be used for the IAS and the existence in the municipality of entities that can support the implementation of the system (BASAL, 2014).

As a result of the studies carried out, it was decided to orient the IAS towards:

1. Advice to producers. It is carried out through a training program, aimed at producers linked to the operation of irrigation systems. The achievement of the expected productive and economic results requires the application of an intense and systematic training program.
2. Implementation of a rainfall gauge network. The execution of efficient irrigation requires strict control of rainfall, for which BASAL Project implements the installation of a rainfall gauge network that includes a rain gauge in each of the irrigation systems (10).
3. Establishment of file of each irrigation system. In order to achieve a control that allows the necessary analysis to be carried out, the implementation of the file of each irrigation system is established, which will be prepared and updated by the previously qualified producers themselves.
4. Application of irrigation scheduling. One of the fundamental objectives of the IAS is to achieve the execution of irrigation according to technical criteria from the local conditions of soils, crops, climatic conditions and irrigation systems (Chipana & Osorio, 2007; Pacheco *et al.*, 2008). For that, a system is established according to which the technical staff of the EEPF will be in charge of processing the information by monitoring the water inputs from rain and irrigation.
5. Establishment of the communication system (Figure 2). An effective communication system is a prerequisite for the effective implementation of the IAS (Calera & Osann, 2007). The network proposal for our conditions includes two information directions.

For the fulfillment of this program, the information referred to Evapotranspiration will be received in the Center for Capacity Building and Knowledge Management of the EEPF weekly. Similarly, the information on irrigation and rainfall will be received from each area through the extension system of BASAL Project.

Implementation of demonstration areas. As part of the agricultural extension work, demonstration areas are created that will serve as a reference for producers with irrigation systems.

El plan de medidas propuesto permitiría lograr la satisfacción de las necesidades de agua de los animales y solo sería necesario el tiro de agua con pipas en situaciones excepcionales.

SAR. Además de los conocimientos ya establecidos respecto a las limitaciones en la disponibilidad de agua, el poco desarrollo de la actividad de riego y el bajo nivel de abastecimiento de agua a los animales, los resultados del diagnóstico permitieron identificar las siguientes problemáticas: no existen los conocimientos elementales sobre el manejo del riego, no se tiene control de la lluvia para la programación del riego ni se dispone de pluviómetros y la información de las propiedades hidrofísicas de los suelos disponible requiere de una actualización a una escala más detallada.

Se identificaron también como potencialidades: información sobre la situación de disponibilidad de agua subterránea y superficial, información agrometeorológica que puede ser utilizada para el SAR y la existencia en el municipio entidades que pueden apoyar la implementación del sistema (BASAL, 2014).

Como resultado de los estudios realizados se decide orientar el SAR hacia:

1. Asesoramiento a productores. Se lleva a cabo mediante un programa de capacitación, dirigido a los productores vinculados a la operación de los sistemas de riego. El logro de los resultados productivos y económicos previstos requiere de la aplicación de un intenso y sistemático programa de capacitación.
2. Implementación de red pluviométrica. La ejecución de un riego eficiente requiere de un estricto control de la lluvia, para lo cual a través del Proyecto BASAL se implementa la instalación de una red pluviométrica que incluye un pluviómetro en cada uno de los sistemas de riego (10).
3. Establecimiento de expediente de cada sistema de riego. Con vistas a lograr un control que permita realizar los análisis necesarios se establece la implementación del expediente de cada sistema de riego, el cual será confeccionado y actualizado por los propios productores previamente calificados.
4. Aplicación de la programación del riego. Uno de los objetivos fundamentales del SAR es lograr la ejecución del riego según criterios técnicos a partir de las condicionantes locales de suelos, cultivos, condiciones climáticas y sistemas de riego según Chipana & Osorio (2007) y Pacheco *et al.* (2008); para ello se establece un sistema según el cual el personal técnico de la EEPF será el encargado de procesar la información mediante el monitoreo de los aportes hídricos por la lluvia y el riego.
5. Establecimiento del sistema de comunicación (Figura 2). Un sistema de comunicación eficaz es requisito indispensable para la implementación efectiva del SAR (Calera & Osann, 2007). La propuesta de la red para nuestras condiciones incluye dos direcciones de información.

Para el cumplimiento de este programa se recibirá con frecuencia semanal en el Centro de Creación de Capacidades y Gestión del Conocimiento de la EEPF la información de la Evapotranspiración de referencia, al mismo tiempo, la información sobre los riegos y la lluvia se recibirá desde cada área a través del sistema de extensionistas del Proyecto BASAL.

Implementación de áreas demostrativas. Como parte del trabajo de extensión agrícola se crean áreas demostrativas que servirán de referencia para los productores con sistemas de riego



FIGURE 3: IAS communication scheme.  
 FIGURA 3: Esquema de comunicación del SAR.

Establishment of measures to increase the efficiency of water use. The limitations with water in the intervention areas imply the need to use the available water with the greatest efficiency. At present, the indicators on water efficiency are not controlled, for the evaluation of indicators on the management of water use, technical and productive indices are proposed, both for irrigation and for animal consumption.

Results achieved. The results achieved to date show a group of significant achievements: precision of water availability, identification of factors that limit the efficient use of water, achievement of motivation among producers about the need to implement adaptation measures to the conditions imposed by climate change and definition of the plan of measures to achieve the project objectives.

## CONCLUSIONS

- The availability of water for the agricultural sector in the intervention areas of BASAL project is limited.
- It is possible to achieve better productive results with available water from the implementation of a plan of advisory measures for producers (IAS) that allow increasing the efficiency of water use.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Conceptualization: C. Bonet. Data curation: C. Bonet, P. Guerrero. L. Pérez, Y. La Rosa. Formal analysis: C. Bonet. Investigation: C. Bonet. Methodology: C. Bonet. Supervision: C. Bonet. Roles/Writing, original draft: C. Bonet Writing, review & editing: B. Mola, L. Pérez, Y. La Rosa.

## REFERENCES

- BASAL: *Informe a la Junta de Coordinación Territorial*, Inst. Proyecto Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL), Jimaguayú, Camagüey, 2014.
- BONET, P.C.: *El riego de la piña. Resumen de investigaciones realizadas en Cuba*, Ed. Académica Española, España, 2016, ISBN: ISSN 978-3-8417-5155-3.
- BONET, P.C.; GUERRERO, P.: “Análisis de la calidad de riego de dos sistemas por aspersión de producción nacional”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(1): 14-18, 2016a, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- BONET, P.C.; GUERRERO, P.: “Operación de sistemas de riego por aspersión en el cultivo de la piña”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(3): 26-

Establecimiento de medidas para incrementar la eficiencia de uso del agua. Las limitaciones con el agua en las áreas de intervención implican la necesidad de utilizar el agua disponible con la mayor eficiencia; en la actualidad no se controlan los indicadores sobre la eficiencia del agua, para la evaluación de indicadores sobre la gestión de uso del agua se proponen índices técnicos y productivos, tanto para riego como para el consumo animal.

Resultados alcanzados. Los resultados logrados hasta el presente muestran un grupo de logros significativos: precisión de la disponibilidad de agua, identificación de factores que limitan el uso eficiente del agua, logro de motivación entre los productores sobre la necesidad de implementar medidas de adaptación a las condiciones que impone el cambio climático y definición del plan de medidas para el logro de los objetivos del proyecto.

## CONCLUSIONES

- La disponibilidad de agua para el sector agropecuario en las áreas de intervención del proyecto BASAL es limitada.
- Es posible lograr mejores resultados productivos con el agua disponible a partir de la implementación de un plan de medidas de asesoramiento a los productores (SAR) que permitan incrementar la eficiencia de uso del agua.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Conceptualization: C. Bonet. Data curation: C. Bonet, P. Guerrero. L. Pérez, Y. La Rosa. Formal analysis: C. Bonet. Investigation: C. Bonet. Methodology: C. Bonet. Supervision: C. Bonet. Roles/Writing, original draft: C. Bonet Writing, review & editing: B. Mola, L. Pérez, Y. La Rosa.



32, 2016b, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.

- CALERA, B.; OSANN, A.: *Servicios de Asesoramiento de Riegos Asistidos por Satélite*, Inst. Grupo de Teledetección y SIG, Universidad de Castilla, Castilla La Mancha, España, 2007.
- CHIPANA, R.; OSORIO, A.: “Necesidades de agua y programación de riegos: Avances basados en nuevas tecnologías de la información. Síntesis de Resultados”, En: *Taller Internacional: Modernización de Riegos y Uso de Tecnologías de Información. Síntesis de Resultados. La Paz, Bolivia*, La Paz Bolivia, pp. 9-13, 2007.
- CISNEROS, E.; PLACERES, Z.; JIMÉNEZ, E.: “Beneficios obtenidos con la implementación del Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) en diferentes zonas regables de la provincia Mayabeque, Cuba”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 3(2): 46-52, 2013, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- CISNEROS, Z.E.; GONZÁLEZ, P.; SOLANO, O.; PLACERES, Z.; LAMBERT, M.; MONTERO, L.; DOMÍNGUEZ, M.; JIMÉNEZ, E.: “Resultados preliminares de la implementación del servicio de asesoramiento al regante en una empresa piloto de la provincia La Habana”, En: *Congreso Internacional CUBA-RIEGO 2005*, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, 2005, ISBN: 959-7164-95-7.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H.: *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*, Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., Roma, Italia, 1980, ISBN: 92-5-300744-3.
- HERNÁNDEZ, O.; LA O, M.; CALERO, M.B.: *Diagnóstico de las propiedades y factores limitantes de la fertilidad del suelo en los municipios Los Palacios, Güira de Melena y Jimaguayú*, Ed. Publicaciones BASAL, vol. Memorias de Convención de Ing. Agrícola 2016, La Habana, Cuba, 2016.
- INSMET: *Boletín de vigilancia del clima en Camagüey*, Inst. Centro Meteorológico Camagüey., noviembre de 2018.
- LÓPEZ, S.T.; DUARTE, D.C.; CALERO, M.B.: “Matrices integradoras de acciones para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático a escala local”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(4): 23-31, 2016, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- MINAG: *Informe sobre estado de las micropresas pertenecientes al sistema del Minag en Camagüey*, Inst. Ministerio de la Agricultura, delegación Camagüey, Departamento Provincial de Riego y Drenaje, Camagüey, Cuba, 2016.
- MUÑOZ, D.; GUERRERO, P.; BONET, P.C.; AJETE, M.; KAIDA, E.: “Producción de forrajes con riego para la ceba bovina en la provincia de Camagüey”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(2): 23-28, 2012, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- PACHECO, J.; DOMÍNGUEZ, I.; LAMADRID, J.: *Servicio de Asesoramiento al Regante en Villa Clara*, Inst. MINAG, Servicio de Asesoramiento al Regante en Villa Clara, Informe final Proyecto Ramal, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 53 p., 2008.
- RUIZ, N.; BEHORQUEZ, J.M.; GAVILÁN, P.: *El Servicio de Asesoramiento al Regante de Andalucía*, Inst. Servicio de Asesoramiento al Regante en Andalucía AIMCRA, Andalucía, España, 14-16 p., 2007.
- RUIZ, N.; SALVATIERRA, B.; FERNÁNDEZ, R.; GAVILÁN, P.: “Evolución del servicio de asesoramiento al regante en andalucía”, En: *XXIII Congreso Nacional de Riegos*, Elche (Alicante), España, pp. 14-16, 14 de junio de 2005.

---

Camilo Bonet-Pérez, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>

Pedro A. Guerrero-Posada, e-mail: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9327>

Lisset Pérez-Gómez, e-mail: [lisset@eah.cmg.hidro.cu](mailto:lisset@eah.cmg.hidro.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3922-8961>

Yasmani La Rosa-Fernández, [lisset@eah.cmg.hidro.cu](mailto:lisset@eah.cmg.hidro.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3487-0907>

Bárbara Mola-Fines, 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>

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.