

**MANEJO AGRONÓMICO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE
PACAS DE HENO A PARTIR DEL PASTO *Digitaria decumbens*
BAJO RIEGO EN LA SOGA, BAGACES.**

FABIAN MURILLO BENAVIDES

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía como
requisito parcial para optar al grado de Bachiller en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2013

**MANEJO AGRONÓMICO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE
PACAS DE HENO A PARTIR DEL PASTO *Digitaria decumbens*
BAJO RIEGO EN LA SOGA, BAGACES, GUANACASTE**

FABIAN MURILLO BENAVIDES

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Arnoldo Gadea Rivas, M. Sc.

Asesor

Ing. Sergio Torres Portuguez, M. Sc.

Jurado

Ing. Luis Alberto Camero Rey, M. Sc.

Jurado

Ing. Fernando Gómez Sánchez, MAE

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Luis Alberto Camero Rey, M. Sc.

Director
Escuela Agronomía

2013

DEDICATORIA

A mi Dios Todopoderoso, por darme la mano cuando más lo necesite, por hacerme recordar que los valientes no son los que no se rinden cuando hay tropiezos y por haberme dado la vida.

A mis padres Olger Murillo Bravo y Laura Benavides López, por su apoyo incondicional y por haberme tenido tanta paciencia para lograr terminar mis estudios, y por ser los mejores padres del mundo los amo.

A mi señora e hija, Irene Solís Pérez y Fabiana Murillo Solís, por ser mis dos tesoros más preciados y por ser el motivo por el cual he salido adelante, y más que nada por su apoyo emocional y por impulsarme siempre hacia adelante, las amo y adoro.

Por último a mis hermanos Olger, Iván y Sebastián por sus consejos y motivación a ser mejor persona y por ser mis verdaderos amigos.

AGRADECIMIENTO

A mi querido profesor Arnoldo Gadea Rivas, por su tiempo brindado, por asesoramiento y todos los aportes para lograr realizar este trabajo.

A los miembros del jurado, por dedicar su tiempo a la revisión del documento, al señor Lic. Oscar Pérez Murillo por permitirme realizar mi trabajo de graduación en su parcela.

A mis compañeros de estudio por todos los momentos que pasamos dentro y fuera de la institución.

A todos los profesores los cuales me enseñaron y educaron durante toda mi carrera.

TABLA DE CONTENIDOS

TRIBUNAL EVALUADOR	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Conservación de forrajes	3
2.2. Pastos utilizados para la henificación	3
2.3. Henificación	4
2.3.1 Proceso de henificación	4
2.4 Digitaria decumbens	5
2.4.1 Origen del cultivo.....	5
2.4.2 Morfología de la planta	6
2.3. Riego	6
2.3.1. Evapotranspiración	7

2.4. Fertilización.....	8
2.5. Control de plagas, malezas	9
2.5.1. Malezas.....	9
2.5.2 Plagas	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación	11
3.2. Periodo de la práctica	12
3.3 Generalidades.....	12
3.4. Labores de campo.	12
3.4.1. Riego	12
3.4.2. Fertilización	13
3.4.3. Control de malezas	13
3.4.4. Control de plagas	13
3.4.5. Cosecha.....	13
3.4.6. Transporte y venta	14
3.5. Rendimiento de Sistema por hectárea	14
3.6. Rendimiento económico	14
3.6.1. Ingreso	14
3.6.2. Costos de producción	14
3.6.3. Rentabilidad	14
4. RESULTADOS Y DISCUSION	15
4.1. Riego	15
4.2. Fertilización.....	22
4.3. Control de malezas	26
4.4. Control de plagas.....	29
4.5. Cosecha.....	29
4.6. Transporte y venta	32

4.7. Rendimiento.....	33
4.8. Rendimiento económico	36
5. CONCLUSIONES	39
6. RECOMENDACIONES	40
7. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	41
8. ANEXOS	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Titulo	Pagina
1	<u>Datos climáticos de la Hacienda Taboga en Bebedero de Cañas, Guanacaste (2012).</u>	15
2	<u>Demanda hídrica para una parcela de 3.8 has cultivada de Digitaria decumbens, en Soga, Bagaces, periodo 2012 – 2013.</u>	16
3	<u>Frecuencia de riego de una parcela cultivada con Digitaria decumbens en La Soga, Bagaces, período 2012-2013.</u>	18
4	<u>Kilogramos aportados de cada elemento por la fórmula que se utilizó en el corte 1 en la parcela de Digitaria decumbens, en la Soga, Bagaces, 2012 - 2013</u>	23
5	<u>Suma de la cantidad de pacas de acuerdo al fertilizante usado por corte en la parcela de Digitaria decumbens, en la Soga, Bagaces, 2012 - 2013</u>	24
6	<u>Cantidad de pacas obtenidas por terraza, al aplicar Nitrato de amonio solo y mezclado con al Algasoil, del 4/05 al 24/07 del 2012, Soga, Bagaces</u>	25
7	<u>Principales malezas encontradas en la parcela de estudio Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013</u>	27
8	<u>Métodos de control empleados para las malezas encontradas en la parcela 162, cultivada de Digitaria decumbens en La Soga, Bagaces (2012 -2013)</u>	28
9	<u>Pesos promedios de pacas de Digitaria decumbens en Soga, Bagaces según su corte en el periodo 2012 -2013</u>	34
10	<u>Variables de rendimiento en cuatro cosechas de un sistema de producción de pacas de heno de Digitaria decumbens en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013</u>	35

11	<u>Estimación de la rentabilidad de cuatro cortes de heno en pacas de <i>Digitaria decumbens</i> en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013</u>	37
12	<u>Cantidad de pacas que se deben producir para pagar los costos de producción de cada ciclo de corte en la parcela de <i>Digitaria decumbens</i> Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013</u>	38

INDICE DE FIGURAS

Figura	Titulo	Pagina
1	<u>Diagrama de parcela (elaboración propia)</u>	11
2	<u>Comportamiento de la evapotranspiración y precipitación durante 2012, en Bebedero, Cañas, Guanacaste. (Fuente: SENARA)</u>	17
3	<u>Balance hídrico del año 2012, en Bebedero, Cañas, Guanacaste (Fuente: SENARA)</u>	17
4	<u>Curva de calibración para la medición de los caudales de las tomas del sector de piedras (Elaboración propia con datos del SENARA)</u>	19
5	<u>Compuerta del canal de abastecimiento en la Soga de Bagaces, 2013. (Foto: Irene Solís)</u>	19
6	<u>Riego por desbordamiento en una melga a nivel en La Soga, Bagaces, 2012 (Foto: Fabián Murillo)</u>	20
7	<u>Canal regador (a) y canal de abastecimiento (b) en un parcela cultivada con <i>Digitaria decumbens</i> en La sogá, Bagaces, 2013 (Foto: Fabián Murillo)</u>	21
8	<u>Labor de limpieza con moto guadaña sobre el canal regador de una parcela cultivada de <i>Digitaria decumbens</i>, La Soga, Bagaces, periodo 2012-2013 (Foto: Irene Solís)</u>	21
9	<u>Aplicación al voleo de fertilizante a la parcela de <i>Digitaria decumbens</i>, la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Irene Solís)</u>	22
10	<u>Bomba de mochila utilizada en la parcela de <i>Digitaria decumbens</i>, Soga, Bagaces periodo 2012 -2013 (Foto: Fuente Carpi)</u>	28

11	<u>Tractor McCormick 100 hp y Cortadora de pasto Hesston 1110 utilizadas en la cosecha, La Soga, Bagaces, 2012-2013 (Foto: Miguel Solís)</u>	30
12	<u>Cordones de pasto <i>Digitaria decumbens</i> luego del pase de tractor con la cortadora, La Soga, Bagaces, 2012 -2013 (Foto: Mario Murillo)</u>	31
13	<u>Embaladora Hesston 1130 y Paca de heno de Transvala (<i>Digitaria decumbens</i>) (Foto: Fabián Murillo)</u>	31
14	<u>Pacas de heno (<i>Digitaria decumbens</i>) en línea por la embaladora en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Diego Quesada)</u>	32
15	<u>Transporte de pacas en la parcela de estudio en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Jorge Morales)</u>	33
16	<u>Pesaje de pacas de <i>Digitaria decumbens</i> en la parcela 162, Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Fabián Murillo)</u>	33

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Titulo	Pagina
1	<u>Cuestionario aplicado al productor para recabar información sobre el manejo de la parcela de Digitaria decumbens en La Soga, Bagaces</u>	43
2	<u>Cuadro y curva de calibración utilizada por el SENARA, para determinar el caudal de riego de cada parcela en el momento que se inicia el riego</u>	44

RESUMEN

Este trabajo consistió en caracterizar el sistema de producción de pacas de heno de *Digitaria decumbens* establecido en la parcela N° 162 de La Soga, Bagaces Guanacaste en el año 2012 - 2013 para disponer de elementos que permitan su optimización.

Se realizaron visitas al campo, para describir las prácticas de manejo agronómico y comercialización utilizadas en la producción de pacas de heno y así definir el rendimiento del sistema y la rentabilidad económica.

En este estudio se obtuvo rendimientos equivalentes de 20.5 TM/ha/año, con un peso promedio por paca de 19 kg, al aplicar 114.64 kg de N/ha/año.

El costo de producción de cada paca en los cuatro cortes osciló de ¢891 a ¢1521 colones.

El análisis del manejo de la parcela permitió evidenciar que en este sistema de producción de pacas de heno, el factor de mayor peso para la producción en la época de verano, es la eficiencia con que se aplique el riego para cubrir el déficit hídrico. El otro factor determinante es el programa de fertilización, que debería basarse en los requerimientos nutricionales del pasto y aporte real del suelo al mismo, tanto en invierno como en verano.

Palabras claves: *Digitaria decumbens*, Manejo, Rendimiento, Heno, Déficit hídrico.

ABSTRACT

The goal of this project was to characterize a *Digitaria decumbens* hay bales production system established at La Soga, Bagaces, Guanacaste during years 2012-2013 in order to improve those production systems.

Field visits were done to obtain performance and profitability information from grower and also to describe agronomic management and marketing practices.

Average weight per bale was 19 kg with 115 kg of N / ha / year, for a yield of 20.5 MT / ha / year. Bale cost production during four growth cycles ranged from ¢891 to ¢1521 colones.

Analysis of plot management demonstrate that irrigation is the most relevant factor for hay bales production during dry season, due to high water deficit from November to May. Also, fertilization program should be developed in order to accomplish nutritional requirements of grazing land and real contribution all around the year.

Keywords: *Digitaria decumbens*, grass management, irrigation, hay, water deficit.

1. INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales como Costa Rica, tienen sus estaciones seca e lluviosa bien definidas. En la estación seca hay escasez de forraje y en la lluviosa abundancia de forraje verde. Debido a esta situación que presentan estas zonas tropicales se ha venido buscado alternativas de conservación para utilizar el exceso de la producción de la estación lluviosa para alimentar los animales en la época seca, con el fin de disminuir las bajas producciones en los sistemas, y más bien, aumentar los índices de productividad en las fincas ganaderas.

La escasez de forraje en los períodos secos se traduce en baja producción de leche o carne, bajos índices productivos y reproductivos, retardo de crecimiento y susceptibilidad a enfermedades. Por otro lado, en invierno ocurre un desperdicio por volcamiento de las pasturas, daños en el pasto por pisoteo del ganado, lignificación. En fin, no hay un aprovechamiento adecuado del material forrajero (Aragón, 2002).

El suministro de ensilaje o heno a vacas de ordeño es una práctica rentable en Costa Rica y Honduras. La relación ingresos-costos al igual que el beneficio neto (\$/vaca por día), como consecuencia del suministro de estos piensos, son positivos. Del mismo modo, las vacas de carne o el ganado joven que han recibido estas opciones de alimentación, como suplemento, no pierden peso durante la época seca. En Costa Rica, se está desarrollando un mercado de heno de diferentes calidades, gracias a las gestiones realizadas por las organizaciones agrícolas (Schoonhoven *et al*, 2005).

En el presente trabajo se caracterizó un sistema de producción de pacas de heno a partir del pasto *Digitaria decumbens* bajo sistema de riego en la Soga, Bagaces, Guanacaste, con el fin de identificar factores relevantes que inciden en la producción y obtener una guía de manejo agronómico para la elaboración de heno a partir del pasto *Digitaria decumbens*.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Caracterizar el sistema de producción de pacas de heno de *Digitaria decumbens* establecido en la parcela N° 162 de La Soga, Bagaces Guanacaste en el año 2012 para disponer de elementos técnicos que permitan su optimización.

1.1.2. Objetivos específicos

- Describir el manejo agronómico de una parcela dedicada a la producción de heno en la Soga de Bagaces.
- Estimar el rendimiento producido por *Digitaria decumbens* en un ciclo anual en La Soga, Bagaces.
- Determinar los costos de producción y rendimiento económico del sistema de producción de pacas de heno de *Digitaria decumbens*.
- Estimar el efecto de variantes en el manejo de la fertilización sobre el rendimiento de *Digitaria decumbens*.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Conservación de forrajes

La producción de forraje se caracteriza por épocas de superproducción que coinciden en con las épocas de lluvia, durante las cuales se produce más forraje del cual los animales pueden consumir, y en épocas de escasez de forraje, durante las épocas de sequía, cuando se presenta sobre pastoreo, disminución en la producción de leche, pérdida de peso y retraso en el desarrollo. En este caso, el ganadero busca tener alimentación durante todo el año. La sobreproducción de una época compensa lo que la otra época no produce; o sea, se guarda para ser proporcionado en la época seca. La manera de guardar este forraje es por medio de la conservación de forrajes, el cual utiliza técnicas como el ensilaje, henificación, y el henolaje (Estrada, 2002).

2.2. Pastos utilizados para la henificación

Los pastos que presentan mejores condiciones para la elaboración de heno son aquellos que presentan hojas y tallos delgados, que permitan la eliminación del contenido de humedad en pocas horas. Algunas especies aptas son las siguientes: Transvala, Jaragua, Pangola, Estrella, *Brachiaria dictyoneura*, *Andropogon gayanus* y paja de arroz. Sin embargo, resulta importante mencionar que actualmente en Costa Rica los pastos Pangola, Suazi y Transvala, constituyen las especies más cotizadas para la henificación, por su calidad y cantidad de forraje producido y por presentar tallos delgados (Palma y Sánchez , 2001).

Por otro lado, “la materia seca se incrementa conforme avanza la edad o crecimiento de la planta, siendo mayor la tasa de crecimiento de las especies tropicales cuando se registra la máxima precipitación pluvial” (Abaunza *et al* 1991).

2.3. Henificación

“Es el proceso mediante el cual el forraje verde se convierte en forraje seco, para conservarlo durante largo tiempo y ofrecerlo a los animales en momento de escasez, en forma de pacas. Todo forraje cortado y expuesto al sol bajo un tiempo prudencial, generalmente 24 horas, pierde entre un 75 a 85% de su contenido de agua, en donde luego de hacerlo en pacas se almacena bajo condiciones de mínima humedad y buena ventilación, para ser utilizado posteriormente como alimento para ganado. Cuan más intensivos son los sistemas de producción de pastos, mayor es la importancia de poder predecir la cantidad y calidad del producto. El factor principal en la conservación de forrajes es el tiempo y las condiciones climáticas” (Blood y Ede, 1970).

La operación fundamental de la producción de heno es la reducción del contenido de humedad del forraje cortado de un 70-90 por ciento inicial a un 15-20 por ciento, algo aparentemente simple en teoría pero muy dependiente de las condiciones climáticas y que necesita capacidad técnica y buen criterio por parte del agricultor. El heno es clasificado como difícil de digerir cuando tiene más de 18 por ciento de fibra cruda (FC) y menos de 20 por ciento de proteína cruda (PC) en su materia seca (MS); en la práctica, muchos henos tienen un valor alimenticio por debajo de esos niveles (Suttie, 2003).

2.3.1 Proceso de henificación

El proceso de henificación convierte un forraje verde y perecedero en un producto que puede ser almacenado en forma segura y transportado fácilmente sin riesgo de deteriorarse; al mismo tiempo, las pérdidas de materia seca y nutriente se limitan a un mínimo. Este proceso se basa en una reducción del contenido de humedad de 70-90 por ciento a 20-25 por ciento o menos. Las técnicas aplicadas para las pasturas naturales, para las praderas artificiales y para los cultivos específicos destinados a ser conservados son consideradas a tres niveles de tecnología: producción manual de heno, mecanización simple con animales de tiro

o pequeños tractores y sistemas totalmente mecanizados. Es posible, sin duda, hacer alguna o todas las operaciones de producción de heno en forma mecánica y por contrato, siempre que los campos sean lo suficientemente grandes como permitir esas operaciones; esto es posible, sobre todo, donde el clima en el momento de la cosecha es favorable. Las áreas con condiciones climáticas inciertas son menos adecuadas ya que los equipos deben estar disponibles para cada operación en el momento en que el clima permita hacer los trabajos (Suttie, 2003).

“Los problemas de la henificación varían de acuerdo al cultivo, al clima y a las condiciones del tiempo prevalente en el momento de la cosecha:

En condiciones templadas subhúmedas y húmedas el principal problema es la velocidad del secado ya que para evitar el deterioro del forraje es necesario que pierda humedad tan pronto como las condiciones lo permitan;

En contraste, en condiciones cálidas y secas, los problemas más probables son la caída de las partes más finas de la planta a causa de un secado excesivamente rápido o el blanqueado del forraje por la luz solar con la consecuente pérdida de caroteno y vitaminas” (Suttie, 2003).

2.4 *Digitaria decumbens*

2.4.1 Origen del cultivo

El pasto Transvala es una gramínea originaria de Sudáfrica, que ingresó a los Estados Unidos en 1935 y probablemente de ahí se trajo a Costa Rica en la década de los 70. Esta variedad vino a sustituir al pasto Pangola el cual presentó muchos problemas de plagas y enfermedades, en Costa Rica y en otros países (Morales, 2003).

2.4.2 Morfología de la planta

El cultivar Transvala es una especie perenne y estolonífera; presenta, al igual que el Pangola, características físico anatómicas muy parecidas a las especies forrajeras de clima templado. Hojas y tallos finos, vegetación densa y una altura máxima de 60 cm. Se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 1200 m y en suelos de buena fertilidad, requiere un manejo adecuado y de un buen programa de fertilización. No tolera suelos mal drenados y periodos de sequía mayores de 4 a 5 meses (Palma y Sánchez, 2001).

2.3. Riego

El riego es una forma de suministrar agua a los cultivos, creando ambientes favorables para el desarrollo del cultivo, de tal forma que no sufran pérdidas de producción (Castañón, 2000).

En el caso de la aplicación de riego en pasturas, lo más común es el riego por superficie. Este consiste en la aplicación de agua al suelo por medio de dispositivos (sifones o por compuertas) que la extraen directamente del canal regador, con un caudal que debe ser de mayor que la capacidad de infiltración del suelo, que no cause erosión y que provoque una buena distribución de la humedad en el suelo (Valverde, 1998).

Según Valverde (1998) la aplicación del agua se hace de dos formas como:

- “Riego por surcos: Es la aplicación de agua en pequeñas cantidades sobre pequeños canalitos con cierta pendiente en la superficie del suelo, que van paralelos a las hileras del cultivo, a partir de un canal regador.
- Riego por melgas: Es la división del área por regar en sectores separados por bordos, paralelos formando franjas de forma cuadrangular o rectangular con pendiente de longitudinal mínima de 0.15%”.

Los riegos en pastos se deben realizar en un intervalo 12 a 15 días, con láminas de agua de 10 -12 cm (Valdés *et al*, 1992).

2.3.1. Evapotranspiración

La evapotranspiración es la cantidad de agua perdida en forma de vapor, desde una superficie cubierta de vegetación, que es utilizado para la medida de las necesidades de agua en las plantas (Castañón, 2000).

Para Valverde (1998) la evapotranspiración la podemos definir como una potencial y otra real, la potencial la refiere a la cantidad de agua que necesitan las plantas para cumplir sus necesidades de transpiración, así como la evaporación del medio en que se desarrollan y la real se refiere a la evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades en un campo extenso en condiciones óptimas de fertilidad y humedad para alcanzar su potencial de producción. Donde indica que necesidades de agua en los cultivos son conocidas con términos de uso consuntivo o evapotranspiración. Es la sumatoria de las aguas que utiliza la planta para llevar a cabo todas sus funciones fisiológicas.

Otra forma de definir la evapotranspiración es como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante la transpiración del cultivo (Castañón, 2000).

Según Allen *et al*, (2006) existen factores que afecta la evapotranspiración como:

- “variables climáticas, como radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y la velocidad del viento.
- factores del cultivo, como tipo de cultivo, variedad, rugosidad, características radiculares y la etapa de desarrollo

- condiciones de manejo y del sistema de cultivo, tales como salinidad, baja fertilidad del suelo, uso limitado de fertilizantes, presencia de horizontes duros, ausencia del control de enfermedades, mal manejo del suelo, cubierta del suelo, densidad del cultivo, contenido de agua en suelo”.

2.4. Fertilización

Gutiérrez, (1996) indica que en estudios realizados en Guatemala con pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) bajo riego, se obtuvo el rendimiento máximo (56,48 t de MS/ha/año) con la aplicación de 300 kg de N/ha/año, donde el contenido de proteína cruda fue bajo (4,8 a 5,0%) debido a un intervalo entre cortes de 9 semanas.

Los pastos responden fuertemente a la aplicación de nitrógeno por lo que se sugiere aplicar de 80 a 120 kg de nitrógeno y 60 kg de fósforo. El nitrógeno puede dividirse y aplicar la mitad a la siembra y luego de 30 a 40 días después de sembrado. El fósforo debe aplicarse todo al momento de la siembra. Se recomienda aplicar 40 kg de nitrógeno por ha después de cada pastoreo o corte (Valdés, *et al*, 1992).

Tergas y Sánchez, (1978) “indican que en un estudio de campo en suelos ácidos, el encalamiento mejoró el crecimiento de *D. decumbens* en comparación con el testigo cuando se aplicó una dosis 2 240 kg/ha en una arena fina (Spodosol). En ese experimento no se usó dosis intermedias; pero cuando se utilizó la dosis de 8 660 kg/ha no hubo efectos en el rendimiento. En otro ensayo al norte del Estado de Florida, en el que se usó arena fina Arredondo (Ultisol) se aumentaron los rendimientos anuales de *D. decumbens* cuando se aplicó su nivel óptimo de 650kg/ha/año y en otro estudio Gainesville en arena fina de león se aumentaron los rendimientos durante 3 años de *D. decumbens* y *P. notatum* con 450 y 370 kg/ha N”.

Labrador, (1996) dice que el efecto principal de los extractos de algas se achaca a su contenido en hormonas fundamentalmente la citoquininas y reguladores de crecimiento y además de que muchas macro algas tienen la capacidad de almacenar grandes reservas de nitrógeno en todo tipo de compuestos.

2.5. Control de plagas, malezas

2.5.1. Malezas

Gutiérrez, (1996) indica la existencia de una serie de medidas y procedimientos que son utilizados para el combate de las malezas (preventivas, erradicación y control). Y dentro de estas existen métodos que se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Cultural - Mecánico - Químico - Biológico - Integrado

Eusse, (1982) propone que las malezas tienen ciertas características por el cual compiten con los pastos:

- Alta capacidad reproductiva
- Buena adaptación
- Conservación de la viabilidad de la semillas enterradas
- Ciclo de vida parecidos al cultivo
- Desarrollo rápido de raíces y partes aéreas
- Alelopáticas

2.5.2 Plagas

En ciertas oportunidades cuando se está cerca de fincas dedicadas a cultivos muy susceptibles a plagas y enfermedades, donde estas se controlan principalmente

con productos químicos, pueden inducir a que los pastos sean utilizados por insectos, hongos u otros, como hospederos alternarios, los cuales se pueden controlar químicamente cuando la población de plagas se relativamente alta (Gutiérrez, 1996).

Gutiérrez, (1996) afirma que las plagas más comunes que causan pérdidas en los pastos están, salivazo (*Aeneolamia sp*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gallina ciega (*Phyllophaga sp*), gusano medidor (*Mocis repanda*), chinche de los pastos (*Blissus leucopterus*), crisomélidos (*Diabrotica sp*), zompopos (*Atta sp*) y el erróneamente llamado psyllide (*Heteropsylla cubana*).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La práctica se llevó a cabo en la parcela 162 del DRAT, propiedad de Lic. Oscar Pérez Murillo, ubicada en la región de la Soga, de Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. La parcela posee un extensión de 6.7 ha, las cuales 3.8 están sembradas de pasto *Digitaria decumbens* para la elaboración de pacas de heno.

La zona tiene temperatura mínima de 21grados y máxima 32 grados, con una precipitación 1065 mm anual, con vientos promedios de 5.4 km/hr.

El clima es caliente y seco desde mediados de noviembre hasta mayo y húmedo desde mediados de mayo hasta mediados de noviembre, con gran precipitación en agosto, setiembre y octubre.

El tema de estudio está relacionado con la descripción de manejo agronómico de un sistema de producción de pacas de heno bajo riego.

En la Figura 1 se presenta un diagrama de la parcela en que se desarrolló la práctica.

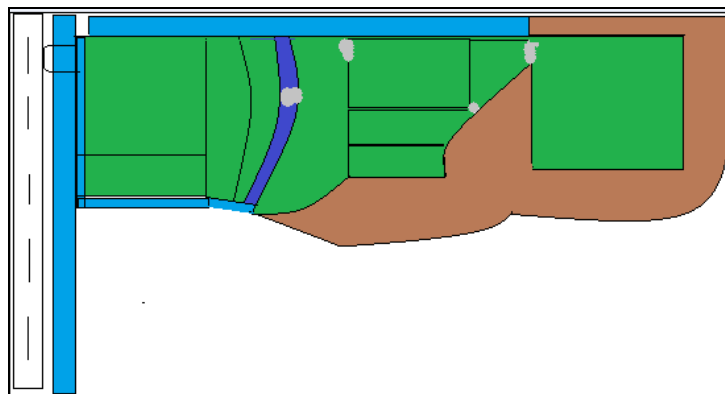


Figura 1. Diagrama de parcela (elaboración propia).

3.2. Periodo de la práctica

El periodo de la práctica de especialidad comprendió desde el 24 de abril del 2012 hasta el 8 de marzo del 2013.

3.3 Generalidades

El estudio fue una investigación mixta, al combinar información de campo apoyada con los registros documentales del propietario de la parcela.

Se hizo una entrevista empleando como instrumento un cuestionario (Anexo 1), que permitió identificar el manejo de la parcela. El cuestionario incluyó preguntas generales, acerca del uso de la tierra, el uso de la mano de obra, fertilizantes, manejo de malezas, precios del producto final, de los insumos y los suministros empleados. Las preguntas específicas estuvieron relacionadas con la producción, el uso y los beneficios del heno. Además, se incluyó tres preguntas abiertas: una acerca de la manera de cómo se elabora el heno, otra acerca de la forma de uso del riego y otra sobre el manejo de plagas.

Partiendo de la bibliografía consultada, se estableció criterios esenciales que caracterizaron el manejo agronómico. Esto guió la descripción del manejo de la parcela.

Se registró actividades en una bitácora de campo y se usó la fotografía como una forma de evidenciar las actividades realizadas en el manejo del sistema productivo.

3.4. Labores de campo.

3.4.1. Riego

Se registró la frecuencia y duración del riego. Por otra parte, se determinó de qué manera y con qué volumen se riegan las terrazas de la parcela.

3.4.2. Fertilización

Se le aplicó un cuestionario al productor y se estuvo presente el día que se realizaron las labores de fertilización, de manera que se constató dicho manejo de la nutrición mineral.

Se hizo una valoración a nivel semi-comercial de algunos productos recomendados por los vendedores de insumos agrícolas de la zona, los que sugirieron al propietario que utilizara en su parcela.

Se estimó la biomasa producida en las parcelas en que se aplicó los distintos productos.

3.4.3. Control de malezas

Se observó la composición botánica de la parcela, lo que permitió identificar las principales malezas presentes. Se valoró junto con el productor si la presencia y cantidad de especies asociadas ameritó aplicar alguna medida para el control de estas malezas. Se registró los productos que se utilizaron y los métodos que se emplearon para el control.

3.4.4. Control de plagas

Mediante el cuestionario se obtuvo información sobre las plagas de importancia que, desde la perspectiva del productor, pudieron haber afectaron su parcela. Luego se realizó una visita a campo donde se identificó la presencia de estas plagas y a la vez se identificó como realiza su control.

3.4.5. Cosecha

Se observó cómo se realiza la cosecha el pasto *Digitaria decumbens* y cómo se elaboraron las pacas de heno.

3.4.6. Transporte y venta

Una vez cosechadas y elaboradas las pacas se determinó la forma de comercialización de las mismas.

3.5. Rendimiento de Sistema por hectárea

Se contabilizó el número de pacas producidas por hectárea por corte, y luego se sumaron la cantidad de pacas por corte en todo el año, así se calculó el rendimiento anual por ha.

Adicionalmente se pesó una muestra de las pacas para tener una estimación de la biomasa que se produjo en el sistema forrajero.

3.6. Rendimiento económico

3.6.1. Ingreso

Con la cantidad de pacas /ha/año y el precio promedio de venta anual se calculó el ingreso bruto que produjo la parcela al año.

3.6.2. Costos de producción

Se sumó todos los costos operativos asociados con la producción de forraje para la henificación: Riego, fertilización, control de malezas y plagas (herbicidas y plaguicidas), mano de obra, uso de maquinaria agrícola y alquiler de parcela

3.6.3. Rentabilidad

Se estimó a partir de la diferencia entre los ingresos y los costos de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Riego

La necesidad de aplicación de agua para el manejo del pasto *Digitaria decumbens* para la producción de pacas de heno depende fundamentalmente de las condiciones del tiempo. En el caso de la zona de La Soga, Bagaces, los registros climáticos muestran que dicha labor es necesaria desde el mes de noviembre hasta finales de abril (Cuadro 1).

En el Cuadro 1 se observa que durante el año hay 7 meses de altas precipitaciones y 5 meses de baja lluvia. Con base en esos datos el productor definió la programación y frecuencia del riego para la parcela bajo estudio.

Cuadro 1. Datos climáticos de la Hacienda Taboga en Bebedero de Cañas, Guanacaste (2012).

Meses	Temperatura y Defic.Pres Vapor				Energía y Lluvia				Lecturas de Tanque A		Viento	
	Temperatura Máxima (oC)	Temperatura Mínima (oC)	Humedad Max. (%)	Humedad Min. (%)	ET (mm)	Lluvia (mm)	Radiación (MJ/m ²)	Horas Sol	Tanque Evaporación Clase A (mm)	Velocidad del Viento (km/Día)	Velocidad del Viento (km/hr)	
Enero	31,8	22,4	82,8	49,7	186,0	0	20,2	8,9	5,5	216,5	9,0	
Febrero	32,7	22,6	79,4	48,3	190,4	0	22	9,1	6,3	227,6	9,5	
Marzo	33,3	24,3	62,9	39,2	266,6	0	23,8	9,5	7,3	250,8	10,4	
Abril	34,2	23,7	67,2	40,7	180	99	19,6	6,5	5,6	139,6	5,8	
Mayo	33,4	23,4	88	45,5	127,1	136,4	16,1	4,4	4,2	97,8	2,8	
Junio	32,9	23,4	83,4	43,4	111	111	16,5	4,9	4,6	62,3	3,3	
Julio	31,7	23,8	63,9	44,7	158,1	58,9	16	6,1	5,2	139,4	5,4	
Agosto	32,7	22,1	89,2	41,2	108,5	189,1	17,4	7	3,9	44,4	1,9	
Septiembre	32,4	22,7	87,7	51,7	108	249	17,5	5,9	3,9	52,8	2,2	
Octubre	31,6	22,6	87,5	61,5	102,3	175,7	16,7	5,4	3	47,8	2	
Noviembre	30,8	22,5	87,4	59,8	120	24	17,7	6,9	4	110,8	4,9	
Diciembre	30,9	23	84,7	57,7	151,9	21,7	17,7	7,4	4,6	190,4	7,9	

Fuente: Estación climática, Hacienda Taboga.

El clima es fundamental para establecer las posibilidades de producción agrícola en un lugar específico, por lo tanto se debe disponer de la información básica en cuanto a los elementos meteorológicos prevaletientes en la zona. Esto permite la aplicación de una serie de fórmulas para determinar las necesidades de agua de los cultivos (Valverde, 1998).

El requerimiento de agua de *Digitaria decumbens* durante todo el año de estudio se incluye en el Cuadro 2. Los datos se calcularon con base en datos climáticos y de hojas de cálculo de demanda hídrica de cultivos, ambos diseñados por SENARA (Alfaro, 2013). Dicho Cuadro muestra los meses donde se requirió el uso del riego (diciembre, enero, febrero, marzo, abril) y los meses que no fue necesario (mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre). Los datos de los Cuadros 1 y 2, se usaron para establecer la frecuencia de riego descrito en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Demanda hídrica para una parcela de 3.8 has cultivada de *Digitaria decumbens*, en Soga, Bagaces, periodo 2012 – 2013.

Área (3,8 Has)		
Mes	Demanda (l/s)	Caudal Unitario de Riego (lps/Ha)
Enero	4	0,964
Febrero	5	1,267
Marzo	6	1,448
Abril	4	1,066
Mayo	0	0
Junio	0	0
Julio	0	0,016
Agosto	0	0
Setiembre	0	0
Octubre	0	0
Noviembre	0	0
Diciembre	2	0,653

Fuente: SENARA

Como se observa en la Figura 2, el aumento en la evapotranspiración coincide con los periodos en que la precipitación es mínima o nula y desciende cuando las precipitaciones aumentan. Esto es lo que obliga al uso del riego para evitar que ocurra una deshidratación irreversible en el pasto, que tendría consecuencias en la producción de biomasa. La tendencia es más evidente al obtener el balance

hídrico (Fig.3), lo cual evidencia que de diciembre a abril y julio los valores son negativos indicando períodos con déficit hídrico.

El Cuadro 2 muestra que en julio no hay demanda agua. Sin embargo el Cuadro 3 muestra que se realizó un riego en esa época. El productor aplicó el riego en la parcela basado en el criterio de que no había humedad aparente en el suelo. La acción del productor fue acertada, pues lo que evidencia el Balance Hídrico (Figura 3) es que en ese mes hubo un período con déficit y por lo tanto, era necesario regar.

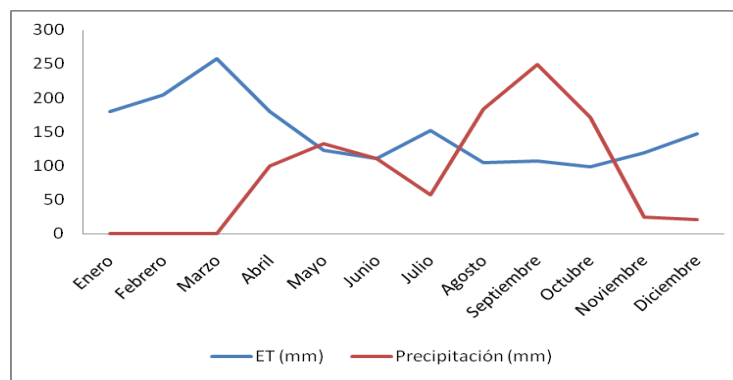


Figura 2. Comportamiento de la evapotranspiración y precipitación durante 2012, en Bebedero, Cañas, Guanacaste. (Fuente: SENARA)

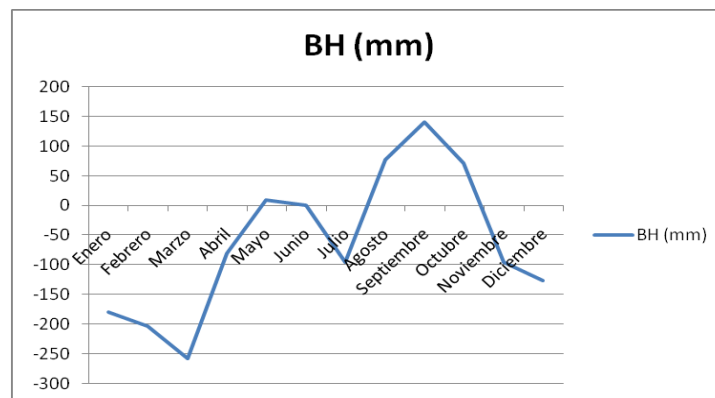


Figura 3. Balance hídrico del año 2012, en Bebedero, Cañas, Guanacaste (Fuente: SENARA).

Según Morales (2003) se deben hacer al menos tres riegos durante un ciclo de 45 días de crecimiento y desarrollo de la pastura. Esto dependerá de la textura y de la capacidad de retención de agua por parte del suelo. Especifica además que se deben aplicar tres riegos en suelos arcillosos, los días 0, 15 y 30 después de recogido el heno de la última cosecha y que el último riego debe hacerse entre 10-15 días antes de la fecha de cosecha para que haya piso para el trabajo de la maquinaria., aplicando en todos los casos una lámina de agua de 10-15 cm.

El manejo del riego en la parcela 162 de La Soga no coincide con lo reportado por Morales (2003), ya que la aplicación del riego (Cuadro 3) se definió con base en las condiciones del tiempo imperante en el periodo de estudio, es decir, solo se aplicó el riego en los días con déficit.

Cuadro 3. Frecuencia de riego de una parcela cultivada con *Digitaria decumbens* en La Soga, Bagaces, período 2012-2013.

Corte	Período	Época	Frecuencia de riego			
			8 a 12 días	1 vez al mes	No riego	hubo
1	24/03 al 4/05 del 2012	verano	X			
2	4/05 al 24/07 del 2012	invierno		X		
3	24/07 al 24/11 del 2012	invierno				X
4	24/11 al 8/04 del 2013	verano	X			

El método para calcular el caudal entregado en las parcelas es por medio de un Cuadro y una curva de calibración utilizada por SENARA en el DRAT. Los datos que se obtienen son para calcular las demandas de agua de todo el distrito de riego durante el año (Fig.4). Dicha curva muestra la relación del tirante de la toma con respecto al caudal de ingreso a la parcela. A la hora que el canalero abre la compuerta, mide el tirante en el canal y a través del uso de la curva estima el caudal servido.

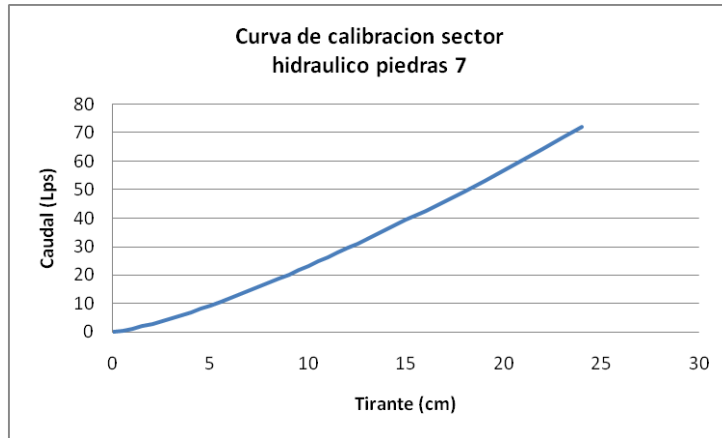


Figura 4. Curva de calibración para la medición de los caudales de las tomas del sector de piedras (Elaboración propia con datos del SENARA).

En cada riego, el productor pidió al canalero que abriera la compuerta del canal de abastecimiento, para que ingresara el agua al canal regador de la parcela (Figura 5).



Figura 5. Compuerta del canal de abastecimiento en la Soga de Bagaces, 2013. (Foto: Irene Solís).

Para iniciar el riego de una terraza se abrió el muro de canal regador con una pala (Fig. 6a) y se colocó un saco con arena o tierra para evitar que el agua continuara por el canal y de esa manera derivarla hacia la terraza, hasta que esta tuviera la lámina de agua necesaria (Fig.6b).



Figura 6. Riego por desbordamiento en una melga a nivel en La Soga, Bagaces, 2012 (Foto: Fabián Murillo).

Santiago y Soubannier, (1985) sugieren que, en condiciones ideales de riego por inundación, el agua debe ser suministrada desde la parte más alta, desbordándose de un canal principal y dejando el agua correr por el terreno que ha sido dividido previamente por muros. En el caso de esta parcela de La Soga, tiene terrazas niveladas, con canales regadores en la parte más alta, lo que permitió que todos los riegos se pudieran controlar en cada terraza, excepto en las terrazas 7 y 8 (Figura 1), que se regaron a través de la circulación de agua en la terraza vecina.

Al finalizar el riego de una terraza, se quitó el saco del canal regador para que el agua fluyera sobre el mismo y se tapó la abertura del muro (Fig.7.a), para seguir regando la terraza vecina. Este proceso se repitió para cada una de las terrazas. En la Fig.7.b también se observa el canal de abastecimiento, canal que si no mantiene un buen caudal, puede generar inconvenientes a la hora de realizarle el riego.



Figura 7. Canal regador (a) y canal de abastecimiento (b) en un parcela cultivada con *Digitaria decumbens* en La sogá, Bagaces, 2013 (Foto: Fabián Murillo).

Durante todo el ciclo de estudio se limpió el canal regador en forma mecánica (pala, palin, machete, guaraña) y de forma química (glifosato), con el propósito de que el agua fluyera de manera continua sobre el mismo.

En la Figura 8 se muestra cómo se realizó una de las labores de limpieza en el canal regador de la parcela, con el uso de moto guadaña.



Figura 8. Labor de limpieza con moto guadaña sobre el canal regador de una parcela cultivada de *Digitaria decumbens*, La Soga, Bagaces, periodo 2012-2013 (Foto: Irene Solís).

Bart (1997) indica que las labores de mantenimiento de un sistema de riego deben repetirse durante toda la vida, para que este se mantenga en funcionamiento.

Incluye en esas labores los engrases de compuertas, eliminación de vegetación existente y sedimentos de los canales, drenajes y estructuras.

En la época de invierno no se utilizó el riego ya que con la precipitación fue suficiente para satisfacer la ETP del pasto transvala (*Digitaria decumbens*). Más bien, en este caso se retiraron los sacos tanto de las entradas de las terrazas como de las salidas con el fin de no provocar encharcamientos que perjudicaran el pasto. En condiciones de que el clima fue cambiante (julio) y hubo días soleados y ventosos, se utilizó el riego.

4.2. Fertilización

La fertilización que se aplicó a la parcela se basó en la costumbre de los productores de heno de la Soga. Consistió en la aplicación de 100 Kg de nitrato de amonio o urea por Ha, una sola vez, a los 15 días después de la cosecha. La Fig. 9 muestra el método de aplicación al voleo, utilizado en las fertilización de los cortes 1, 2 y 4.

Cada vez que se realizó la fertilización se verificó que hubiera humedad en el suelo, para un mejor aprovechamiento del abono, tratando de reducir las pérdidas por volatilización o por la escorrentía.



Figura 9. Aplicación al voleo de fertilizante a la parcela de *Digitaria decumbens*, la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Irene Solís).

En cada uno de los cuatro cortes se aplicó los fertilizantes indicados en el Cuadro 5 con el propósito de estimar el efecto de algunas variantes en lo usualmente aplicado en la zona.

La fertilización se hizo aplicando 100 kg/ha de nitrato de amonio (33 %N), excepto en el corte 1, que se aplicó una fórmula completa (**17-6-18-2.5 (CaO)-1(S)-0,1(Zn)**) (CAFESA) (Cuadro 4).

En el ciclo de corte 2 se aplicó a algunas terrazas una mezcla de nitrato de amonio y Algasoil (**2-2-2 (N-P-K) orgánico y con un 20% de extracto de algas marinas**) (Agrocosta). En este caso se aplicó 33 kg/ha Nitrógeno aportado por el nitrato de amonio y 0,04 kg/ha nitrógeno, 0,04 kg/ha fósforo y 0,04 kg/ha de potasio aportado por el Algasoil.

En el corte 3 no se aplicó ninguna fertilización y en el corte 4 se aplicó 66 kg de Nitrógeno (nitrato de amonio). Estas aplicaciones se hicieron 15 días después de cosechado y otra 60 días después de cosechado. Esta aplicación se debió a que el productor valoró que el pasto estuvo retrasado en su crecimiento.

Cuadro 4. Kilogramos aportados de cada elemento por la fórmula que se utilizó en el corte 1 en la parcela de *Digitaria decumbens*, en la Soga, Bagaces, 2012 - 2013.

Ciclo 1	
Elementos	Kg aportados
Nitrógeno	15,64
Fosforo	5,52
Potasio	16,56
Oxido de calcio	2,3
Azufre	0,9
Zinc	0,092

El nitrógeno es el principal constituyente de los aminoácidos, las proteínas y ácidos nucleicos de las plantas, además de formar parte de las vitaminas, fosfolípidos y clorofila Estrada (2002).

Cuadro 5. Suma de la cantidad de pacas de acuerdo al fertilizante usado por corte en la parcela de Digitaria decumbens, en la Soga, Bagaces, 2012 - 2013.

Suma de cantidad de pacas				
Ciclo de corte	1	2	3	4
Días del ciclo	45 días	83 días	120 días	112 días
Área	3.8ha	3.4ha	2.3ha	2.3ha
Completa (17-6-18-2.5(CaO)-1(S)-0.1(Zn))	795			
Nitrato de Amonio		378		600
Nitrato y Algasoil		686		
Sin fertilizante			721	
Cantidad de abonadas	1	1	Sin	2
Pacas/ha	197	313	313	260
Total (pacas)	795	1064	721	600

El Cuadro 5, indica los fertilizantes utilizados en cada corte, el número de aplicaciones de fertilizante realizadas y la cantidad de pacas producidas. Se muestra que el corte donde se obtuvo mayor cantidad de pacas fue el segundo, seguido del primero, el tercero y el cuarto. Sin embargo, este comportamiento se pudo deber a que hubo variaciones en el período de crecimiento (días del ciclo) y la efectividad del riego. En el corte 1 (45 días), es probable que el rendimiento fuera superior si la aplicación de N hubiera sido mayor y con un riego eficiente.

La duración de los cortes dos, tres y cuatro, están por encima de los días de ciclo del corte uno, que según Morales (2003), en *Digitaria decumbens* no debería superar los 45 días, ya que en ciclos más largos, la calidad nutritiva del pasto se desploma.

Si el productor hubiera aplicado esa recomendación en el corte 4 (ciclos de 45 días) con riego y fertilización, hubiera logrado dos cortes más al año de los que obtuvo. Una de las razones aducidas para dejar el pasto en un ciclo de corte tan largo fue que hubo problemas de agua en el canal de abastecimiento en la época de verano.

De acuerdo con Palma y Sánchez, (2001), una ha de transvala (*D. decumbens*) fertilizada a razón de 250 a 300 kg N/ha/año se puede producir 450 pacas de 20 kg cada una. No mencionan si esta cantidad de pacas fue obtenida en un solo corte. La aplicación de N durante el año fue 114.64 Kg, con las que se obtuvo 1083 pacas con un peso promedio de 19 kg cada una. Estos valores son superiores a los mencionados por Palma y Sánchez, (2001).

Las pruebas de distintas fórmulas de fertilizante utilizadas por el productor en distintos cortes, no permiten asegurar con cual se podría obtener mayores rendimientos debido a que estuvieron afectados principalmente por el riego.

Cuadro 6. Cantidad de pacas obtenidas por terraza, al aplicar Nitrato de amonio solo y mezclado con al Algasoil, del 4/05 al 24/07 del 2012, Soga, Bagaces.

Terraza	Pacas/ha	Fertilizante	Promedio
1	211	Nitrato de amonio	483 pacas/ha
2		Nitrato de amonio	
7	502	Nitrato de amonio	
8	508	Nitrato de amonio	
9	713	Nitrato de amonio	
3	278	Nitrato y Algasoil	322 pacas/ha
4	396	Nitrato y Algasoil	
5	331	Nitrato y Algasoil	
6	261	Nitrato y Algasoil	
10	347	Nitrato y Algasoil	

Por ejemplo, el Cuadro 6 muestra las terrazas a las que se aplicó nitrato de amonio y a las que se aplicó la mezcla de nitrato de amonio y Algasoil con su respectiva área y cantidad de pacas /ha producidas. Aunque a las terrazas a las que se le aplicó la mezcla tuvieron menor rendimiento promedio que las que se aplicó solamente nitrato de amonio, la variabilidad fue muy grande y no permite asegurar ese efecto negativo de la mezcla. Por otra parte, la efectividad del riego fue variable, lo que pudo incidir en los resultados.

4.3. Control de malezas







Se hizo varias inspecciones de campo para determinar si se encontraba malezas que ameritaran su control. Las malezas encontradas se muestran en el Cuadro 7, con su respectivo nombre común y nombre científico.

El control de malezas realizado fue siempre el mismo en todos los ciclos de corte. El Cuadro 8 muestra los métodos de control que se utilizaron para cada maleza, y las dosis cuando se usó el método de control químico. El control de malezas se realizó cada vez que el productor consideró que era necesario salvaguardar la calidad del heno producido.

El control de malezas fue más necesario durante los ciclos de invierno, ya que en este las malezas se encontraban y crecían con mayor vigor por la disponibilidad de agua que había en el sistema de producción.

Con las malezas que se mencionan en el Cuadro 7 no se tuvo ningún nivel de tolerancia, ya que repercuten en la calidad y precio de la paca de heno. Se excluye de esta consideración el Angleton, que no se controló dentro de las terrazas ya que por sus características morfológicas, no afecta la calidad de la paca de heno a la vista de los compradores y su control se efectuó solo en muros y canales de riego.

Cuadro 7. Principales malezas encontradas en la parcela de estudio Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013.

Nombre común	Nombre científico	Fotos
Dormilona	<i>Mimosa púdica</i>	
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	
Falso abrojo	<i>Anthephora hermaphrodita</i>	
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	
Angleton	<i>Dichanthium aristatum</i>	

Fotos: Irene Solís, Fabián Arias

Cuadro 8. Métodos de control empleados para las malezas encontradas en la parcela 162, cultivada de *Digitaria decumbens* en La Soga, Bagaces (2012 -2013).

Nombre común	Nombre científico	Control	Nombre comercial o utensilio	Dosis en 200 litros
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	2,4D + metsulfuron	Rimaxil 60SL + Gallo 60 WP	3 l/ha y 20 gr/ha respectivamente
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	2,4D + metsulfuron	Rimaxil 60SL + Gallo 60WP	
Falso abrojo	<i>Anthephora hermaphrodita</i>	Glifosato y MSMA	Roundup SL y Daconate 72 SL	3l/ha y 2.5l/ha respectivamente
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Glifosato, Mecánico, Quema	Roundup 36 SL, Guadaña o machete	3l/ha
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Glifosato	Roundup 36 SL	3l/ha
Angleton	<i>Dichantium aristatum</i>	Glifosato, Mecánico, Quema	Roundup 36 SL Guadaña y machete	3l/ha

Nota: El Angleton solo se controló en los canales y muros.

El control químico se realizó con una bomba de mochila similar a la que se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Bomba de mochila utilizada en la parcela de *Digitaria decumbens*, Soga, Bagaces periodo 2012 -2013 (Foto: Fuente Carpi).

Labrada *et al*, (1996) afirman que las malezas afectan el rendimiento de un cultivo por dos vías: a través del aumento de la densidad de la planta indeseable que reduce la producción en grado decreciente y a través de su presencia dentro del producto final del cultivo. Este comportamiento se observó en la terraza 10, cuando se realizó el control de dormilona (*Mimosa pudica*), hubo parches que no se recuperaron con transvala hasta el siguiente corte, provocando la disminución de biomasa en el sistema productivo.

4.4. Control de plagas

El control de plagas no se realizó con intervención del productor (productos químicos) ya que no se encontraron daños por parte de insectos plagas o enfermedades. Se supuso que los cambios drásticos de clima y ambiente controlado del agua, ayudó a que no se presentaron plagas que afectaran el cultivo de transvala.

4.5. Cosecha

La cosecha y elaboración de las pacas de heno se realizó con maquinaria agrícola.

En las Fig.11 y 13 se pueden observar el tractor y los implementos utilizados para la cosecha y elaboración de las pacas de heno.

La cortadora de pasto que se observa en la Fig.11b, deja cordones de pasto de un metro de ancho (Fig. 12), que se dejan al sol durante varios días para su “somagado” (deshidratación y destrucción de pared celular).

Previo a la cosecha, el productor verificó que hubiera “piso” en el suelo de las terrazas, para que el tractor entrara sin complicaciones, no dañara lo cosechado, ni ensuciara el pasto cortado.

El primer paso del proceso de cosecha fue con el tractor al que se acopló el implemento para cortar el pasto, el cual lo fue acordonando a su paso. El pasto se

dejó en “somagado” durante 3 días, después la embaladora pasó por los cordones de pasto, y comenzó hacer las pacas. La máquina cuenta con un dispositivo que determina la cantidad de pacas que va produciendo.

Hay una diferencia en el número de días al somagado que se realizó en verano con respecto al de invierno. En este último caso, se dejan 2 días más ya que la cantidad de humedad que hubo en el pasto y suelo fue mayor. Esto fue necesario para no afectar la vida útil y calidad de la paca, ya que las pacas húmedas no son deseadas por los clientes, pues durante el almacenamiento pueden desarrollarse focos de hongos que pueden ser tóxicos para los animales que se alimentan con heno.

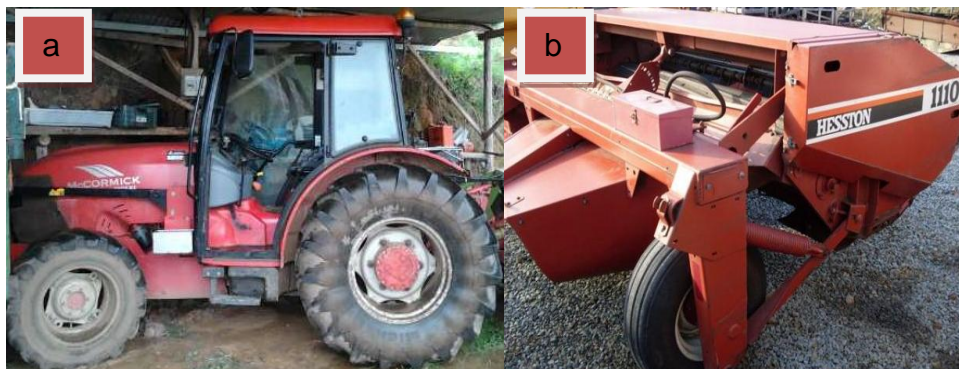


Figura 11. Tractor McCormick 100 hp y Cortadora de pasto Hesston 1110 utilizadas en la cosecha, La Soga, Bagaces, 2012-2013 (Foto: Miguel Solís).

Antes de iniciar el embalaje, el productor realizó un breve recorrido por las terrazas para cerciorarse que el pasto de los cordones estuviera bien seco y somagado. Según Buxade C, (1995), el contenido de agua de los forrajes verdes en el momento de su recolección es muy elevado (75-80%) y que debido a ello continúan respirando y consumiendo sustancias elaboradas, lo que ocasiona pérdida de valor alimenticio. Por eso, es necesario reducir rápidamente el contenido de humedad de los forrajes verdes a valores inferiores a 35-40 % de

humedad, nivel donde los procesos mencionados tienden a estabilizarse. En esto se basan los procedimientos de henificación natural o forzada y la deshidratación industrial.

La embaladora pasó por los cordones de pasto y formó pacas de 80 cm (largo)* 50 cm (ancho) *35 cm (alto), con un peso por paca aproximado 18 a 20 kg cada una (Fig13b). La embaladora (Fig. 13a) se puede ajustar para hacer pacas más largas y más compactas o socadas. Las medidas de las pacas indicadas para esta parcela son las que se usan más comercialmente.



Figura 12. Cordones de pasto *Digitaria decumbens* luego del pase de tractor con la cortadora, La Soga, Bagaces, 2012 -2013 (Foto: Mario Murillo).



Figura 13. Embaladora Hesston 1130 y Paca de heno de Transvala (*Digitaria decumbens*) (Foto: Fabián Murillo).

La Fig. 14 muestra las pacas que deja la embaladora cuando pasa por los cordones de pasto de Transvala, donde se toman para ser cargadas. Las pacas

no se recogieron el mismo día que se elaboraron. En ocasiones de dejaron en el campo para ser cargadas a los camiones el día siguiente, esto siempre y cuando no hubiera peligro de robos o de lluvia, lo cual afectara la calidad de la misma.



Figura 14. Pacas de heno (*Digitaria decumbens*) en línea por la embaladora en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Diego Quesada).

4.6. Transporte y venta

Antes de la cosecha, el productor hizo un sondeo del precio de la paca en la zona y precio del transporte. De esa forma obtuvo un precio aproximado de venta. Habitualmente el precio de la paca en el mercado se encuentra regido por algunas compañías que venden productos agropecuarios. El productor realizó preventa para no tener que pagar por el almacenamiento.

En la Fig. 15 se muestra como se descargan las pacas de la carreta al camión para su mercado. Con respecto al transporte, se amontonaron en cada terraza para facilitar la cargada al tractor con carreta o a los camiones.

El precio de venta fue $\text{¢}1.700$ colones por paca en el campo. Cuando la venta se realizó “puesta en finca” el precio fue de 500 a 600 colones más por paca.



Figura 15. Transporte de pacas en la parcela de estudio en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Jorge Morales).

4.7. Rendimiento

El rendimiento del sistema de producción fue diferente en cada ciclo de corte. Se estimó las pacas producidas en cada corte, el área en las que se produjeron dichas pacas y la duración de cada ciclo (Cuadro 10). En cada corte se realizó un pesaje al azar de 10 pacas y se calculó su promedio (Cuadro 9).



Figura 16. Pesaje de pacas de *Digitaria decumbens* en la parcela 162, Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013 (Foto: Fabián Murillo).

En la Figura 16 se aprecia cómo se pesaron las pacas en todos sus ciclos de corte. En el Cuadro 9 se muestra que los valores en promedio oscilan entre 18,5 y 19,5 kg por paca.

Cuadro 9. Pesos promedios de pacas de *Digitaria decumbens* en Soga, Bagaces según su corte en el periodo 2012 -2013.

Pacas	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
1	18	18	18,5	20
2	18,2	18,2	19,3	20,5
3	17	18	19	19
4	20	17,9	18	19,5
5	19	18,1	17,9	18
6	17,8	20	18	20
7	18,3	20	19	19
8	18	18	20	20
9	19	17,7	20	20
10	19,2	18	19	18
Promedio	18,45	18,39	18,87	19,4

Si se relaciona el comportamiento de las variables de la Figura 3 con los datos del Cuadro 10, se puede explicar que el bajo rendimiento de los corte 1 y 4 se pudo deber al déficit hídrico, ya que el riego aplicado no suplió la demanda de la ET, ocasionando que el pasto no se desarrollara de manera continua por el estrés ocasionado. Distinto comportamiento mostraron los cortes 2 y 3 donde no hubo déficit hídrico, pues sus rendimientos fueron mayores.

El Cuadro 10 muestra también que aunque hubo diferencia en el área en producción de cada corte (el corte 2 tiene una ha más que el corte 3), la productividad fue similar en la época lluviosa. Por otra parte la productividad fue variable en época seca, lo cual se puede atribuir a que el riego que se dispuso no

tuviera la cantidad de agua requerida para regar de manera eficiente la parcela, ya que se presentaron problemas de infiltración en el canal regador lo que ocasionó pérdida de agua. A un dado a este problema, se redujo el tiempo disponible para lograr suministrar la cantidad de lámina requerida para que el pasto no tuviera problemas de déficit hídrico, los que al final repercutieron en los rendimientos observados en el Cuadro 10.

El Cuadro 10 indica que los ciclos con menor duración presentan mayor incremento de kg por ha por día, debido a que, en esas fases el crecimiento es exponencial. Los datos del Cuadro indican que este comportamiento se presenta en ciclos no superiores a los 83 días.

Es importante enfatizar que, en la época seca (corte 4), donde se tiene la necesidad del riego y se puede controlar la duración del ciclo, se pudo establecer al menos 3 cortes de 45 días.

Cuadro 10. Variables de rendimiento en cuatro cosechas de un sistema de producción de pacas de heno de *Digitaria decumbens* en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013.

Cortes	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Total
Ciclo (días)	45	83	120	112	360
Área (ha)	3,8	3,4	2,3	2,3	3,8
Cantidad pacas	795	1064	721	600	3180
Peso promedio por paca (kg)	18	18	19	19	19
Rendimiento total (Kg)	14.668	19.567	13.605	11.640	59.480
Rendimiento total (TM)	14,7	19,6	13,6	12	59
Rendimiento (Kg/Ha)	3.860	5.755	5.915	5.061	20.591
Rendimiento Kg/ha/día	86	69	49	45	57

Existen otros factores relacionados con el clima y otros propios del productor que ocasionan pérdidas en el sistema. El viento reseca el suelo y provoca rompimiento con desecación del pasto, provocando disminución en la biomasa que podría producir. Esto es un factor que se debe tener en cuenta cuando se realiza riego ya que si hay viento que provoque esos daños, se ocuparía aplicar más lámina de agua para contrarrestar dichos efectos.

La fertilización es uno de los factores que pueden ayudar a aumentar la biomasa producida por el sistema si se incorpora de manera adecuada, con el uso de análisis de suelos de la parcela y requerimientos nutricionales que necesita el pasto *Digitaria decumbens*. Esto implica que con una dosis adecuada, se puede disminuir el riesgo a tener rendimientos bajos de producción de forraje.

La disponibilidad de clientes es uno de los factores que influyen en que los ciclos de corte se alarguen y de una manera u otra se afecta el rendimiento. Si no se venden las pacas hay que almacenarlas generando un gasto adicional.

4.8. Rendimiento económico

En la Cuadro 11 se aprecia el costo total de cada uno de los ciclo de corte, y muestra que el costo de producción más alto fue en el corte dos (¢1.215.000 colones), seguido por el corte uno (¢1.211.500 colones), luego el corte cuatro (809.000 colones) y por último el corte tres (¢643.000 colones). El costo total de cada ciclo varió según la cantidad de dinero que se invirtió en cada uno de los componentes del costo de producción.

Se pudo establecer que el costo más elevado del sistema es el de la maquinaria utilizada para la elaboración de las pacas, seguido por el alquiler, la fertilización y combustible utilizado para las visitas de la parcela. El riego, mano de obra, herbicidas y viáticos también generaron gastos pero no de manera tan significativa.

En todos los sistemas de producción se tiene costos fijos que generan gasto aunque no se esté produciendo (alquiler y agua). Los costos variables que muestra el Cuadro 11, fueron los que generaron gastos durante el proceso productivo de las pacas.

El costo de producción de cada paca en los cuatro cortes, fue respectivamente de ¢1.521 colones, ¢1.141 colones, ¢891 colones, ¢1.348 colones. Su variación se ocasionó por las labores de manejo (fertilización, riego y control de malezas). A futuro se debería de tomar en cuenta la utilización de métodos que optimicen el uso, especialmente en la época seca que es cuando el costo por paca aumento (Cuadro 11).

Cuadro 11. Estimación de la rentabilidad de cuatro cortes de heno en pacas de *Digitaria decumbens* en la Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013.

Cortes	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Días de ciclo	45	83	120	112
Área (ha)	3.8	3.4	2.3	2.3
Actividades	Costo			
Riego	93.000	30.000	0	40.000
Mano de obra	30.000	40.000	15.000	20.000
Maquinaria	437.500	532.000	278.000	280.000
Fertilizante	180.000	165.000	0	129.000
Combustible	166.000	120.000	60.000	65.000
Viáticos	30.000	35.000	40.000	10.000
Agua	70.000	70.000	70.000	70.000
Alquiler	180.000	180.000	180.000	180.000
Herbicida	25.000	43.000	0	15.000
Total	1.211.500	1.215.000	643.000	809.000
Cant pacas	795	1.064	721	600
Precio	1.700	1.700	1.700	1.700
Total	1.351.500	1.808.800	1.225.700	1.020.000
Rentabilidad	140.000	599.800	582.700	211.000

El Cuadro 11 muestra que la rentabilidad obtenida en los cortes no fue estable, y específicamente en el corte 1 y 4 fue muy baja. Esto se pudo deber a que los

riegos realizados no fueron tan efectivos (la cantidad de agua que requería el pasto fue superior) y por otro lado, si no hubo una incorporación adecuada del nitrógeno al suelo, también se pudo afectar la rentabilidad y el rendimiento (kg/ha).

En el Cuadro 12 se puede observar la cantidad de pacas que se necesitó producir por corte para llegar al punto de equilibrio del sistema de producción de pacas. Se encontró resultados variables entre cortes. Los cortes 1 y 2 son los que tienen la mayor cantidad de pacas para cubrir los gastos.

Los Cuadros 11 y 12 indican que dicho sistema de producción no se está trabajando de la manera que genere ingresos significativos para el productor.

Cuadro 12. Cantidad de pacas que se deben producir para pagar los costos de producción de cada ciclo de corte en la parcela de Digitaria decumbens Soga, Bagaces, periodo 2012 -2013.

Corte	1 45 días	2 83 días	3 120 días	4 112 días
Cantidad de pacas	713	715	378	476
Precio	1.700			
Costo total	1.211.500	1.215.000	643.000	809.000

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio se concluye que:

- El rendimiento promedio anual del sistema productivo de pacas de heno de *Digitaria decumbens* fue de 20.591 kg/ha/año.
- El rendimiento/ha promedio osciló 3.860 a 5.0915 kg, siendo afectado por las condiciones del tiempo, principalmente la disponibilidad de agua.
- En la sociedad de usuarios de La Soga, Bagaces, el riego es el principal factor limitante para la producción de pacas de heno de *Digitaria decumbens* (Transvala) en la época seca, debido al fuerte déficit hídrico.
- El costo de producción de cada paca en los cuatro cortes osciló desde ₡891 a ₡1521 colones.
- El corte dos tuvo el costo de producción más alto, debido a la fertilización, control de malezas y el riego. En el corte tres los costos fueron los más bajos porque no se aplicó ni fertilización, ni el riego.
- La rentabilidad media anual del sistema de producción de pacas de heno fue de ₡1.533.500 colones en 6,7 ha, en el periodo 2012 - 2013.
- La rentabilidad por corte/ha en el sistema de producción de pacas de heno osciló de los ₡140.000 a ₡599.800 colones.
- No se pudo estimar el efecto de variantes en el manejo de la fertilización sobre el rendimiento de *Digitaria decumbens* por los problemas ocasionados por el manejo del riego.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio similar donde se pueda hacer las curvas de crecimiento, desarrollo y absorción de nutrientes de *Digitaria decumbens*.
- Hacer un estudio sobre frecuencia de riego, para determinar el crecimiento en diferentes edades de corte.
- Hacer un estudio sobre la eficiencia del riego mediante la colocación de plástico sobre el canal regador en diferentes condiciones.
- Realizar un estudio sobre si las personas involucradas en el riego de las parcelas, se capacitan en esta área, se puede aumentar la productividad de la parcela.
- Realizar un estudio similar donde la disponibilidad del agua no sea una limitante para que el riego aplicado sea eficiente.
- Hacer un estudio sobre el valor nutritivo de *Digitaria decumbens*, a diferentes dosis de nitrógeno y edades de corte.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abaunza MA, Lascano CE, Giraldo H., Toledo JM. (1991) .Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13 (2): 2-9.
- Alfaro J. (2013) Demandas de agua en el distrito de riego arenal tempisque para el 2013. Guanacaste, Costa Rica. Editorial SENARA. 21 p.
- Allen R, Pereira L., Raes D., Smith M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Roma, Italia. Editorial FAO. 277 p.
- Arangon F. (2002). Conservación de forrajes para alimentación de bovinos. Bogotá. Editorial Corpoica.
- Bart W. (1997). Operación y mantenimiento de los sistemas de riego. Roma, Italia. Editorial FAO y ILRI. 50 p.
- Blood y Ede. (1971). Ensilado. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 132 p.
- Buxade C. (1995). Alimentos y Racionamientos. España. Editorial Mundi Prensa. 265 p.
- Castañón G. (2000). Ingeniería del riego. Madrid, España. Editorial Paraninfo. 198 p.
- Estrada J. (2002). Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Colombia. Editorial Universidad de caldas. 506 p
- Eusse J. (1982). Manual de pastos y Forrajes. Cali, Colombia. Editorial Federación Antioqueña Ganadera. 169 p.
- Gutiérrez M. (1996). Pastos y Forrajes en Guatemala. Guatemala. Editorial E y G. 318 p.

- Labrada R., Caseley J., Parker C. (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, Italia. Editorial FAO. 395 p.
- Labrador J. (1996). Materia orgánica en los agro ecosistemas. España. Editorial Mundi Prensa. 189 p.
- Morales, J. (2003). Industrialización del heno de calidad en sistemas bajo riego en Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/f01-8339.pdf
- Palma M y Sánchez O. (2001). Agrostología. San José, Costa Rica. Editorial UNED. 176 p.
- Santiago J., Soubannier L. (1985). Riego y Drenaje. San José, Costa Rica. Editorial UNED. 177p.
- Schoonhoven, D.; Holmann, F.; Edwin Pérez, P. A.; Ordoñez, J. C.; Chaves, J. (2005). Costos y Beneficios de Suministrar Heno y Ensilaje durante la Época Seca en Honduras y Costa Rica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Recuperado de
- Suttie, J. M. (2003). Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s00.htm>
- Tergas L., Sánchez P. (1978). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Cali, Colombia. Editorial CIAT. 513 p.
- Valdes V., Aguilar J., Sanabria A. (1992). Tecnología de producción para el cultivo de pastos en riego. Guanacaste, Costa Rica. Editorial Talleres gráficos de IICA.
- Valverde J. (1998). Riego y Drenaje. San José, Costa Rica. Editorial UNED. 227 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario aplicado al productor para recabar información sobre el manejo de la parcela de *Digitaria decumbens* en La Soga, Bagaces.

Criterios	Aspectos
Riego	¿Cómo se riega la parcela? ¿Qué actividades hay que tomar en cuenta para realizar el riego? ¿Con que frecuencia se realiza y cuanto se dura? Costo del riego
fertilización	Razones porque fertiliza Fertiliza en base análisis de suelo Fertiliza por recomendación ¿Cuáles labores implementa para recuperar el suelo? Costo de la fertilización.
Malezas	¿Qué tipo de malezas tiene la parcela? ¿Cuál maleza es la más importante? Se realizan muestreos para determinar la cantidad de maleza presente Formas de realiza su control.(mecánico, químico, biológico)
Plagas	Plagas que afecte la digitaria decumbens Plaga es la que más le afecte en su parcela Costo del control de malezas y plagas Realizan muestreos para determinar daño

Anexo 2. Cuadro y curva de calibración utilizada por el SENARA, para determinar el caudal de riego de cada parcela en el momento que se inicia el riego.

Figura N°2: Tabla y curva de calibración para las tomas de parcela en el Sector Hidraulico Piedras 7

EQUACION: $Q = 1.12 * H^{1.31}$

Q : Caudal (LPS)

H: tirante de medición (CM)

Estructura: Vertedor de cresta delgada

H (CM)	Q(LPS)
0	0.0
0.5	0.5
1	1.1
1.5	1.9
2	2.9
2.5	3.7
3	4.8
3.5	5.8
4	6.9
4.5	8.1
5	9.3
5.5	10.5
6	11.8
6.5	13.1
7	14.5
7.5	15.8
8	17.2
8.5	18.7
9	20.1
9.5	21.6
10	23.1
10.5	24.7
11	26.2
11.5	27.8
12	29.4
12.5	31.0
13	32.6
13.5	34.3
14	36.0
14.5	37.7
15	39.4
16	42.33
17	45.82
18	49.40
19	53.01
20	56.70
21	60.44
22	64.34
23	68.04
24	71.99

