

# PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER RECURSOS ECONÓMICOS DEL FONDO SEMILLA PARA INVESTIGACIÓN EN FORRAJES DEL PROYECTO EC-LEDS II.

M. Sc. Luis Pineda Cordero

## **PLANTEAMIENTO/FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

A nivel nacional, la Región Chorotega es la segunda en importancia en cuanto a la cantidad de animales bovinos (Pérez 2001). Guanacaste es parte de esa Región, presenta una sequía recurrente de aproximadamente cinco meses de forma anual (Fundación Nicoyagua 2015), las medidas tomadas para enfrentar la sequía no han sido efectivas para disminuir las afectaciones (Patterson 1992) y adicionalmente se reporta menor precipitación anual e incremento en los consumos del agua para uso doméstico debido al aumento de la población en la zona y la recreación para la zona por parte de los hoteles (Fuentes 2006).

La necesidad de estabilizar la producción en los diferentes sistemas con rumiantes, ha motivado desde hace décadas a que el productor recurra a forrajeros de corte con características deseables, como la alta producción de biomasa o capacidad de tolerar en alguna medida el faltante de agua durante varios meses e incluso especies de piso tolerantes a la sequía también.

No obstante lo expuesto, otra alternativa ha sido la utilización del recurso agua mediante el riego, inicialmente con uso del sistema de gravedad, aspersión y desde hace poco más de una década mediante el uso de manguera y cinta con goteros incorporables o ya incorporados. De las alternativas, la de uso con cinta incorporada se tiene la ventaja que están diseñados de fábrica con la distancia entre goteros y el volumen definido, lo cual ofrece ventajas para el control del suministro de agua con mayor precisión. Pese a estar presentes, hay pocos reportes de trabajo para incrementar la productividad, mitigar los efectos del Cambio Climático y contribuir a la sostenibilidad con prácticas innovadoras, como lo es el uso del riego con cinta con gotero incorporado.

Al estar basados los sistemas de producción en el uso de pasturas de piso, en un trabajo realizado en la Región Chorotega (Pineda 2010), mostró el comportamiento en una especie de piso con tres edades y tres alturas de cosecha, durante 588 días en la fase de campo, apreciando los resultados en la Figura 1. El autor reportó desde un 20,97% hasta 31,64% de producción de biomasa en la época seca (la Figura 2 se muestra solamente una edad de cosecha), lo que permite valorar como un enfoque razonable hacer esfuerzos por producir forraje en la época seca que representa 5 meses o casi 42% del año y maximizar las 2/3 a 4/5 partes del forraje producido en el 58% del año y producir excedentes para la siguiente época seca. El comportamiento reportado concuerda con lo expresado por Farrow y Mastriani (1998) y Stolz (1998), citados por Villalobos y Retana (sf), que la variabilidad climática puede afectar la productividad agrícola como por ejemplo la disponibilidad del agua, lo cual incide directamente en la producción de las plantas.

En la Península de Nicoya, se reportan trabajos empleando la caña de azúcar en la época seca (Monge 1978, Xatruch 1979 y Barrantes 1982) y la elaboración de ensilaje utilizando sorgo forrajero (Pineda 1990), como prácticas para asegurar la fuente forrajera en la actividad por las condiciones climáticas adversas propias de la región.

En vista de la importancia del uso del agua no solamente en la agricultura, ha generado preocupación en la utilización de la misma, promoviendo acciones de normar su uso y acciones de producción con ámbito de cobertura nacional (La Gaceta 2005 y MINAET 2014; SENARA 2014 citados por García 2015 y Sanabria 2016), otros a nivel regional (SENARA 2005 y Fundación Nicoyagua 2015) y hasta se manifiesta preocupación por la carestía en el quehacer universitario (Cordero 2016).

En consideración al aporte del uso del recurso agua, se reporta en la literatura las cantidades empleadas (litros de agua por kilogramo de materia seca de forraje en los cultivos: avena con 635; cebada con 521; trigo con 505; maíz con 372 y el sorgo con 271 (Carámbula y Terra, 2000, citados por Ramírez 2016).

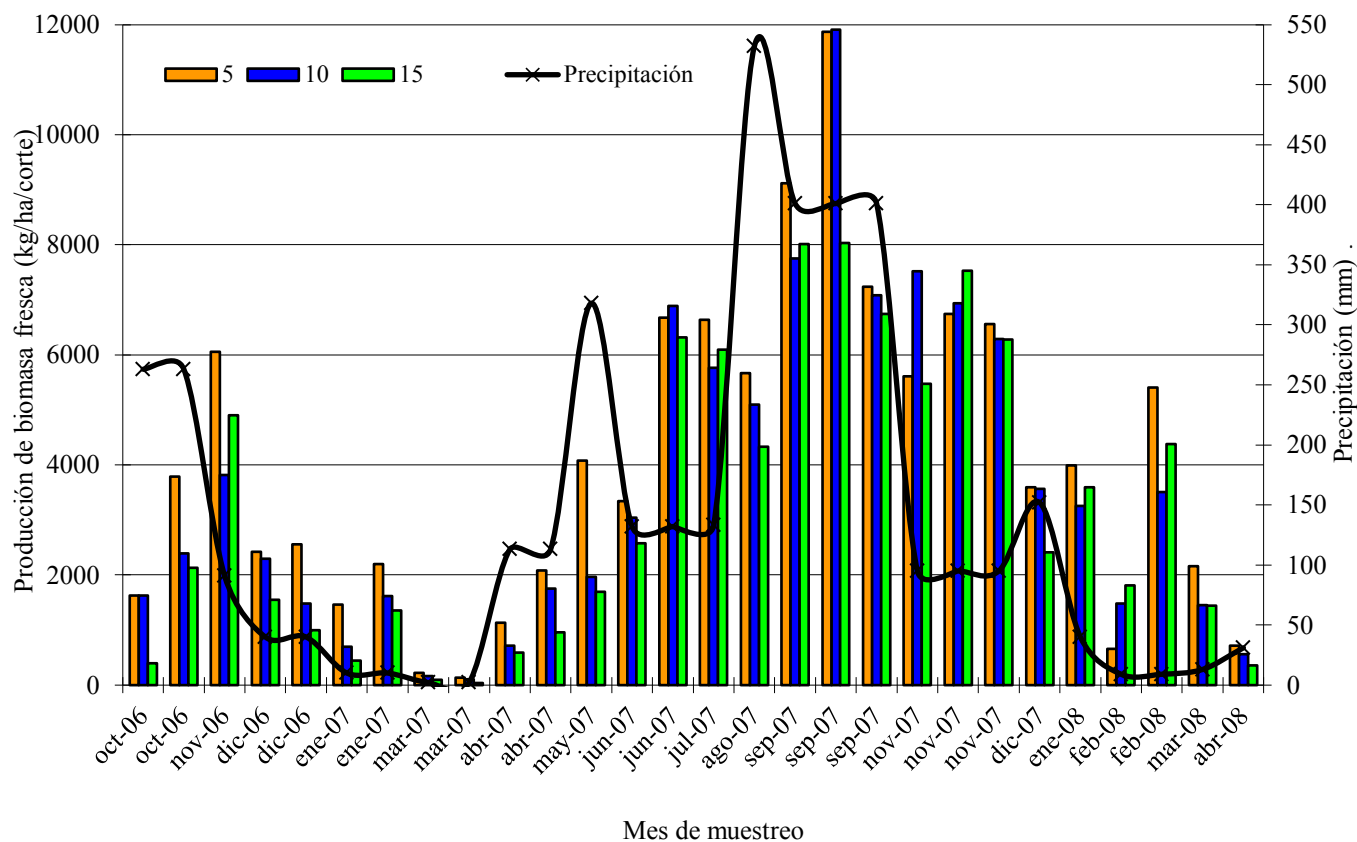


Figura 1. Comportamiento de la producción de biomasa fresca del pasto Mulato (CIAT 36061), cosechado a siete, nueve y once semanas de rebrote, tres alturas de corte y su relación con la precipitación según la fecha de muestreo. Hacienda Tenorio, Guanacaste. Pineda 2010.

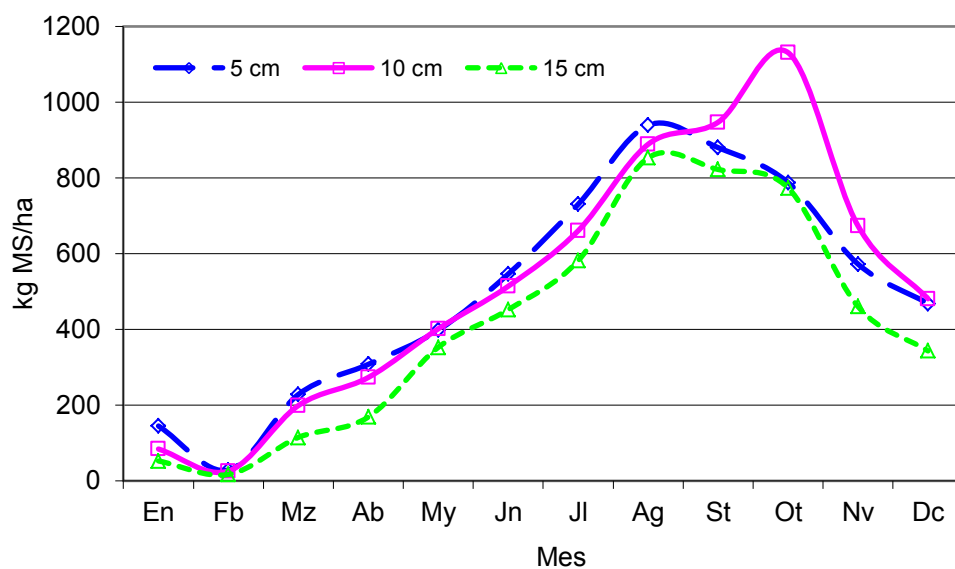


Figura 2. Producción anualizada de la biomasa seca del pasto Mulato (CIAT 36061), cosechado cada siete semanas de rebrote, según alturas para el año 2007. Hacienda Tenorio, Guanacaste. Pineda 2010.

Basado en lo planteado, se ha presentado en la UCR, ante el Consejo Científico de la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, la realización del proyecto denominado "Producción del pasto *Tripsacum laxum*, calidad bromatológica en fresco y conservado empleando el riego con cinta con gotero en épocas secas y sin riego en épocas lluviosas y la calidad del agua, en la Cuenca del Río Potrero, Nicoya, Guanacaste". El desarrollo del mismo está a cargo del suscrito, como único investigador de la propuesta.

El proyecto se realizará en una finca particular dedicada al doble propósito, ubicada en el caserío La Zompopa, Dulce Nombre de Nicoya, distante 7,1 km hacia la zona costera, por el camino a Samara, desde la terminal de buses. Considera un período de cinco años de ejecución, sin embargo no cuenta con el apoyo económico para el año 2017 para aspectos fundamentales de poder determinar variables de interés, por lo que se recurre en ésta instancia. Se busca por tanto, el apoyo en la obtención de recursos para la compra de reactivos, equipo e instrumentos para determinación de parámetros, para incursionar en la determinación de información en campo (estado del suelo y cultivo) y en laboratorio, como apoyo a la determinación del estado del cultivo, suelo y sea de insumos para la toma de decisiones apoyadas en información instrumental.

### **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En los sistemas de producción bajo condiciones tropicales que basan la producción en las pasturas de piso, varios autores (Hsiao et al 1976, citados por Baruch y Fisher 1991 y Ara 1991), citan las condiciones del suelo como fundamentales para el crecimiento de los cultivos forrajeros y de ellos la humedad es considerada como la más importante.

La disponibilidad uniforme del agua de lluvia en la época lluviosa puede ser baja en la zona de influencia del proyecto, tal como se analiza del trabajo de García (2015), en el período reportado desde 1939 al 2009, con datos de la estación del IMN en Nicoya, debido a que los días de lluvia anual representan un 33,97% o lo que es lo mismo, una tercera parte del año. Esos días de lluvias promedio, corresponden a un 16,13% del total de días, en los períodos de enero a abril y de noviembre a diciembre, con cantidades promedias mensuales inferiores a 62 mm. Situación como la expuesta da soporte al hecho de utilizar el riego en los cultivos, para lograr una manifestación del potencial forrajero uniformemente a lo largo del año.

En consideración a lo antes expuesto, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (1996), reporta que en nuestro país más del 60% de las necesidades de agua para consumo humano y más del 36% de las requeridas por la industria son obtenidas de agua subterránea y en las zonas costeras es alrededor del 90% la población que se abastece y a nivel mundial, se reporta un uso del agua en el riego de cultivos del orden del 70% y el 30% restante en otros usos, siendo considerado alto por personas especialistas en el uso del agua (Cordero 2016).

Afortunadamente, también se ha ido mejorando la eficiencia en la utilización del agua en los sistemas de riego y un ejemplo de ello es la cinta con gotero diseñada para realizar una aplicación de volumen definido por el fabricante (González 2015). Esa tecnología ya se emplea en el país en el cultivo de la caña de azúcar para la industrialización (Chavarría 2015), pero no se ha incorporado por parte de ganaderos (Villegas 2016). El uso de la cinta con gotero requiere ubicarla debajo del cultivo, por lo que se debe emplear en una especie forrajera permanente o de una vida útil de al menos cinco años (González 2015).

Considerando los esfuerzos para disminuir la falta del forraje de piso, se inició con la suplementación basada en el uso de la caña de azúcar. Se reporta respuesta animal varía desde pérdidas de peso leves del orden de -0,005 kg/an/d (Xatruch 1979), hasta ganancias de peso moderadas de +0,055 kg/an/d (Barrantes 1982), pero con una inclusión de urea debido a la pobre calidad del cultivo. Investigadores determinaron valores de %PC

del cultivo en esa época de 2,2 (Xatruch1979); 3,47 (Barrantes 1982) y 2,98 (Pineda 1990). Sin embargo, Pineda (1990) reporta el uso del riego por aspersión en ese cultivo, con una mejoría con valores de 4,67 % PC; 37,81 % MS y 37,81 % FC. Los datos representan una limitante para la producción bovina, al ser inferior al límite recomendado de 7% PC para un ambiente ruminal de normal funcionamiento (Vargas 2009). Otras alternativas forrajeras pueden ser valoradas de interés en las investigaciones, considerando los diferentes atributos nutricionales y el pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*), Prodigio o Prodigioso es una de ella.

Se ha estudiado alternativas de corte con alto potencial de producción de biomasa del género *Pennisetum* (Araya y Boschini 2005). Sin embargo, la especie establecida en la finca; el pasto Guatemala, Prodigio o Prodigioso (*Tripsacum laxum*) ha sido poco estudiada, aunque reportada en nuestro país desde hace décadas como alternativa forrajera (Boschini 1982), mientras que se conoce de pocos trabajos reportados: en respuesta a la fertilización (Vargas y Boschini 2011) y en la alimentación animal de rumiantes menores (Vargas 2009) y otro en ejecución (Chacón 2015), lo que representa un enfoque de investigación novedoso, al poder cuantificar el efecto del recurso agua en las épocas secas.

Al estar ubicadas las actividades agropecuarias en zonas donde se obtiene también el agua para consumo humano, no se puede visualizarlas de formas separadas. Las cuencas del río Potrero y Caimital, en la Península de Nicoya son ejemplo de ello y ha sido descrita en los trabajos llevados a cabo por el Instituto Geográfico Nacional (1993); SENARA (2005); Fuentes (2006); Densley et al (2013); Denyer et al (2014) y García (2015).

Se determinó para la cuenca del Río Potrero una extensión de 34 km<sup>2</sup>, con una distribución de 30% en cobertura boscosa, 50% en pastos y charrales y 20% en uso agrícola y urbano (Fuentes 2006), en tanto García (2015) define el área de las cuencas Potrero y Caimital en 71,65 km<sup>2</sup> y la distribución la reporta como área urbana 1,63%, cultivos 5,43%, pastos 41,13% y bosque 51,81%.

De manera ilustrativa en forma de cuadro, se ofrece el volumen destinado por actividad, siendo el sector agrícola el que hace mayor uso del agua, lo cual conduce a valorar el hacer un uso eficiente de ese recurso en ése sector.

Cuadro 1. Volúmenes del agua, según el uso dado, para la Cuenca del río Potrero, Nicoya, Guanacaste.

USO	CONSUMO		
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /año	%
Riego	14 894	5 436 176	54,46
AyA	5 287	1 929 688	19,33
ASADAS	3 002	1 095 876	10,98
Otro	4 164	1 519 720	15,23
TOTAL	27 346	9 981 459	100,00

Fuente: SENARA (2014), citado por García (2015).

Existe gran preocupación por las disminuciones proyectadas en la precipitación anual del 11, 12, 26 y 40%, para los años 2020, 2050, 2080 y 2100 respectivamente (MINAET 2009, citado por García 2015).

Las cuencas abastecen a ciudades relativamente grandes, como Hojancha y Nicoya, administrados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y otros asentamientos menores son administrados por acueductos rurales, tales como Curime, Dulce Nombre, Caimital, Caimitalito, La Fortuna y Hondores (SENARA 2005). Del trabajo de Fuentes (2006) y García (2015), alrededor de 40 000 personas de las ciudades de Hojancha y Nicoya con consumos de 365 l/hab/d y 215 l/hab/d, respectivamente. En términos del suministro de agua, García (2015) reporta 73,5 l/s para la ciudad de Nicoya y 25,9 l/s para Hojancha.

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo general**

Estudiar el pasto Prodigioso (*Trypsacum laxum*) en condiciones de riego con gotero en épocas secas, sin riego en épocas lluviosas, determinar la cantidad y calidad del agua de riego empleada en épocas secas.

### **Objetivos específicos**

- 1-Cuantificar la producción de la biomasa fresca en épocas secas y lluviosas con y sin riego.
- 2-Determinar la calidad nutricional en épocas secas y lluviosas con y sin riego.
- 3-Conservar el pasto mediante la técnica del ensilaje en las épocas lluviosas.
- 4-Determinar la calidad del pasto ensilado en las épocas lluviosas.
- 5-Determinar la calidad del agua empleada en el riego, en épocas secas con riego y épocas lluviosas sin riego.
- 6-Determinar la cantidad del agua de riego empleada en las épocas secas y relacionarla con la producción.

## **IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Como actividad generadora de trabajo y divisas, la ganadería tiene un papel importante en el país y principalmente en la zona, sin embargo, la manifestación de una época seca prolongada y la variabilidad climática, ha agudizado la limitación de la producción de los cultivos forrajeros de la Región Chorotega.

La producción bovina en la época seca representa un reto en el Pacífico Norte, debido a la menor disponibilidad del forraje, siendo una estrategia conocida la suplementación con forrajeras de corte en ese período (Pineda 2010).

Alternativas como la caña de azúcar ha sido estudiada como práctica desde hace años, en varios lugares de la Región Chorotega y en particular en la Península de Nicoya (Monge 1978; Xatruch 1979, Barrantes 1982 y Pineda 1990). No obstante, por los atributos nutricionales reportados por los autores, no se considera con alto potencial en comparación con otras alternativas.

Relacionando los atributos nutricionales del pasto Prodigioso, Vargas (2005) trabajó empleando material con una edad de 365 días de rebrote referidos a los niveles de 14,19% MS, 8,79% PC, 68,58% FDN y 45,40% FDA, comparables a varias especies de *Pennisetum*, el *Sorghum* y al *Zea mays*, de trabajos de otros investigadores. Sin embargo, las condiciones de ese trabajo eran de la EEAVM-UCR y con edad de cosecha de un año.

Vargas y Boschini (2011) evaluando la respuesta de la fertilización, destacan que los trabajos de investigación sobre los requerimientos son escasos, de ahí que se reportan dosis de nitrógeno desde 35 a 414,2 kg/ha/año, el fósforo en niveles de 9 a 110,45 kg/ha/año y el potasio con cantidades de 23,87 a 276,13 kg/ha/año, en condiciones de la Estación Experimental Ganado Lechero Ing. Alfredo Volio Mata de la UCR (EEAVM-UCR), que no son las mismas a las de la Península de Nicoya. Los investigadores valoran la especie con potencial de producción de biomasa máxima de 33,4 t MF/ha, semejante a otras alternativas como el *Sorghum almun* y *Zea mays*. Debido a la poca información disponible en trabajos de investigación, este tipo de investigación es una línea de trabajo que puede contribuir en conocimiento del potencial de más opciones forrajeras en actividades de importancia económica.

De cualquier cultivo forrajero se busca lograr la mayor cantidad y calidad posible, sin embargo, una disminución de la cantidad de agua es durante mucho tiempo, limitaría su desempeño en cierto grado y si la falta es extrema, es posible se vea comprometida la capacidad de rebrote de la planta. Condiciones como la planteada es típica de la Península de Nicoya, Guanacaste.

La especie que tiene el productor como alternativa para mitigar los efectos de la época seca, no se reportan trabajos en el país conservada mediante la técnica del ensilaje, por lo que se aprovechará el material que se

producirá en la época lluviosa para efectuarlo en condiciones de campo y de esa manera generar información útil para los productores. La oportunidad de realizar el trabajo planteado es valiosa, ya que está reciente la instalación (finales 2015) y la utilización del sistema del riego con gotero en la cinta (época seca del 2016).

A manera de ilustración, la práctica de utilizar la cinta para riego con gotero se realiza desde hace más de una década en forma masiva, pero en el cultivo del melón, con la particularidad de desarrollarse durante la época seca, sin embargo la cinta con gotero es removida luego de la cosecha y desechada por la alta rentabilidad del cultivo y calidad de la cinta. La cinta para el cultivo forrajero es de una duración mayor y es un cultivo perenne.

Al ser una especie de corte y acarreo, los cultivos en general requieren niveles de aporte de minerales alto, o según la capacidad extractora. En la respuesta a la fertilización nitrogenada, se reportan valores desde 130 (Vargas y Boschini 2011) hasta 400 kg/ha/año (FAO 2009, citado Vargas y Boschini 2011) y del fósforo de 200 kg/ha/año como óptimo (Singh 2009, citado por Vargas y Boschini 2011). Es de conocimiento el efecto de las altas cantidades de éstos nutrientes en las fuentes de agua. El riego por goteo permite realizar los aportes de los mismos en muchas fracciones, lo cual disminuye las pérdidas por volatilización y movilización a las fuentes de agua, lo cual permite un mejor uso del fertilizante y disminuye el riesgo por contaminación a las fuentes de agua.

Se han realizado esfuerzos separados en caracterizar los acuíferos con enfoque para uso humano. Fuentes (2006) realizó el trabajo considerando factores para cualquier cultivo como la hidrología (precipitación, infiltración, textura del suelo, evapotranspiración, recarga del acuífero y balance hídrico del suelo), características hidrogeológicas de conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento y transmisibilidad, calidad del agua (microbiológica, física y química) y análisis de la vulnerabilidad (profundidad nivel freático, recarga del acuífero, tipo de acuífero, tipo de suelo, topografía, zona vadosa y conductividad hidráulica). Mientras García (2015), además de los aspectos estudiados por Fuentes (2006), hizo un análisis del uso del recurso agua sobre la disponibilidad subterránea en los acuíferos Potrero y Caimital. La información de esos estudios es una buena base para emplearse en los sistemas de producción animal intensivos, que hagan uso de especies forrajeras de corte y acarreo, con un abordaje de sostenibilidad ambiental de la actividad pecuaria.

En el presente trabajo de investigación se podrá generar la información para el análisis de la sostenibilidad de una actividad basada en pasturas contabilizar y relacionar la producción de biomasa del cultivo y la cantidad del agua empleada, estudiar la calidad de la misma, en un sistema de corte y acarreo en el mediano plazo, encontrar el posible efecto de la actividad ganadera sobre los atributos de la misma y generar información que permita ofrecer más criterio sobre el impacto de la actividad bovina en los acuíferos.

Al ser una propuesta ya gestionada, se hizo la divulgación ante la sociedad civil de la comunidad nicoyana y se tiene el apoyo de la Municipalidad de Nicoya (adjunta el documento digital sin firmar, pero se cuenta con la misma, para darle soporte a la concordancia de proyección del trabajo).

## **METODOLOGÍA A SEGUIR EN LA INVESTIGACIÓN**

### **ÁREA DEL CULTIVO**

Existe recién establecida desde el año pasado un área de 0,5 ha del cultivo *Tripsacum laxum*, utilizado para la alimentación animal por el productor. En la época lluviosa del presente año estableció otra área similar. Se destinó dos parcelas testigo con diferentes métodos de siembra en la época lluviosa el 21 de setiembre del 2016, esto es sin riego con gotero. El riego emplea cinta con gotero, incorporado en la fábrica tipo auto regulado de la marca Netafim<sup>®</sup>.

La preparación se realizó de forma mecanizada, consistiendo en dos rastreas y una surcada profunda a una distancia de 1 metro cada una, para colocar la cinta al fondo del surco con el gotero incorporado diseñado para una descarga de 2 litros por hora, siendo tapada con tierra y colocada encima la semilla vegetativa del Pasto *Tripsacum laxum*.

El nivel de fertilización líquida será equivalente a 130 kg de N/ha año y 90 kg de K<sub>2</sub>O/ha/año, según resultados del trabajo de Vargas y Boschini (2011), al ser los niveles que obtuvieron la máxima producción de materia verde, distribuidos a lo largo del año calendario para el área con riego y en la época lluviosa para las parcelas testigo. Se realizó en el laboratorio de suelos del CIA, de la Universidad de Costa Rica la determinación del estado nutricional del suelo mediante la toma de las mismas al inicio del establecimiento, se realizará anualmente por éste método y se efectuará determinaciones más periódicas con el equipo de prueba de suelos marca Gempler modelo RGM250.

La tubería del sistema de riego es de 2 pulgadas en tubo de PVC, con un sistema de filtrado mediante un hidrociclón, un filtro de arena y un filtro de discos, cuenta con un regulador de presión, llave de paso en cada línea de riego y la inyección del fertilizante líquido al sistema de riego se realizará empleando un venturi.

#### BIOMASA FRESCA

La determinación de la producción de biomasa se hará considerando lo descrito por Boschini (2008), consistiendo en un diseño al azar, en 4 puntos seleccionados aleatoriamente para cada surco al momento del muestreo correspondiente, a una edad de entre los sesenta y tres (63) a setenta y siete (77) días de rebrote, en cada modalidad de la producción del forraje: con y sin riego, correspondiendo a un total anual de 50 a 60 muestras de campo. Cada punto de muestreo será en una repetición y toda la biomasa fresca de cada una se pesará en una romana con una incertidumbre de 5 gramos. Se le realizará el análisis estadístico por medio del programa SAS (1985) para determinar si existen diferencias entre medias.

#### CALIDAD NUTRICIONAL

De las cincuenta a sesenta muestras para la estimación del rendimiento fresco, se picará el material seleccionado y en forma representativa se tomará la muestra lo más homogénea posible, en aproximadamente una cantidad de 1,5 kg, a la cual se le realizará la determinación de los atributos nutricionales en el laboratorio de la EEAVM, a saber: Materia Seca, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácida, nitrógeno ligado a las fibras, Celulosa, Hemicelulosa, Extracto Etéreo, Cenizas y Lignina, según lo descrito por AOAC (2002) y se le realizará el análisis estadístico por medio del programa SAS (1985), para determinar si existen diferencias entre medias.

La conservación del forraje será mediante la técnica del ensilaje, a efectuar en cada época lluviosa, en las modalidades de silo tipo montón y en bolsas plásticas con capacidad de 60 a 70 kg, para almacenar la mayor cantidad del forraje y para cada sistema: sin y con riego, utilizando 5, 10 y 15% de melaza como aditivo. El material se cosechará y picará en el lugar, con el equipo agrícola especializado (cosechadora JF 110 acoplado al tercer punto de un tractor agrícola doble tracción) y transportado en carreta al sitio de realización del silo.

Se pretende tomar una cantidad entre 30 a 45 muestras del material antes de ensilarlo y conservado al momento de ser ofrecido el material ensilado a los animales. Las muestras se tomarán en forma representativa y aleatoria, para la determinación de los atributos nutricionales en el laboratorio de la EEAVM, a saber: Materia Seca, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácida, nitrógeno ligado a las fibras, Celulosa, Hemicelulosa, Extracto Etéreo, Cenizas y Lignina, según lo descrito por AOAC (2002) y se le realizará el análisis estadístico por medio del programa SAS (1985), para determinar si existen diferencias entre medias.

## CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Considerando la cantidad potencial de goteros en la distancia total del área con riego, se realizará una estimación de la cantidad del agua empleada según los tiempos de aplicación. En forma paralela, se realizará la medida del empleo del agua en el sistema mediante un hidrómetro de dos pulgadas de diámetro, ubicado antes del punto del filtrado del agua. La determinación instrumental se realizará en aproximadamente diez oportunidades durante cada época seca del proyecto, considerando un tiempo efectivo de uso en el cultivo en la medida. Al recurrir por dos vías diferentes la estimación del consumo, servirá para realizar una correlación entre lo diseñado por el fabricante y lo medido por el instrumento.

La determinación de la calidad del agua, se efectuará en dos momentos para cada época en cada año, mediante la obtención de la muestra en el filtro de disco, por la facilidad de contar con un dispositivo para la salida de agua, instalado por el fabricante del mismo. Se analizará característica física (pH, turbiedad, color y conductividad eléctrica); característica química (Ca, Mg, Na, K y Fe y los aniones Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) y característica microbiológica (presencia o no de bacterias *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* y *Leptospira*), a realizarse los análisis en el laboratorio del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) como ente oficial y en el lugar de la toma con el medidor multiparamétrico para N, P, K+Ca y Mg de la empresa Hanna Instruments, con el propósito de tener la información en el campo al momento del muestreo. Con los resultados se conocerá la situación de la calidad del agua durante el tiempo de la investigación y se podrá relacionar la variación con la práctica de la fertilización, principalmente.

## PLAN DE TRABAJO Y PERSONA RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN

El investigador responsable será el M. Sc. Luis Enrique Pineda Cordero, correo electrónico [luis.pineda@ucr.ac.cr](mailto:luis.pineda@ucr.ac.cr), cédula 1-0629-0496, funcionario de la Escuela de Zootecnia (2511-8811), con desarrollo de actividades inscritas en la Estación Experimental de Ganado Lechero Ing. Alfredo Volio Mata (2511-7800/26).

Se pretende realizar visitas con un intervalo de dos semanas, para tener un seguimiento lo más fiel a las actividades y con ello, realizar las recomendaciones, ajustes y evaluaciones de campo requeridas.

## CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente cuadro, se detalla el desglose de las labores planteadas para realizar el trabajo. Se considera la duración total de cada una de las actividades.

Las labores serán realizadas por el investigador, en apoyo con personal de campo contratado y de disponibilidad del productor.



Cuadro 2. Detalle de las tareas y período que comprenden las mismas, en la ejecución del proyecto.

ACTIVIDADES	INICIO	FINAL
Instalación, operación, ajustes y aplicación de los fertilizantes, del sistema de riego con gotero.	01-07-2016	30-11-2018
Establecimiento del pasto en el área destinada para el testigo.	01-08-2016	30-09-2016
Toma muestras de agua para análisis de laboratorio, como parámetro de referencia a la investigación.	01-03-2017	30-06-2018
Evaluación de la producción de biomasa en las épocas secas y lluviosas.	01-03-2017	14-12-2018
Determinación de la calidad nutricional del pasto fresco en épocas secas y lluviosas.	01-03-2017	14-12-2018
Elaboración de ensilaje del pasto, en las épocas de lluvias solamente.	01-09-2017	30-11-2018
Estimación del volumen del agua según lo recomendado por el fabricante y lo empleado según hidrómetro.	01-02-2017	30-07-2018
Elaboración de informes parciales y final.	01-12-2017	29-03-2019

### **PRESUPUESTO DETALLADO DEL COSTO PARA LOGRAR EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.**

En el siguiente cuadro, se ofrece el detalle de lo solicitado para realizar el proyecto. El mismo tiene la descripción de lo requerido para el período propuesto.

Cuadro 3. Detalle de los insumos requeridos y el monto de los mismos.

DESCRIPCIÓN	MONTO
Servicios de laboratorios para determinar los parámetros de interés en el agua de uso para el riego, a cargo del AyA. Se realizarán en esos laboratorios para tener el respaldo de ser el ente oficial en esa área.	500.000
Reactivos y útiles de laboratorio. Se requieren para los análisis bromatológicos de las muestras, a determinarse en los laboratorios y con los equipos en campo.	1.250.000
Herramientas e instrumentos. Para la adquisición de los equipos de determinación en campo citados en el apartado de metodología, cristalería para el traslado de muestras, almacenamiento de sustancias, etc.	1.500.000
Materiales de metal, madera, plásticos y aditivos. Se consideran para elaborar artefactos o componentes que colaboren en el trabajo, además de plástico para los silos (bolsa y lámina) y aditivos.	250.000
Personal de campo. Apoyo del investigador en las labores de evaluación, muestreo y manipulación de los insumos, durante el desarrollo del trabajo.	250.000
<b>TOTAL A SOLICITAR</b>	<b>3.750.000</b>

Al ser un trabajo que se realiza en una finca particular, el cual aporta algunos insumos, considero conveniente dar un valor, para que sirva de referencia a la colaboración, como contraparte, en algunos de los rubros.

Se dan valores bajos en los insumos de la institución (UCR), para mostrar más bien una participación. No se consideró el valor de un salario, ya que no es fiel reflejo de que vale la investigación.

Cuadro 4. Detalle de las contrapartes, en la ejecución del trabajo.

DESCRIPCIÓN	CONTRAPARTE	MONTO
Terreno, sistema de riego, electricidad, equipo agrícola, personal de campo para las labores rutinarias, fertilizantes, herbicidas, herramientas, etc.	PRODUCTOR	12.500.000
Viáticos y transporte (peajes).	UCR	350.000
Reactivos y útiles de laboratorio	UCR	500.000
Útiles y materiales de oficina	UCR	50.000
Productos de papel, cartón e impresos.	UCR	100.000
TOTAL		13.500.000

## REFERENCIAS

- AOAC (Association of Official Analysis Chemistry). 2002. Animal feeds, Chapter 4. 17 ed. Washington, D.C. USA. p. 1-6.
- ARA, M. 1991. Factores edáficos cuyas propiedades físicas afectan el desarrollo de las plántulas de las especies forrajeras. IN Lascano, C. y Spain JM, eds. Establecimiento y Renovación de Pasturas. Cali, CO. CIAT. Publicación 187. 426p.
- ARAYA, M; BOSCHINI, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 16(1):37-43.
- BARRANTES, R. 1982. Práctica efectuada en la finca “El Consuelo S.A.”, dedicada a la cría y engorde de ganado bovino, Puerto Carrillo, Hojanca, Guanacaste. Informe de práctica presentado antela Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el grado académico de Licenciatura en Zootecnia. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 61p.
- BARUCH, Z; FISHER, M.J. 1991. Factores Climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. IN Lascano, C. y Spain JM, eds. Establecimiento y Renovación de Pasturas. Cali, CO. CIAT. Publicación 187. 426 p.
- BOSCHINI, C. 1982. Nutrición animal y Agrostología. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 170p.
- BOSCHINI, C. 2008. Diseños experimentales especiales en la investigación con ganado lechero. Serie Agrotecnológica, Volumen 6. Editorial Universidad de Costa Rica. 116 p.
- CHACÓN, P. 2015. Comunicación personal EEAVM.
- CHAVARRÍA, E. 2015. Comunicación personal, LAICA-DIECA
- CORDERO, M. 2016. Prospección de aguas: La gran apuesta para sequía en Guanacaste. Semanario Universidad, Edición 2125.
- DENSEY, P; AGUILAR, T; MONTERO, W. 2014. Cartografía geológica de la Península de Nicoya, Costa Rica. MINAE.
- DENYER, P; AGUILAR, T; MONTERO, W. 2013. Mapa geológico de la hoja Matambú. UCR-MINAE.
- FUENTES, P. 2006. Caracterización Hidrogeológica y Análisis de la Vulnerabilidad del Acuífero de la Cuenca del Río Potrero en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geología, para optar al grado y título de Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos. UCR, 140 p.

- FUNDACIÓN NICOYAGUA, 2015. Plan de acción de atención de la sequía para las cuencas Potrero-Caimital y Quiriman de Nicoya. 24p.
- GARCÍA, P. 2015. Determinación de la disponibilidad del agua subterránea en el sistema acuífero Potrero y Caimital, Nicoya, Guanacaste. Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geología, para optar al grado y título de Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos. UCR, 195p.
- GONZÁLEZ, 2015. Comunicación personal. Regulación y Manejo de Fluidos R y M de Costa Rica.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN). 1993. Mapa topográfico, hoja Matambú. Escala 1:50000, San José.
- LA GACETA. 2005. Reglamento para la Calidad del Agua Potable, No. 32327-S. No. 84. San José.
- MONGE, J. 1978. Práctica efectuada en una finca dedicada a la cría y engorde de ganada de carne. Práctica presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 70p.
- PATTERSON, O. 1992. Riesgo por sequías en Costa Rica. Revista Geográfica de América Central Vol. 1, Núm. 25-26, pág. 385-411.
- PÉREZ, E. 2001. Análisis del Censo Ganadero 2000. Informe final. San José, CR. Mimeo, 24p.
- PINEDA, L. 1990. Informe de práctica dirigida realizada en la Región de Nicoya, Guanacaste. Práctica dirigida presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 58p.
- PINEDA, L. 2010. Producción y valor nutricional del pasto Mulato (CIAT 36061) (*Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha*), cosechado a tres edades y tres alturas de corte, en el Pacífico Norte de Costa Rica. Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales para optar al grado de Magister Scientiae en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales con énfasis en Nutrición Animal. 126 p.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. 1996. Segundo informe del Estado de la Nación. San José, Costa Rica.
- RAMÍREZ, C. 2016. Efecto de la nutrición sobre la calidad del Forraje Verde Hidropónico en la Zona de Alajuela, Costa Rica. Tesis presentada a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al grado de Licenciada en Agronomía. Universidad de Costa Rica, Facultad de ciencias Agroalimentarias.
- SANABRIA, O. Cambios necesarios en las lecherías. La Nación 12 de marzo del 2016. Pág 30
- SAS (Statistical Analysis System). 1985. SAS User's Guide: Statistics (Version 5 Ed.) SAS Institute Inc. Cary, NC. 956 p.
- SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, RIEGO Y AVENIMIENTO (SENARA) 2005: Políticas para el uso y manejo del Acuífero Potrero-Caimital. San José, Costa Rica. 24p.
- VARGAS, C. 2005. Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo forrajero (*Sorghum* sp). *Agronomía Mesoamericana* 16(2):217-225.
- VARGAS, F; BOSCHINI, C. 2011. Producción forrajera del *Trypsacum laxum*, fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 22(1):99-108.
- VARGAS, F. 2009. Consumo y calidad del forraje *Trypsacum laxum* de un año de edad en cabras. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 20(2):391-398.

VILLALOBOS, R; RETANA, J.A. sf. El Niño: una revisión bibliográfica. Gestión de Desarrollo, IMN. Mimeo. 9p.

VILLEGAS, C. 2016. Comunicación personal, productor AGAINPA.

XATRUCH, J.A. 1979. Práctica efectuada en una finca de ganado de carne en Nicoya, Guanacaste. Práctica presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 55p.