



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA  
EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA  
(INTA-COSTA RICA)

# EXPERIENCIAS CON PASTOS Y FORRAJES EN LA ZONA ALTA LECHERA DE LA MICROCUENCA PLANTÓN-PACAYAS, CARTAGO

Segunda edición

William Sánchez Ledezma  
Carlos Hidalgo Ardón



San José, Costa Rica. 2016.

633.2

C837e

Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en  
Tecnología Agropecuaria  
Experiencias con pastos y forrajes en la zona alta lechera de  
la microcuenca Plantón – Pacayas, Cartago / William Sánchez  
Ledezma y Carlos Hidalgo Ardón. -- San José, C.R. : INTA, 2016.  
15 p.

ISBN 978-9968-586-23-8

1. PASTIZALES. 2. FORRAJES. 3. MICROCUENCA PLANTON  
PACAYAS. 4. COSTA RICA. I. Sánchez Ledezma, William. II. Hidalgo  
Ardón, Carlos. III. Título.

### **Autores:**

Ing. William Sánchez Ledezma, PhD.

Ing. Carlos Hidalgo Ardón, MSc.

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología  
Agropecuaria

### **Colaboradores:**

Beatriz Molina Bermúdez

Enrique Brenes Gómez

Ministerio de Agricultura y Ganadería

María Mesén Villalobos

Vidal Acuña Redondo

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología  
Agropecuaria

### **Comité Editorial del INTA:**

Alfredo Bolaños Herrera

Carlos Cordero Morales

Juan Mora Montero

Laura Ramírez Cartín

María Mesén Villalobos

Nevio Bonilla Morales

### **Diseño y diagramación**

Handerson Bolívar Restrepo

### **Impresión**

Impresiones El Unicornio

San José, Costa Rica. 2016.

# Presentación

El proyecto Microcuenca Plantón-Pacayas, financiado por el Instituto Nacional de Investigación en Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-España), a través del Centro Internacional de la Papa (CIP-Perú), forma parte del Consorcio de Montañas para Latinoamérica conformado por Perú, Costa Rica, Ecuador y México. Ejecutado en Costa Rica por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

Uno de los objetivos específicos del proyecto es mejorar la gestión sostenible de los recursos suelo y agua en los sistemas de producción. Dentro de este objetivo se analizó el comportamiento de los pastos herbáceos de piso y los forrajes de corte utilizados en los sistemas productivos para alimentación animal, comparándolas con otras especies disponibles en el mercado nacional recomendadas para la zona alta lechera. Esto con el propósito de investigar y validar la persistencia de estas opciones de alimentación bajo diferentes condiciones agroecológicas.

Por lo tanto, esta publicación presenta los resultados de los trabajos desarrollados en la microcuenca Plantón-Pacayas durante el periodo 2006-2008 para que los mismos sean considerados por los productores, ya que la producción y reproducción de las vacas lecheras dependen en gran parte de la calidad y cantidad de los pastos y forrajes disponibles. No omitiendo mencionar que el mal manejo de cualquier especie de pasto y forraje puede contribuir directamente a la erosión, pérdida de fertilidad de los suelos y como consecuencia la degradación de los potreros.

## PASTOS DE PISO

Se evaluó la producción y valor nutritivo de cuatro pastos en dos localidades con condiciones agroecológicas diferentes, con el objetivo de comparar la adaptación, producción y calidad nutritiva de cada especie, utilizando en cada sitio el pasto de piso predominante en la zona.

### A. Sitio uno

Se evaluaron tres pastos de piso a 2500 msnm, utilizando como testigo local el ryegrass tetralite (*Lolium hybridum*). Los otros pastos evaluados fueron el kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina*) y una variedad más de *Lolium hybridum* identificado como conquistador, el cual está disponible en el mercado nacional sin evaluación previa de comportamiento. Un detalle de los resultados se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comportamiento de los pastos cosechados cada 30 días a 2500 msnm.

Variedad	Estación lluviosa				Estación seca			
	PC (%)	Alt (cm)	Cob (%)	MS (t/ha)	PC (%)	Alt (cm)	Cob (%)	MS (t/ha)
Tetralite (testigo)	21,7	45	83	1,73	17,1	35	65	0,95
Conquistador	23,2	48	82	1,73	12,0	37	57	0,46
Kikuyo	21,2	23	98	1,72	17,0	21	93	0,81

Nota: PC: proteína cruda, Alt: altura, Cob: cobertura, MS: materia seca y t/ha: toneladas/hectárea.

Como se observa en el cuadro anterior, todos los pastos produjeron biomasa durante las dos estaciones. Sin embargo, durante la estación seca la altura y cobertura bajan considerablemente en comparación a la lluviosa, lo que repercute en la producción de MS, reduciéndose el rendimiento en 50 % aproximadamente. Es importante recalcar que el conquistador fue el más afectado en la estación seca.

La producción y calidad promedio anual del kikuyo y tetralite fueron semejantes (1,3 t MS/ha/30 días y 19,1 % de PC), mientras que el conquistador produjo menos (1,1 t MS/ha/30 días) y redujo la calidad (17 % de PC). Como se observa la Figura 1, el ryegrass tetralite presenta excelente coloración a los 30 días de crecimiento.



Figura 1. Ryegrass tetralite a 30 días de crecimiento

Con base a observaciones en la zona, se encontró que a partir de los 2250 msnm predominan los pastos kikuyo y tetralite, con la diferencia que el primero se adapta bien en condiciones de ladera pero no soporta la escarcha; mientras que el tetralite no se adapta a pendientes mayores al 30 %, pero soporta la escarcha que se presenta entre febrero y abril en la zona alta de nuestro país.

## B. Sitio dos

Se evaluaron cuatro pastos de piso a 1780 msnm, utilizando como testigo local el pasto kikuyo. Los otros pastos evaluados fueron el *Phalaris sp.* y los ryegrass investigados en el sitio 1 (tetralite y conquistador). El Cuadro 2 detalla los resultados.

Cuadro 2. Comportamiento de los pastos cosechados cada 30 días a 1780 msnm.

Variedad	Estación lluviosa				Estación seca			
	PC (%)	Alt (cm)	Cob (%)	MS (t/ha)	PC (%)	Alt (cm)	Cob (%)	MS (t/ha)
Tetralite	21,0	45	85,0	2,3	*	*	*	*
Conquistador	20,5	40	85,0	1,2	*	*	*	*
<i>Phalaris sp.</i>	24,5	40	87,5	1,5	*	*	*	*
Kikuyo (testigo)	19,2	50	97,5	2,4	17	21	93	0,81

Nota: PC: proteína cruda, Alt: altura, Cob: cobertura, MS: materia seca y t/ha: toneladas/hectárea. \* Parcela perdida.

Como se observa en el Cuadro 2, a pesar de que los ryegrass y el *Phalaris* sp. presentaron buena producción de MS en la estación lluviosa, no se adaptaron a la época seca debido a la falta de humedad del suelo y a los daños ocasionados por la roya (*Puccinia* sp.). Caso contrario sucedió con el pasto kikuyo, ya que este sí produjo durante todo el año, en promedio 1,2 t MS/ ha cada 30 días.

Durante la estación lluviosa todas las pasturas presentaron coberturas superiores al 80 %, siendo el pasto kikuyo el que mostró el mayor valor (97,5 %). Además todos los pastos presentaron buen contenido de proteína cruda, con valores que oscilaron entre 19,2 y 24,5 %.

Como se observa en la Figura 2, al inicio de la estación seca, los ryegrass redujeron su potencial de producción debido a la escasez de humedad del suelo y al ataque severo de *Puccinia* sp. El deterioro de las pasturas fue severo, permitiendo realizar un solo corte al inicio de la estación seca y posteriormente se perdieron.



Figura 2. Ryegrass al inicio de la estación seca a 1780 msnm.

Es importante resaltar que la persistencia del kikuyo y tetralite fue semejante a los resultados reportados por el INTA-Costa Rica en investigaciones realizadas en la misma zona, donde estos pastos superaron la producción y calidad nutritiva de otros *Lolium* (perennes e híbridos), *Festucas* y *Dactylis*.

## FORRAJES DE CORTE

Se realizaron evaluaciones con avena forrajera (*Avena sativa*), maíz (*Zea mays*) y la leguminosa *Vicia* sp. Además, se dio seguimiento a otros forrajes que comúnmente se utilizan bajo corte en la microcuenca, como el king grass (*Pennisetum purpureum*\**Pennisetum thyphoides*), kikuyo y ryegrass.

### A. Maíz y avena

Se evaluó la adaptación y potencial forrajero de nueve híbridos de maíz, introducciones del Centro Internacional para el Mejoramiento en Maíz y Trigo (CIMMYT) recomendados para la zona de altura, comparándolos con la avena criolla como testigo local, material introducido hace aproximadamente 30 años a la zona de San Juan de Chicué, Cartago. Un detalle de los resultados se observa en la Figura 3.

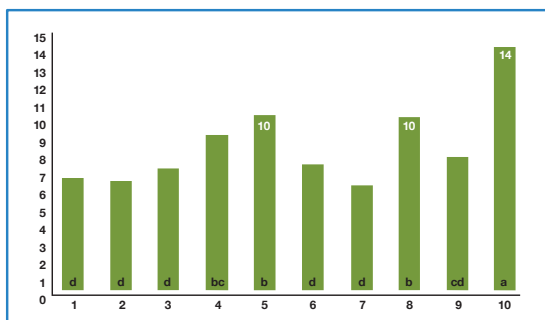


Figura 3. Producción de materia seca de híbridos de maíz y avena criolla a 2250 msnm.

Nota: Letras iguales no difieren entre sí ( $p < 0,05$ ).

La avena se cosechó a los cuatro meses de edad y produjo 14 t MS/ha (Figura 3), mientras que los híbridos se cosecharon a los 6,5 meses después del establecimiento y los dos mejores (5 y 8) produjeron cada uno 10 t MS/ha (Figura 3).

La avena presentó un 14,5 % de PC, mientras que los valores de los híbridos de maíz oscilaron entre 8 y 11,8 %.



Figura 4. Avena criolla al momento de la cosecha (4 meses).



Figura 5. Maíz a cuarto mes de edad, antes de la cosecha.

Como se observa en las Figuras 4 y 5, a los cuatro meses después del establecimiento, la avena presentaba floración completa (momento de cosecha) mientras que las plantas de maíz se encontraban en estado de “cabello”, las cuales tardaron dos meses y medio más (6,5 meses) para alcanzar el momento óptimo de cosecha (grano lechoso-pastoso). Esta diferencia de edad de cosecha, aunado a la mayor producción de la avena en comparación a los híbridos de maíz, es lo que permite que la avena produzca 65 kg más de MS/ha/día que los dos mejores híbridos de maíz.

Es importante resaltar que con dicho excedente de MS que produce la avena en comparación a los dos mejores híbridos, es posible suplementar 26 vacas por día con 12 kg de forraje verde.

Estas experiencias permiten prever que los híbridos 5 y 8 sembrados a menor altitud, podrían producir cantidades de biomasa semejantes a las obtenidas con variedades criollas a 1450 msnm (11,9 tMS/ha) en la Estación Experimental Alfredo Volio de la UCR.

## B. Evaluación de variedades de avena

Se evaluó la adaptación, producción y valor nutritivo de la avena criolla y una nueva variedad (kanota), importada de los Estados Unidos. Un detalle de los resultados se presenta en el Cuadro 3.

Como se observa en el Cuadro 3, la avena kanota es más precoz que la criolla, pero produce menos materia seca. Además, a 1870 msnm la avena kanota presentó daños severos de roya (*Puccinia* sp.) en las hojas, tallos y semillas, mientras que dicho daño en la criolla fue leve, presentándose solamente en las hojas bajas de la planta.



Cuadro 3. Comportamiento de dos variedades de avena (criolla y kanota) evaluadas a 1870 msnm.

	Criolla	Kanota
Germinación, días	8	8
Hoja bandera, días	72	63
Inicio floración, días	78	72
Floración total, días	87	78
Cosecha forraje, días	115	100
Cosecha semilla, días	146	*
Prod. de forraje, t MS/ha	11,2	9,6
Prod. de semilla, t/ha	2,6	*
Germinación, %	70,8	*

\* No se cosechó por alta incidencia de roya y acame.

Evaluaciones hechas en el marco del Proyecto Plantón-Pacayas, y anteriores, demuestran que la avena criolla tiene potencial para producir semilla germinable. Según los rendimientos de semilla obtenidos (1,2 a 2,6 t/ha), se requieren 400 m<sup>2</sup> para producir la cantidad de semilla necesaria para establecer una hectárea de avena.

A finales del 2008 se estableció una parcela de 3150 m<sup>2</sup> en la Estación Experimental Carlos Durán, ubicada en Tierra Blanca de Cartago, con el objetivo de multiplicar semilla de avena criolla en un terreno donde previamente se cosechó papa. La semilla fue distribuida al voleo, posteriormente, se realizó un pase de rastra para tajarla. Veintidós días después de la siembra se aplicó un saco de 10-30-10 y a los 60 días uno de urea. Es importante aclarar que no se realizó otra aplicación, esperando que los remanentes de fertilizantes del cultivo anterior fueran aprovechados. La cosecha de semilla se efectuó a finales de marzo, obteniéndose un rendimiento de semilla trillada de 903 kg, producción equivalente a 2,6 t/ha.

Es importante mencionar que la semilla de avena se debe almacenar en un lugar fresco, libre de humedad y del alcance de los roedores (Figura 6). Además, se recomienda no almacenar la semilla por más de dos años debido a que con el tiempo su potencial de germinación se reduce.



Figura 6. Almacenamiento de semilla de avena forrajera.

### C. Evaluación asocio avena-vicia

El objetivo de la siguiente investigación fue evaluar el comportamiento de la avena criolla sola y asociada con vicia a 2250 msnm.

Ambos cultivos se sembraron en surcos distanciados a 50 cm entre sí. Como se observa en la Figura 7, a los 45 días la cobertura de ambas especies es satisfactoria y a los 75 días alcanzaron el 100 %. La avena logró mayor altura en asocio con vicia que cuando se sembró sola. Un detalle de los resultados se presenta en el Cuadro 4.



Figura 7. Avena en asocio con vicia.

Como se observa en dicho cuadro, todos los parámetros de producción y calidad mejoraron cuando la avena se asoció con vicia en comparación a la avena sola. La producción de materia seca se incrementó en 2,8 t/ha y la PC aumentó en 1,7 unidades porcentuales, mientras que la fibra neutro detergente (FND) se redujo 2,5 unidades porcentuales y la fibra ácido detergente (FAD) se mantuvo. Lo que significa que en este caso particular, se mejora el rendimiento y la calidad nutritiva del forraje cuando la avena se sembró en asocio con vicia.

Cuadro 4. Producción y calidad de la avena sola y asociada con vicia a 2250 msnm.

	Avena sola	Avena-vicia
Edad cosecha, día	120	120
Forraje verde, t/ha	58,9 b	56,0 a
Materia seca, t/ha	11,2 b	14,0 a
Altura, cm	120 a	122 a
Proteína (PC), %	12,9 b	14,6 a
FND, %	61,1 a	58,6 a
FAD, %	40,3 a	40,0 a

Nota: letras iguales no difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

Además, se realizaron pruebas sobre ensilaje de avena sola, avena deshidratada sola y asociada con vicia. El detalle de los resultados se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valor nutritivo de la avena sola y asociada con vicia, deshidratada y ensilada.

	Materia seca (%)	PC (%)	FND (%)	FAD (%)
Avena deshidratada	85,5	12,1	64,1	42,1
Avena-vicia deshidratada	84,5	15,1	57,9	37,1
Ensilado de avena	20,5	12,6	54,6	-
Heno de transvala	91,0	4,5	73,5	-

Nota: PC: proteína cruda, FND: fibra neutro detergente y FAD: fibra ácido detergente.

Al comparar los valores de calidad presentados en los Cuadros 4 y 5, se observa que la avena sola y asociada con vicia conserva los valores nutricionales cuando se deshidrata o ensila. Valores que son de excelente calidad cuando los comparamos con un heno convencional de transvala.

#### D. Seguimiento a forrajes de corte

El siguiente trabajo se hizo con el objetivo de obtener información sobre producción y valor nutritivo de algunas alternativas forrajeras de corte (king grass, kikuyo y ryegrass) utilizadas por los productores en la microcuenca comparándolos con los obtenidos con avena y maíz.

Como se observa en el Cuadro 6, es importante aclarar que hay diferencias en cuanto a ciclo productivo (edad de cosecha) entre los forrajes. Además, se identificaron diferencias entre los ganaderos en cuanto a edad de cosecha para una misma especie (rango de cosecha). Como se mencionó en este documento, la avena se cosecha alrededor de los cuatro meses y el maíz a los seis y medio (6,5 meses). En el seguimiento de las otras alternativas forrajeras, se comprobó que en la microcuenca, en promedio, el king grass se cosecha a los cinco meses y tanto el kikuyo como el ryegrass a los cuatro meses. El detalle de los resultados se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Producción y calidad nutritiva de algunos forrajes de corte utilizados en la microcuenca Plantón-Pacayas.

	Avena	Maíz	Kikuyo	Ryegrass	King grass
Número de evaluaciones	5	3	24	15	12
Rango de cosecha, meses	3-5	5-8	2-6	2-6	4-6
Promedio de cosecha, meses	4	6,5	4	4	5
Forraje verde, t/ha/corte	60	38	31,7	33,7	61
Materia seca (MS), t/ha/corte	12	10	6,3	6,2	12,1
Materia seca, kg/ha/día	100	44,4	52,5	51,7	80,7
MS Digestible, t/ha/corte	9	6,5	3,8	3,9	6,5
Proteína cruda, kg/ha/ corte	1440	900	882	930	726
Energía Neta lactación, miles Mcal/ha/corte	26,4	24,5	6,3	6,2	9,8

Como se observa en el cuadro anterior, la avena fue el forraje que produjo la mayor cantidad de MS digestible, proteína cruda y energía neta de lactación en comparación al resto de los materiales. El maíz, kikuyo y ryegrass suministran mayores cantidades de PC que el king grass. Este último junto al kikuyo y ryegrass presentan los menores valores de ENL, lo cual es una limitante cuando se suplementa con dichos forrajes en las zonas altas de nuestro país. Es importante destacar, que la producción de ENL de la avena y del maíz son semajantes.

El siguiente cuadro presenta los costos de establecimiento (preparación de terreno, semilla y siembra) y manejo (fertilización, cosecha, acarreo y picado) de las alternativas forrajeras evaluadas. Además, se compara el costo del kg de materia seca digestible, proteína cruda y Mcal de energía neta de lactación aportada por cada forraje.

Es importante recalcar que la cosecha-picado de avena y maíz se realizó de forma simultánea y mecanizada (chopper) mientras que los otros forrajes fueron cosechados manualmente y picados con maquinaria estacionaria.

Cuadro 7. Costo de establecimiento, manejo y nutriente aportado por cada forraje de corte evaluado, agosto de 2016\*.

	Avena	Maíz	Kikuyo	Ryegrass	King grass
Siembra, manejo, cosecha, transporte y picado, ¢/ha	768 277	678 222	471 379	467 157	598 018
Forraje Verde, ¢/kg	12,8	17,9	14,9	13,9	9,4
Materia seca, ¢/kg	64,0	67,8	74,9	75,3	49,4
Materia seca digestible, ¢/kg	85,4	104,4	124,1	119,7	92,0
Proteína cruda, ¢/kg	533,6	753,6	534,4	502,3	823,7
Energía neta de lactación, ¢/Mcal	29,1	27,7	74,9	75,3	61,1

\* Metodología de cálculo: valor futuro de acuerdo a la Tasa Básica Pasiva del Banco Central de Costa Rica al 16 de agosto 2016, según datos adquiridos en el año 2009.

Según el Cuadro 7, el pasto king grass fue el forraje que presentó el menor costo por kilogramo de forraje verde y materia seca, sin embargo, mostró el mayor costo por kilogramo de proteína cruda y Mcal de energía neta para lactación, este costo fue dos veces superior al de avena y maíz. Además, se encontró que la avena presenta el menor costo por kilogramo de materia seca digestible y uno de los valores más bajos por kilogramo de proteína cruda y Mcal de energía neta de lactación. El maíz presenta el menor valor por Mcal de energía neta de lactación.

Por otra parte, el kikuyo y el ryegrass mostraron los menores valores por kilogramo de proteína cruda, sin embargo, los costos por kilogramo de materia seca digestible y Mcal de energía neta de lactación fueron mayores. Valores que son influenciados por el bajo rendimiento de ambos pastos en comparación a las otras especies.

## Conclusiones

En cuanto a los pastos de piso evaluados a los 1780 msnm, el kikuyo se comportó adecuadamente. Presentó resistencia a plagas, buen rendimiento, valor nutritivo y cobertura, mientras que los ryegrass evaluados no se adaptaron a las condiciones agroecológicas presentes a dicha altitud, siendo severamente dañados por el hongo de la roya (*Puccinia* sp.).

Con respecto a los pastos de piso evaluados a los 2500 msnm, el ryegrass variedad tetralite y el kikuyo, fueron los que mejor se adaptaron. No fueron afectados por plagas, aportaron los mejores rendimientos y calidad nutritiva, con la diferencia que el kikuyo presentó mayor cobertura en comparación al ryegrass.

En relación a los forrajes de corte evaluados, la avena criolla presentó la mayor producción de materia seca digestible/ha/día, seguida del maíz y el king grass, sin embargo, los cereales fueron los que aportaron las mayores cantidades de proteína y energía.

La avena presentó los menores costos por kilogramo de materia seca digestible y proteína cruda, y conjuntamente con el maíz, los valores más bajos por megacaloría de energía neta de lactación.

Los altos costos de los nutrientes aportados por el kikuyo y el ryegrass en comparación a la avena y al maíz, se deben a los bajos rendimientos y calidad nutritiva de los dos primeros como consecuencia de la inadecuada edad de cosecha, siendo esto último la causa de los altos costos de los nutrientes aportados por el king grass.

## Agradecimiento

Un agradecimiento especial para aquellos productores de lechería especializada ubicados en la Microcuenca Plantón-Pacayas que durante el tiempo de ejecución del proyecto contribuyeron no sólo con sus experiencias y conocimientos en materia lechera, sino también con el aporte de los sitios y mano de obra necesaria para establecer los trabajos de investigación. Por lo tanto, de parte de los profesionales del proyecto y ASA-Pacayas, se les reconoce ese apoyo a los señores: Martín Montero López, Rubén Montero Zamora, Danilo Calvo Gómez, Uriel Gutiérrez Ramírez, Allan Montero y Julio Sancho Piedra.

