

En la validación comercial, se comparó la producción y la calidad del ensilaje de las mejores variedades obtenidas en la etapa de investigación (EJN2 y Los Diamantes 8843) con el híbrido comercial HR-960, determinando a la vez, los costos de producción. Se encontró mayor altura de planta en las variedades costarricense en comparación al híbrido, y rendimientos semejantes entre los materiales (cuadro 3).

Cuadro 3. Altura de planta y producción de materia seca de dos variedades costarricenses promisorias de maíz y un híbrido evaluados en seis localidades de Costa Rica.

Variedad e híbrido	# muestras	Altura de planta		Producción de MS	
		cm	D.S	Kg/ha	D.S
Los Diamantes	28	235,3	30,7	15505,0	2566,6
EJN2	28	240,2	23,7	12520,4	2537,6
Híbrido (HR-960)	28	193,4	71,0	13485,3	2495,2

cm= centímetros, D.S.= desviación estándar, MS= materia seca.

Localidades validadas= Carrara de Turrubares, Guayabo de Turrialba, Aguas Claras de Upala, Barva de Heredia, Aguas Zarcas de San Calos y San Antonio de Turrialba.

En cuanto al aporte de las diferentes partes de la planta (tallos, hojas, mazorca y flor) a la biomasa total, se encontró que las mazorcas de las variedades costarricenses, aportan más materia seca a la biomasa total, en comparación a los híbridos y variedades criollas, lo cual es ventajoso porque es en la mazorca donde se encuentra la mayor cantidad de carbohidratos solubles y almidones (figura 2). Además, de que los materiales de nuestro país aportan menos tallo que el resto de los materiales.

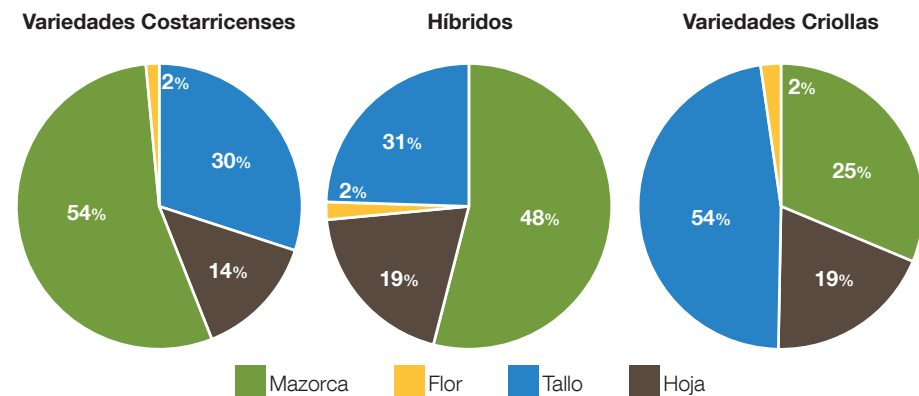


Figura 2. Aporte de los diferentes órganos de la planta (tallos, hojas, mazorca y flor) a la producción total de materia seca.

ELABORACIÓN DE ENSILAJE

En relación al proceso de ensilaje de las variedades EJN 2, Los Diamantes 8843 y el híbrido comercial HR-960, el forraje cosechado se analizó antes y después del proceso. Algunos parámetros de fermentación se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros de fermentación del forraje de maíz antes y después de ensilar.

Variedad e híbrido	Antes de ensilar				Después de ensilar	
	MS (%)	pH	Azúcares solubles (%)	Capacidad buffer	MS (%)	pH
EJN2	32,1	4,36	29,9	39,7	26,9	3,52
Los Diamantes	31,1	4,35	27,1	24,8	28,5	3,67
Híbrido HR-960	31,5	4,48	27,8	35,8	26,7	3,73

MS (%): Materia seca; pH: índice de acidez del forraje; Capacidad buffer (NAOH/100 g MS): persistencia de un forraje a reducciones del pH después de cosechado.

Como se observa en el cuadro 4, las variedades Los Diamantes 8843 y EJN2 tienen potencial para ser ensiladas, debido a que presentan altos contenidos de MS y azúcares solubles, y baja capacidad buffer antes de ensilar. Es necesario mencionar que altos contenidos de MS reducen la producción de efluentes y las pérdidas de nutrientes, mientras que altos contenidos de azúcares solubles favorecen la fermentación, ya que sirven de sustrato a los microorganismos que participan en el proceso. Lo anterior se comprueba al obtener valores de pH inferiores a 4, lo que indica que la fermentación fue la adecuada.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Como se detalla en el cuadro 5, los fertilizantes químicos contribuyen al 21,8% a los costos totales, los cuales se podrían reducir sustancialmente si los remanentes (estiércol) que se producen en las fincas ganaderas, se aprovechan como abono orgánico en el cultivo de maíz, aunque habría que contemplar el costo de la mano de obra necesaria para transformar el estiércol en abono orgánico.

Cuadro 5. Costos de elaboración de ensilaje de 1 hectárea de maíz forrajero. 2020 (\$ USA= ₡ 568,37).

ACTIVIDAD	Unid.	Costo/ unidad (₡)	Subtotal (₡)	Contribución al costo (%)
Establecimiento			310 584	43,1
Herbicida Gifosato (litros)	2	2 200	4 400	0,6
Preparación del terreno (hm)	3	20 000	60 000	8,3
Semilla (kg)	25	1 800	45 000	6,2
Siembra (jornales)	12	7 625	91 500	12,7
Fertilizante 10-30-10 (sacos)	5	12 335	61 675	8,6
Fertilizante K-MAG (sacos)	2	18 667	37 334	5,2
Aplicación de fertilizante (jornales)	1	7 625	7 625	1,1
Aplicación de herbicida (jornales)	0,4	7 625	3 050	0,4

ACTIVIDAD	Unid.	Costo/ unidad (₡)	Subtotal (₡)	Contribución al costo (%)
Mantenimiento			121 125	16,8
Fertilizante	5	11 650	58 250	8,1
Insecticida	200	200	40 000	5,6
Aplicación de fertilizante (jornales)	1	7 625	7 625	1,1
Aplicación de insecticida (jornales)	2	7 625	15 250	2,1
Elaboración del ensilaje			288 750	40,1
Cosecha, picado, transporte y compactado (Hm)	14	20 000	280 000	38,9
Plástico de polietileno negro (kg)	14	625	8 750	1,2
TOTAL (₡)			720 459	100,0

Otro rubro importante es el uso de la mano de obra, el cual aporta el 17,4% al costo total. Del total de mano de obra, el 73,2% se utiliza solo para la siembra del cultivo, debido a la lenta labor que implica el espeque y distribuir la semilla manualmente.

Ahora bien, si consideramos una producción de 35.000 kg de materia verde y 12.000 kg de materia seca (MS)/hectárea, el costo por kilogramo de ensilado fresco y materia seca es de ₡20,6 y ₡60, respectivamente.

PLAN DE SUPLEMENTACIÓN

Con una hectárea de maíz para forraje, es posible suplementar 48 animales adultos durante 90 días consecutivos, suministrando 8 kg de forraje fresco o ensilado por animal/día, lo cual se calcula con la siguiente fórmula: Forraje total= 48 animales x 8 kg x 90 días= 34.560 kg.



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

POTENCIAL FORRAJERO DE VARIEDADES COSTARRICENSES DE MAÍZ: COMO ALTERNATIVA PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO

BOLETÍN TÉCNICO



William Sánchez Ledezma
San José, Costa Rica. 2022.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático global está ocasionando graves consecuencias en la ganadería bovina de Costa Rica, tanto en la producción de leche como de carne. En los últimos años, se han registrado periodos adversos consecutivos de sequías y exceso de lluvia, durante los cuales se han disminuido los niveles productivos, principalmente por déficit de proteína y energía en la alimentación animal.

El cultivo de maíz (*Zea mays L.*) es una excelente alternativa como fuente forrajera y de aporte energético para la alimentación del ganado, con excelentes características para conservar mediante la técnica del ensilaje.

Este documento, tiene como objetivo ofrecer los resultados y experiencias más relevantes, obtenidas en un proyecto de investigación y validación con variedades de maíces costarricenses con fines forrajeros, que recientemente ejecutó el INTA con la colaboración del MAG. Ofrece información relacionada con la siembra, manejo, cosecha, rendimiento, calidad nutritiva, elaboración y costos de producción del ensilaje de maíz. Información que puede ser utilizada por técnicos y ganaderos para planificar la suplementación forrajera en las fincas.

LOCALIDADES Y MATERIALES

La fase de investigación se ejecutó en las localidades de Aguas Zarcas, Turrialba, Guápiles y Monteverde de Costa Rica, donde se evaluaron seis variedades costarricenses de maíz, cuatro de grano blanco (Los Diamantes 8843, JSáenz, Upiav-G6 y Proteinta) y dos de grano amarillo (EJN2 y Nutrigrano). Además, dos híbridos, uno de grano blanco y otro amarillo.

La fase de validación en campo de forma comercial, dónde se incluyó la elaboración del ensilaje y sus respectivos costos, se realizó en Carrara de Turrubares, Guayabo de Turrialba, Aguas Claras de Upala, Barva de Heredia, Aguas Zarcas de San Carlos y San Antonio de Turrialba.

SIEMBRA Y MANEJO

En caso que exista mucha maleza, previo a la preparación del terreno se puede aplicar Glifosato (2 litros/ha) y 22 días después se pasa la rastra. En algunos casos, solamente se requiere pasar la rastra y en otras, es posible sembrar a cero labranza, todo depende de las condiciones del terreno.

La siembra puede ser mecanizada o manual a “espeque”. En la primera se utiliza una densidad de 75 y 10 cm entre surco y planta, mientras que en la manual se usa una distancia de 75 cm entre surco y 25 cm entre golpe de “espeque”, depositando dos semillas en cada hoyo.

La semilla se tapa con una delgada capa de tierra y se aplicó Atrazina como control pre-emergente de malezas. Se recomienda fertilizar con 150, 60, 40 y 20 kg/ha de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, respectivamente. Todo el fósforo, potasio y magnesio se aplica 15 días después de la siembra. La dosis de nitrógeno se distribuye en dos aplicaciones, la primera 30 días después de la siembra, y la segunda 15 días después.

Con respecto a plagas, en todas las localidades fue necesario aplicar el insecticida Benzoato de Emamectina para controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). En la localidad de Guápiles, 60 días después de la siembra se presentó un ataque severo de la bacteria *Erwinia* (*Erwinia chrysanthemi*) acabando completamente con la plantación. Por lo que fue necesario resembrar en otro sitio de la finca.

COSECHA DEL FORRAJE

La cosecha puede ser mecánica o manual. La mecanizada, se debe realizar cuando el grano alcanza el estado masoso-pastoso (figura 1: grano $\frac{3}{4}$ línea de leche). En este caso, se utiliza un cosechado estilo “Chopper” que corta, pica el forraje y tritura el grano, dejando disponible los azúcares y los almidones presentes en el grano, a la acción de los microorganismos en el proceso del ensilaje y posteriormente en el rumen de los bovinos.

Cuando el picado del forraje se va a realizar con equipo convencional, la cosecha se debe de realizar cuando el grano se encuentra en estado lechoso-masoso (figura 1: grano $\frac{1}{2}$ línea de leche), lo que sucede cuando la parte superior del grano está sólida y la inferior líquida en partes iguales (figura 1). A esta edad fenológica el endospermo del grano aún es fracción a la degradación fermentativa del proceso del ensilaje y ruminal. En general, la cosecha se realizó entre los 75 y 90 días edad, dependiendo de la localidad y época de siembra. A mayor altitud y periodos de lluvia, el tiempo de cosecha fue más extenso.

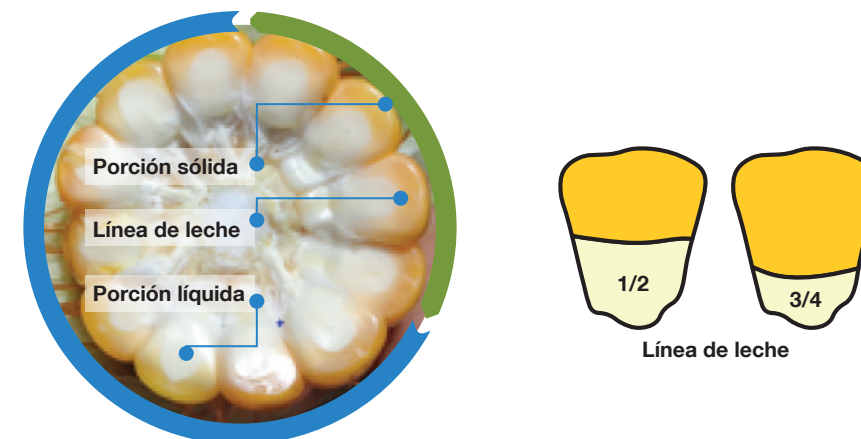


Figura 1. Estado fenológico del grano de maíz al momento de la cosecha para forraje

RENDIMIENTO Y CALIDAD

En el cuadro 1 se presenta la producción de materia verde, la cual varió entre localidades. En Aguas Zarcas se produjo entre 22 y 35% más de forraje que en las otras localidades, donde los rendimientos fueron semejantes.

También, se encontró que los rendimientos de las variedades e híbridos variaron para cada localidad. En el caso de Aguas Zarcas, los híbridos 3 y 4 fueron los más productivos, sin embargo, presentaron rendimientos semejantes a las variedades costarricenses.

Cuadro 1. Rendimiento de materia verde (t/ha) por variedad e híbrido de maíz para cada localidad

Variedad e híbrido	Localidad				
	Aguas Zarcas	Turrialba	Guápiles	Monteverde	Promedio
Los Diamantes	59,7	41,0	38,2	47,7	46,6
EJN2	60,3	49,7	38,2	42,7	47,7
JSáenz	61,5	47,1	39,8	45,2	48,4
Upiav-C6	54,9	46,7	41,0	46,7	47,3
Proteinta	49,8	38,3	44,6	39,3	43
Nutrigrano	56,5	33,7	35,4	42,8	42,1
Híbrido 3	65,4	48,1	39,3	46,3	49,8
Híbrido 4	69,6	41,7	36,6	34,2	45,5
Promedio	59,7	43,3	39,1	43,1	46,3

En cuanto a la producción de materia seca (MS) y proteína cruda, en Aguas Zarcas, los híbridos 3 y 4, y las variedades Los Diamantes y Nutrigrano fueron las más productivas, las cuales conjuntamente con la Proteinta, alcanzaron los mayores contenidos de materia seca (cuadro 2). Con respecto a la proteína cruda (PC), no se encontraron diferencias entre las variedades e híbridos, mostrando valores entre 7,9 y 9,1 %, lo que es común en variedades e híbridos forrajeros (cuadro 2).

Cuadro 2. Producción y contenido de materia seca y proteína cruda de variedades e híbridos evaluados en Aguas Zarcas

Variedades e híbridos (toneladas/ha)	Materia seca (%)		Proteína cruda (%)
Los Diamantes 8843	17,7	29,6	8,8
EJN2	15,5	25,7	7,9
JSáenz	16,2	26,4	8,4
Upiav-G6	14,7	26,8	9,0
Proteinta	15,4	30,9	8,6
Nutrigrano	17,8	31,5	9,0
Híbrido Orosi (CLTHW002 CIMMYT)	19,6	30,0	8,7
Híbrido (CLTHY002 CIMMYT)	19,7	28,3	9,1

COLABORADORES

Sr. Diego Solís Durán. Productor de leche de Aguas Zarcas.

Sr. Arturo Lobo Navarro. Productor de leche de Monteverde.

Ing. Moisés Hernández Chaves. INTA- EELD, Guápiles.

Ing. Cinthya Granados Marín. AEA-MAG, Aguas Zarcas.

Ing. Annie López Céspedes. AEA-MAG, Turrialba.

Ing. Aníbal Álvarez Morún AEA-MAG, Monteverde.

Ing. Saúl Brenes Gamboa. UCR-Sede del Atlántico.

Técnico José Luis Rivera Ramírez. INTA, San José.

Técnico Javier Marín Jiménez. AEA-MAG, Monteverde.

Técnico Fernando Martínez Portuguese- AEA-MAG, Turrialba.

Srta. María Fda. Dittel Pérez y Sr. Virgilio Vargas Jiménez. Estudiantes, UCR, Sede del Atlántico.

CONTACTO

William Sánchez Ledezma.
Unidad Pecuaria, INTA.
E-mail: wsanchez@inta.go.cr
Web INTA: www.inta.go.cr

Plataforma PLATICAR: www.platicar.go.cr
Edición: Departamento de Transferencia e Información Tecnológica - INTA.
Diseño: Handerson Bolívar Restrepo