

## **Producción y persistencia de pastos de clima frío, solos y asociados con kikuyo en pastoreo racional**

**Responsable:** Ph.D. William Sánchez Ledezma

**Institución:** Instituto de Innovación y Transferencias en Tecnología Agropecuaria

**Fecha:** 16 de diciembre de agosto de 2016.

### **1. Antecedentes de la investigación**

A pesar de que los pastos como el ryegrass, festuca, orchard y phalaris han sido desarrollados para climas frío o templado, a través de los años se han introducido a algunas regiones del trópico donde la altitud, precipitación, temperatura e irradiación solar luz permiten su adaptación (Neal et al. 2007). A Costa Rica se introdujeron por primera vez 1873, mediante la denominada “riega de semilla” e introducción de animales finos, realizada por ganaderos de la zona alta lechera de nuestro país (Saenz 1970). Según el autor, durante el periodo 1945-1970 la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), introdujeron más de 50 especies de pastos y forrajes (ryegrass, festuca, cereales y leguminosas) con fines de investigación en la zona alta de nuestro país. De igual manera, durante el periodo 2000-2006 el Instituto Nacional de Innovación y Transferencias en Tecnología Agropecuaria (INTA), conjuntamente con el MAG, han evaluaron alrededor de 25 variedades de pasto de los géneros *Lolium*, *Festuca*, *Dactylis* y *Phalaris*. Estudios que demuestran que dichos géneros producen iguales o superiores rendimientos (2,6 a 3,1 t MS/ha), contenidos de proteína cruda (16,8 a 21,8%) y digestibilidad in vitro de la MS (70 a 75%) que el kikuyo (2,7 t MS/ha, 17,4 % PC y 64 %DIVMS) (Mesén y Sánchez 2004, Sánchez y Mesén 2004, Mesén y Sánchez 2006).

Según registros de la Oficina Nacional de Semillas (ONS) durante el 2010-2012 se introdujeron a Costa Rica alrededor de 128 toneladas de gramíneas tipo C3 (pastos de clima frío) sin evaluación oficial del comportamiento agroecológico. Por lo anterior, entre el 2013-2014 el INTA, en coordinación con el MAG evaluaron la adaptación, producción y valor nutritivo de cuatro variedades de *Lolium multiflorum* (Barextra, Green spirit, Jumbo y Angus), dos *Lolium perenne* (BG-24 y Conquistador), una *Festuca arundinacea* (Cowgirl) y dos variedades de *Festulolium Loliaceum* (Spring green y Meadow green) en las localidades de Santa Rosa de Pacayas (2250 msnm) y Poasito de Alajuela (1800 msnm), comparándolas con el pasto kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina*). En ambas localidades se seleccionaron los ryegrass Green spirit y Barextra, y la festuca Cowgirl como las más productivas. En la primera localidad, los rendimientos promedios (t MS/ha/42 días) de los dos años

de evaluación fueron superiores (4,4, 5,0 y 4,7, respectivamente) al kikuyo (3,5). Situación semejante sucedió en la localidad de Poasito (2,9, 2,8 y 3,0 t MS/ha, mismo orden) en comparación al kikuyo (2,6). Además, los pastos C3 presentaron mayor contenido de proteína cruda y menores valores de fibra que el kikuyo en ambas localidades (Datos sin publicar, Sánchez 2016).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Generales**

Contribuir a mejorar la alimentación del ganado vacuno en la zona alta lechera de Costa Rica, mediante el incremento en la producción y calidad nutritiva de las pasturas, e ingesta de materia seca de los animales en pastoreo.

### **2.2 Específicos**

- a. Determinar la disponibilidad biomasa, persistencia y calidad nutritiva del ryegrass Green spirit y Barextra (*L. multiflorum*) y de la Festuca Cowgirl (*F. arundinacea*) solos y asociados con kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina*) en pastoreo racional a intervalos de 30 días.
- b. Estimar la curva de crecimiento y la calidad nutritiva del ryegrass Green spirit y Barextra y de la festuca Cowgirl en pastoreo racional a los 14, 28, 42 y 56 días de crecimiento.

## **3. Importancia y justificación**

La producción de leche del ganado vacuno en nuestro país se sustenta en el manejo adecuado de las pasturas, las cuales aportan los nutrientes más económicos que pueden consumir los animales en pastoreo. Además del menor costo de los pastos en comparación a los alimentos balanceados, estos se pueden producir en la misma finca, lo que los hace menos susceptibles a los cambios de precio internacional como sucede con los alimentos a base de granos. Según Solano y León (2005), los pastos y los forrajes contribuyen 3,5% a los costos de alimentación del vacuno de leche, mientras que el restante se utiliza prácticamente en el consumo de alimentos balanceados.

Por lo anterior, y ante la eventual apertura arancelaria de comercialización de la leche en nuestro país, es necesario reunir esfuerzos de las instituciones públicas, académicas y privadas, con el fin de poner a disposición de nuestros ganaderos, alternativas de alimentación eficientes, que permitan mejorar la rentabilidad y permanencia de los sistemas de producción de leche.

En el caso de la zona alta lechera de nuestro país, donde predomina el pasto kikuyo en pastoreo rotacional, es necesario buscar alternativas que permitan mejorar la calidad y el consumo de dicho pasto mediante pastoreo. A pesar de su amplia adaptación a partir de los 1780 msnm y su rendimiento satisfactorio (35 t MS/ha), presenta limitaciones de calidad nutritiva, debido principalmente al bajo contenido de MS durante la época lluviosa (14,6%), baja energía neta de lactación (1,1 Mcal/kg MS) y reducida digestibilidad *in vitro* de la MS (64%), aunado a los altos valores de fibra neutro detergente (63-68%) (Sánchez 2016). Situación que

además de limitar el aporte de nutrientes, afectan el consumo voluntario de los rumiantes mediante el pastoreo (NRC 2001).

Como se mencionó en la sección de antecedentes, recientemente el INTA evaluó la adaptación de diez materiales de clima frío en dos sitios agroecológicamente diferentes de nuestro país, identificando al ryegrass Green spirit y Barextra y la festuca Cowgirl como promisorias, con rendimientos y valores nutritivos superiores al pasto kikuyo. Por lo que se recomiendan evaluarlas como pastoras monofitas y asociadas con kikuyo, pero manejadas en pastoreo, con el fin de determinar su persistencia en el tiempo, así como su rendimiento y valor nutritivo.

#### **4. Elementos teóricos**

Los pastos según su proceso fotosintético se pueden clasificar en tipo C3 y C4. Los pastos de clima frío o templado como los ryegrass, festucas, orchard y phalaris se clasifican C3, debido a que el primero carbono producto del proceso fotosintético es de tres carbonos. Los pastos tropicales como el kikuyo, brizantha y estrella africana entre otros, se clasifican C4, ya que el primero carbono que fotosintetizan es de cuatro carbonos (Borrozo 2005).

Según la literatura, los pastos C3 son más nutritivos que los pastos tropicales C4, debido a que tienen menos fibra y lignina, y mayor digestibilidad y energía que los C4. Estas características de los pastos de clima frío, permiten mayor consumo de materia seca y más aporte de energía, y por consiguiente, mayor producción de leche que los pastos tropicales (Van Soest y Giner-Chavez 1994 y NRC 2001). En un estudio realizado por Cajarville et al. (2007), encontró que los pastos C3 contienen más N y DIVMS que los pastos tropicales (3,2 y 81% vs 1,6 y 64,5%) y menos FND (40,1 vs 65,5%).

#### **5. Metodología**

Se propone realizar el trabajo en tres fincas comerciales, representativas de la ganadería de leche de la zona alta de nuestro país, ubicadas entre los 1800 y 2600 msnm. En cada finca se establecerá un aparcamiento de 2000 m<sup>2</sup> de ryegrass Barextra y Green spirit, y de festuca Cowgirl solos y asociados con kikuyo. De preferencia, la siembra de los pastos monofitos se realizará en terrenos recién desocupado por el cultivo de la papa u otra hortaliza, distribuyendo la semilla al voleo (50 kg/ha). Para asociación del kikuyo con los ryegrass y la festuca, la semillas se distribuirá al voleo (35/ha) después de pastorear profundamente el pasto kikuyo.

Las pasturas se fertilizarán con 250, 50, 30, 10 y 10 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg y S, respectivamente (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Durante el primer año, la dosis completa de P, Mg, K y S, y la cuarta parte del N se aplicaron en el momento de la siembra, mientras que el resto del N se aplicará de forma fraccionada después de cada pastoreo. En el segundo año, el P, Mg, K, S se fraccionarán en dos aplicaciones iguales, al inicio y final de la época lluviosa, mientras que el N se fraccionará en partes iguales después de cada rotación.

Para determinar la disponibilidad de biomasa, calidad nutritiva y persistencias de los pastos (objetivo a), se realizarán mediciones mensuales el día antes de cada pastoreo durante las estaciones seca y de lluvias por dos años consecutivos. En cada medición, se registró la altura del pasto, la disponibilidad de biomasa y la composición botánica de cada pastura mediante el método Botanal (Haydock y Shaw, 1975). El cual consistente en estimar la disponibilidad de biomasa en el parcela a partir de 40 apreciaciones visuales en cada parcela y rotación utilizando la relación entre cinco valores reales de biomasa determinados por siega y su apreciación visual. Las determinaciones reales de biomasa se llevaron a cabo mediante la corta de un área de 0,25 m<sup>2</sup> a 5 cm de altura en 5 puntos de referencia del pasto, seleccionados visualmente para diferentes niveles de disponibilidad en una escala de 1 a 5, obteniéndose una regresión lineal entre el peso seco de cada valor real de biomasa expresada en materia seca (Y) y el valor asignado visualmente (X), La apreciación visual del pasto se llevó a cabo mediante la puntuación de 1 a 5 de 40 observaciones del mismo seleccionadas al azar, siguiendo un recorrido en “zigzag” por la parcela. Finalmente la disponibilidad de materia seca ponderada para toda la parcela se calculó mediante la siguiente ecuación:

$D_{MS} = Y\mu + B(X^1\mu - X\mu)$ , donde;

$D_{MS}$  = Disponibilidad de MS.

$Y\mu$  = promedio de biomasa de las muestras reales.

$B$  = Coeficiente de la regresión lineal.

$X\mu$  = Promedio de las notas asignadas a las muestras reales (3).

$X^1\mu$  = Promedio de las notas asignadas a las muestras visuales.

Para la composición botánica de las pasturas asociadas (ryegrass-kikuyo y kikuyo-festuca) en cada muestreo real se pesará por separado la porción de cada especie, cuantificando a través del tiempo la permanecía o disminución de la composición botánica inicial.

Además, durante dos rotaciones de la época lluviosa y seca, se analizará la calidad nutritiva de cada pastura, mediante la determinación del contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina (LIG), Cenizas (CEN), digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS) y el fraccionamiento de la PC.

La tasa de crecimiento de los ryegrass y la festuca (objetivo b) se realizará paralelamente a las mediciones de disponibilidad de MS y persistencia de los pastos, realizando mediciones de la biomasa acumulada a los 14, 28, 42 y 56 días de rebrote durante la época lluviosa y seca, mediante la metodología de jaulas de exclusión propuesta por Waddington y Cook, 1971. La técnica consistió en seleccionar en cada aparto, dos áreas adyacentes de 1 m<sup>2</sup> cada una, por cada edad de crecimiento, procurando que tengan condiciones semejantes de biomasa rechazada después del pastoreo. Una de las áreas seleccionadas para cada edad será segada al comienzo de las mediciones para conocer el pasto remanente (PR), mientras que la otra se protegerá de las vacas en pastoreo mediante una

jaula de exclusión. Posteriormente se cortará y pesará el pasto disponible (PD) dentro de la jaula a la edad de crecimiento correspondiente. Finalmente se obtendrá la tasa de crecimiento acumulado (TCA) en cada edad de crecimiento como se explica seguidamente:

TCA= FD-FR, donde;

TAC= Tasa acumulada de crecimiento a los 14, 28, 42 y 56 días.

PD= Pasto disponible a los 14, 28, 42 y 56 días de crecimiento.

PR= Pasto remanente inicial después del pastoreo.

En cada periodo de crecimiento, se determinará la altura de la planta y la disponibilidad de biomasa. La altura se medirá en centímetros (cm) desde el suelo hasta el punto más alto de la planta sin estirla (Toledo y Schultze-Kraft 1982) y la biomasa se determinará mediante la siega a 5 cm altura del área protegida por la jaula de exclusión (1 m<sup>2</sup>). Además, en cada edad de crecimiento, se analizará el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina (LIG), Cenizas (CEN) y digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS).

Además, en cada edad de rebrote se determinará la fenología de la planta, realizando conteos de hojas verdes y senescentes en 10 plantas por muestreo (50 observaciones), así como la relación de material verde y senescente.

## **6. Plan de trabajo y persona responsable de la investigación**

El trabajo se desarrollará en coordinación del INTA y el MAG de la Región Central Oriental, específicamente con las Agencia de Servicios Agropecuarios de Pacayas y Turrialba. Además, en el estudio participaran activamente dos estudiantes de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, Sede del Ataltico, Recinto Turrialba.

### **Responsable de la ejecución del proyecto:**

PhD. William Sánchez Ledezma

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

Correo: [wsanchez@inta.go.cr](mailto:wsanchez@inta.go.cr) Tel Oficina: 2231 2344, Celular: 8748 1085.

### **Colaboradores en la ejecución del proyecto:**

Ing. Edwin Orozco Barrantes

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

Correo: [eorozco@inta.go.cr](mailto:eorozco@inta.go.cr) Tel Oficina: 26366021, Celular: 8850 1071.

Ing. Beatriz Molina Bermudez

Agencia de Servicios Agropecuarios de Pacayas (MAG)

Correo: [bmolina@mag.go.cr](mailto:bmolina@mag.go.cr)

Ing. Annie López Céspedes

Agencia de Servicios Agropecuarios de Turrialba (MAG)

Correo: [alopezc@mag.go.cr](mailto:alopezc@mag.go.cr)

Tec. Fernando Martínez  
Agencia de Servicios Agropecuarios de Turrialba (MAG)  
Correo: [fmartinez@mag.go.cr](mailto:fmartinez@mag.go.cr)

María Fernanda Dittel Pérez  
Estudiante de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, Sede del Ataltico,  
Recinto Turrialba.  
Correo: [ferdit05@hotmail.com](mailto:ferdit05@hotmail.com)

Virgilio Vargas Jiménez  
Estudiante de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, Sede del Ataltico,  
Recinto Turrialba.  
Correo: [virgilio.vargas@hotmail.com](mailto:virgilio.vargas@hotmail.com)

## 7. Cronograma de actividades

En el Cuadro 1 se detallan las actividades a realizar durante los dos años de evaluación.

**Cuadro 1.** Cronograma de actividades durante los dos años de evaluación (2017-2018).

Actividad	2017											
	E	F	M	A	M	J n	J	A	S	O	N	D
Establecimiento de pasturas*	x											
Pastoreo de nivelación		x	x									
Determinación de biomasa y composición botánica**				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Determinación de curva de crecimiento			x	x			x	x		x	x	
Análisis de químico y bromatológico			x	x			X		x		x	
Análisis de resultados preliminares						x					x	
Informe parcial							X					x
Actividad	2018											
	E	F	M	A	M	J n	J	A	S	O	N	D
Determinación de biomasa y composición botánica**	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Determinación de curva de crecimiento			x	x			x	x		x	x	
Análisis químico y bromatológico		x		x		x		x		x		x
Día de campo		x										
Análisis de resultados												x
Informe final***												

\* Dos fincas fueron establecidas en noviembre 2016.

\*\* Después de cada pastoreo.

\*\*\* Febrero 2019.

## 8. Presupuesto

En el Cuadro 2 se presenta el presupuesto de la propuesta de investigación por los dos años de evaluación.

**Cuadro 2.** Presupuesto de la propuesta de investigación por los dos años de evaluación (2017-2018).

Código Subpartida	Descripción de la Subpartida	RPF <sup>1</sup> (€)	INTA <sup>2</sup> (€)
<b>0</b>	<b>REMUNERACIONES</b>	<b>500.000</b>	<b>10.800.000</b>
0.01.01	Salario de un profesional	0	10.800.000
0.01.02	Remuneración a asistencia técnica	500.000	0
<b>1</b>	<b>SERVICIOS</b>	<b>3.450.000</b>	
1.03.03	Servicio de impresión, encuadernación y otros	100.000	50.000
1.04.01	Servicios bromatológicos y químicos	3.300.000	1.000.000
1.04.04	Servicios profesionales	50.000	0
<b>1,05</b>	<b>GASTOS DE VIAJE Y DE TRANSPORTE</b>	<b>0</b>	<b>1.350.000</b>
1.05.02	Viáticos dentro del país	0	1.300.000
1.05.03	Transporte en el exterior	0	50.000
<b>2,01</b>	<b>PRODUCTOS QUÍMICOS Y CONEXOS</b>	<b>200.000</b>	<b>1.000.000</b>
2.01.01	Combustibles y lubricantes	0	1.000.000
2.01.99	Productos químicos (fertilizantes y reactivos para laboratorio)	200.000	
<b>2,02</b>	<b>PRODUCTOS AGROPECUARIOS</b>	<b>200.000</b>	<b>0</b>
2.02.01	Semilla de pasto	200.000	0
<b>2,03</b>	<b>MATERIALES Y OTROS PRODUCTOS</b>	<b>25.000</b>	<b>0</b>
2.03.06	Materiales y productos plásticos (bolsas plásticas)	25.000	0
<b>2 04</b>	<b>HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y ACCESORIOS</b>	<b>30.000</b>	<b>0</b>
2 04 01	Tijeras de cortar pasto	30.000	0
<b>2,99</b>	<b>ÚTILES MATERIALES Y SUMINISTROS</b>	<b>25.000</b>	<b>0</b>
2.99.03	Productos de papel, cartón e impresos (bolsa de papel)	25.000	0
<b>5,01</b>	<b>MAQUINARIA, EQUIPO Y MOBILIARIO</b>	<b>1.460.000</b>	<b>0</b>
5.01.01	Tres estaciones meteorológicas	1.460.000	0
	<b>TOTAL</b>	<b>5.930.000</b>	<b>13.150.000</b>

<sup>1</sup>RNPF: Red Nacional de Pastos y Forrajes.

<sup>2</sup>INTA: Instituto de Innovación y Transferencias de Tecnología Agropecuaria.

## 9. Referencias bibliográficas

- Borrozo F.G., Pedreno A., Martínez T., Robles A.B., González J.L. 2005. Potencialidad de las especies c4 como alimento para el ganado en repoblaciones de zonas semiáridas. XLV Reunión Científica de la SEEP (Sesión: Sistemas Agrosilvopastorales). Universidad de Almería, Estación Experimental del Zaidin. Granada-España.
- Mesén, M., Sánchez, W. 2004. Evaluación de gramíneas de los géneros *Lolium* y *Festuca* en la zona alta lechera del cantón de Oreamuno de Cartago, Costa Rica. Alcances Tecnológicos, 2: 7-12.
- Mesén, M., Sánchez, W. 2006. Evaluación de gramíneas forrajes en la zona alta lechera de Costa Rica. Alcances Tecnológicos, 4: 29-35.
- Neal M., Neal J., Fulkerson W.J. 2007. Optimal choice of dairy forages in Eastern Australia. Journal of Dairy Science 90:3044-3059.
- Sánchez, W., y Mesén, M. 2004. Evaluación de gramíneas de piso de clima frío en Oreamuno de Cartago. Alcances Tecnológicos, 2:1-6.
- Sáens, A. 1970. Historia agrícola de Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. Serie Agronomía No. 12. San José. 237-343 p.
- Sánchez, W. 2015. Taller de pastos y forrajes verdes y ensilados para la zona alta lechera. Instituto Nacional de Innovación y transferencia en Tecnología Agropecuaria. Cartago, Costa Rica.
- Toledo, J.M. y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. *En*: Manual para la Evaluación Agronómica. Ed. Toledo, J.M. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), CIAT, Colombia. P. 91-109.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. National Research Council. ISBN. p. 13-17.
- VAN Soest P.J., Giner-Chavez B.I. 1994. Nutritive value of fibrous feeds. IN: Sistemas de Producción de Ganado de carne en el trópico. Balsa, Atenas, Costa Rica. 10 p.
- Waddington, J. y Cook, D.A. 1971. The influence of sample size and number on the precision of estimates of herbage production and consumption in two grazing experiments Journal of the British Grassland Society, 26: 95-101.