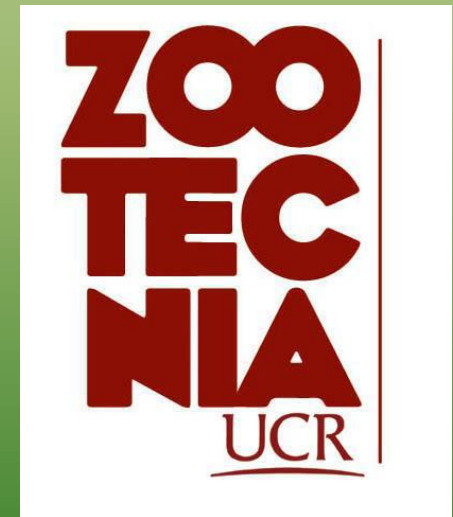


Investigaciones desarrolladas con el uso de la caña de azúcar como fuente forrajera.

Seminario ASOCEBÚ 2018

M. Sc. Luis Pineda Cordero

Investigador - Docente EZ



ENFOQUE PRODUCTIVO:
CAÑA AZÚCAR = AZÚCAR

Paradigma ó norma

ENFOQUE GANADERO:
CAÑA AZÚCAR = FORRAJE

TAXONOMÍA

GÉNERO: *Saccharum*

ESPECIES: *officinarum* L. Origen Indonesia, Nueva Guinea y zona de división Asia y Oceanía. Progenitor femenino.

spontaneum L. Especie silvestre, con adaptación de zonas tropicales y subtropicales. Participó en la POJ 2878; NCo 310 y otras.

barberi Jeswiet. Son muy antiguas, rústicas, con tolerancia a plagas y bajos tonelajes. Participó en la POJ 36; POJ 213; POJ 214 y otras.

TAXONOMÍA

ESPECIES: *sinense* Roxb. Origen en China, reconocidas como “*cañas chinas*”. Rústicas, toleran condiciones ambientales difíciles y ataque de plagas y enfermedades. Variedad reconocida: Uba.

robustum Brandes. Origen y distribución afín a *officinarum*. Silvestre. Variedad H 37-1933 empleada en zonas altas hace décadas.

edulce Hassk. Similar a *robustum* o mutante. Silvestre.

ATRIBUTOS COMO PLANTA

Chaves, 2018

Alta capacidad de rebrote C_4

Cuenta con dos juegos de cloroplastos = captura y usa CO_2 a C_3 vía normal Calvin y vía alternativa C_4

IAF \approx 4-12

Disposición vertical de las hojas

Incrementa tasa fotosintética por aumento de la luminosidad

Posee alto punto de compensación: altos valores de fijación CO_2

Velocidad de fotosíntesis (100) 2-3X > que C₃ (34 a 86 mg CO₂/dm²/h) = fijador de C

Tolera condiciones extremas de temperatura (bajas 21 °C y altas 47 °C, óptima 27)

Tolera condiciones hídricas extremas (sequía e inundación)

Capacidad de fotosintetizar con estomas prácticamente cerrados

Sin respiración aparente: poco desperdicio energía metabólica potencial

Gran capacidad de producción de biomasa (70 a 110, máximo teórico de 280 t/MS/ha/a) => Extracción nutrientes



Sistema radical: a) superficiales, b) fijación y c) cordones con capacidad de llegar hasta 6 m

Rusticidad y capacidad de adaptación

Capacidad de fijación de N

Capacidad de concentración de sacarosa (13-18%)

PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Producción de **materia verde** (t/ha) de caña de azúcar, a diferentes edades.

Edad (d)	Producción			Autor
	Hoja	Tallo	Hoja+tallo	
			o	
28	1,3	0	1,3	
56	6,7	0,7	7,4	Monge
84	27,4	14,9	42,3	1978
124	48,8	69,6	118,4	
158	48,2	83,5	131,7	
168	43,1	91,6	134,7	

Variedad NCo 310. Siembra realizada finales julio de 1977, a doble chorro, distancia entre surco 1 metro.

Etapa de establecimiento, 54 kg P₂O₅, nitrato de amonio en aplicaciones cada 15 días, 15 días post siembra, para un nivel de fertilización de 244 kg N/ha/año.

Diseño de 5 bloques al azar, 10 repeticiones por muestreo y periodo comprendió de agosto 1977 a febrero de 1978.

Separación hoja (vaina+ lámina) y tallo.

Producción de materia verde (t/ha) de caña de azúcar, a diferentes edades y niveles de nitrógeno.

Edad (d)	Nivel N (kg/ha/año)			Autor
	150	250	350	
53	7,2	5,6	4,7	Xatruch
87	36,1	41,1	38,9	1979
116	72,9	94,5	98,2	

Variedad estudiada NCo 310. Siembra realizada el 17 agosto 1978. Etapa de establecimiento, 54 kg P₂O₅, urea en 8 aplicaciones cada 15 días, 15 días post siembra.

Producción de materia verde (t/ha) de caña de azúcar, a diferentes edades y niveles de nitrógeno.

Edad (d)	Nivel N (kg/ha/año)				Autor
	0	250	630	1000	
148	148,0	178,0	183,0	172,0	Barrantes 1982
179	202,5	212,5	213,0	207,0	
209	202,5	271,0	215,0	243,0	
240	306,2	337,5	348,7	347,5	

Variedad en estudio NCo 310. Edad de aplicación del fertilizante con 118 días de rebrote, en cuatro aplicaciones de urea con intervalo de 30 días.

COMPOSICIÓN

Producción de **materia seca** (t/ha) de la parte aérea caña de azúcar, a diferentes edades.

Edad cosecha	Producción			Autor
	Hoja	Tallo	Hoja+tallo	
28	0,2	0	0,2	Monge 1978
56	1,2	0,04	1,2	
84	5,2	1,5	6,7	
124	10,1	7,6	17,7	
158	12,6	13,4	26,0	
168	13,3	17,8	31,1	

Variedad NCo 310. Nivel de fertilización 54 kg P₂O₅, 244 kg N/ha/año con nitrato de amonio.

Variedad en estudio NCo 310. Edad de aplicación del fertilizante con 118 días de rebrote, en cuatro aplicaciones de urea con intervalo de 30 días.

Producción de materia seca (t/ha) de caña de azúcar, a diferentes edades y niveles de nitrógeno.

Edad cosecha	Nivel N (kg/ha/año)			Autor
	150	250	350	
53	1,2	0,92	0,76	Xatruch 1979
87	5,96	6,71	6,22	
116	10,36	14,16	14,45	

Variedad estudiada NCo 310. Siembra realizada el 17 agosto 1978. Etapa de establecimiento, 54 kg P₂O₅, urea en 8 aplicaciones cada 15 días, 15 días post siembra.

Producción de materia seca (t/ha) de caña de azúcar, a diferentes edades y niveles de nitrógeno.

Edad cosecha	Nivel N (kg/ha/año)				Autor
	0	250	630	1000	
148	14,8	16,9	17,6	15,9	Barrantes, 1982
179	23,9	24,9	25,3	25,3	
209	30,4	40,1	31,6	30,9	
240	51,4	50,9	56,4	48,0	

COMPOSICIÓN

Contenido de **materia seca** (%) de la parte aérea caña de azúcar, a diferentes edades.

Edad cosecha	Valor			Autor
	Hoja	Tallo	Hoja+tallo	
28	16,1	-	16,1	Monge 1978
56	17,0	8,2	16,3	
84	19,1	9,8	15,9	
124	20,5	10,1	14,4	
158	26,1	16,2	19,9	
168	30,1	19,3	22,8	

Variedad NCo 310. Nivel de fertilización 54 kg P_2O_5 , 244 kg N/ha/año con nitrato de amonio.

COMPOSICIÓN

Contenido de **proteína cruda** (% en base seca) de la caña de azúcar, a diferentes edades y niveles de nitrógeno.

Edad cosecha	Nivel N/ha/a			Autor
	150	250	350	
53	11,04	11,85	10,80	Xatruch,
87	7,48	7,35	7,18	1979
116	5,14	5,21	6,43	

Variedad estudiada NCo 310.

Siembra realizada el 17 agosto 1978.

Etapas de establecimiento, 54 kg P₂O₅, urea en 8 aplicaciones cada 15 días, 15 días post siembra.

Contenido de proteína cruda (%) de la parte aérea caña de azúcar, a diferentes edades.

Edad cosecha	Nivel N/ha/a			Autor
	Hoja	Tallo	Hoja+tallo	
28	10,9		10,9	Monge 1978
56	11,1	13,0	12,2	
84	8,4	5,4	7,4	
124	8,0	2,6	4,8	
158	5,1	2,4	3,4	
168	3,9	1,6	2,4	

Contenido de proteína cruda (% en base seca) de caña de azúcar, a diferentes edades y niveles de nitrógeno.

Edad cosecha	Nivel N/ha/a				Autor
	0	250	630	1000	
148	4,6	5,1	4,8	5,2	Barrantes, 1982
179	5,0	5,1	4,8	6,7	
209	3,7	4,3	4,8	5,3	
240	4,1	5,6	5,1	5,1	

Variedad en estudio NCo 310.

Edad de aplicación del fertilizante con 118 días de rebrote, en cuatro aplicaciones de urea con intervalo de 30 días.

Variedad NCo 310.

Nivel de fertilización 54 kg P₂O₅, 244 kg N/ha/año con nitrato de amonio.

COMPOSICIÓN

Componentes de la caña de azúcar.

COMPONENTE	% MS
Materia seca	29
Proteína bruta	2
Hemicelulosa	20
Celulosa	27
Lignina	7
Azúcares totales	40
Cenizas	5

Fuente: Cuaron y Shimada (1981), citados por González y Klibansky, 1996.

CONSIDERACIÓN

EXPERIENCIA SECTOR CAÑERO (AZÚCAR: LAICA-DIECA)

FERTILIZACIÓN: CULTIVO EXTRACTOR POR LA PRODUCCIÓN PERO
RESPONDE CON MANEJO ADECUADO (RENTABILIDAD AZUCARERA)

MOMENTO DE APLICACIÓN: Según enfoque cañero

FERTILIZACIÓN

SP 81-3250

RODRÍGUEZ, *et al.*, 2018.

	CAÑA PLANTA	APLICACIÓN (kg/ha):
SIEMBRA	150 P ₂ O ₅	100%
60 DDS	100-150 N	1/3
120 DDS	150-200 K ₂ O	1/2

	CAÑA SOCA	APLICACIÓN (kg/ha):
POSCOSECHA	150 P ₂ O ₅	100%
60 DDS	100-200 N	1/2
120 DDS	150 -200 K ₂ O	1/2

INTERACCIÓN (BASE 150 P₂O₅)

	PRODUCCIÓN (t/ha)	
	CAÑA PLANTA (1año)	CAÑA SOCA (2 años)
0 N, 0 K ₂ O	100	115
0 N, 100 K ₂ O	104	134
50 N, 0 K ₂ O	98	122
50 N, 100 K ₂ O	100	134
100 N, 100 K ₂ O	105	136
150 N, 150 K₂O	113	157

FERTILIZACIÓN

Mineral, kg	↑t cultivo
P_2O_5	0,5
K_2O	2
N	1-1,3

Chaves, 1986.

ORDEN DE LA EXTRACCIÓN:

$K > N > Ca > P$

¡Mg!

COMPOSICIÓN

Contenido de la **materia seca** (% en base seca, MS), **proteína cruda** (% en base seca, PC), **fibra cruda** (% de la materia seca, FC) de la caña de azúcar sin y con riego durante la época seca, en la zona de Nicoya durante la época seca de 1989.

Condición	MS	PC	FC	Autor
Sin riego	41,07	2,98	60,91	Pineda
Con riego				
Inicio	29,79	2,43	28,85	' 1989
Final	37,81	4,67	37,81	

Variedad no reportada. Condición sin riego muestreada al final de la época. Riego aplicado una vez por semana. Varios años de establecido el cultivo.

RESPUESTA ANIMAL

Ganancia de peso (kg/an/d) y consumo de caña íntegra (kg/an/d), suplementada con 2,8% de urea en base seca.

Caña de azúcar		Ganancia
Ofrecida	Consumida	
0	0	-0,023
4	4	-0,018
8	7,9	-0,004
12	10,4	-0,005

Novillos con peso promedio de 293 kg, picado a 2,5 cm, adaptación de 9 días, suministro entre las 11 am y 2 pm, mezcla de sal común y hueso molido en relación 3:1, periodo de 53 días desde el 9-03-1978, pastoreando heno en pie de Jaragua, grupos de 15 novillos.

Fuente: Xatruch, 1979.

Consumo de caña (kg/an/d) y ganancia de peso (kg/an/d) de los diferentes grupos, según la suplementación ofrecida.

Urea	Caña de azúcar		Ganancias
	Ofrecida	Consumida	
T	0	0	-0,412
0	10	7,7	-0,348
4,54%	10	6,7	-0,409
9,09%	10	5,05	+0,055

T= testigo, pastoreando rastrojo de sorgo y heno en pie de Jaragua, grupos de 15 novillos con peso promedio de 333 kg, urea diluida en agua 1:2, adaptación de 4 días, periodo de evaluación de 40 días desde el 12-03-1979.

RESPUESTA ANIMAL

Comportamiento de bovinos menores de un año, con suplementación de caña de azúcar y urea en pastoreo durante la época seca de 1989.

Variable	Respuesta		Autor
	Inicio	Final	
Perímetro torácico (cm)	120,77	120,00	Pineda 1989
Peso estimado (kg)	145,22	142,08	
Consumo (kg/an/d)	4,5	7,5	

Grupo de 10 animales, oferta de **30 g urea/an/día**, periodo acostumbamiento 22 días y evaluación 105 días. Variedad no reportada.

RESPUESTA ANIMAL

Cuadro Ganancia diaria de peso vivo de animales en crecimiento-engorde.

INVESTIGADORES	RACIÓN	GDP *
Ortiz et al., 1978.	Caña integral + 1,3 kg de concentrado	945
García <i>et al.</i> , 1990.	Caña fresca 50% de la ración	540
	Caña fresca 30% de la ración	770
	Caña ensilada 50% de la ración	730
	Caña ensilada 30% de la ración	730
Rodríguez, 1998.	Caña entera + 250 g de urea	270
	Caña entera + 250 g de urea + 180 g de harina de soya	490
Roque <i>et al.</i> , 2002.	Caña integral (70%) + Harina de maíz (10,25%) + Harina de soya (9,33%) + miel con urea (10,3%), durante 95 días	937
	Caña integral 50% de la ración durante 120-210 días	435
	Caña integral 50% de la ración más de 365 días	861

*Ganancia diaria de peso, gramos.

Fuente: Juárez et al., 2019, adaptado de Urdaneta, 2005.

CONTENIDOS DE ENERGÍA EN MAÍZ Y CAÑA DE AZÚCAR

ENERGÍA (Mcal/kg MS)	MAÍZ		CAÑA AZÚCAR	
	GRANO	ENSILADO	FRESCA (madura)	ENSILADA
DIGESTIBLE	3,88	3,08	2,56	2,62
METABOLIZABLE	3,47	2,67	2,10	2,15

LA CAÑA ES COMO EL VINO:
ENTRE MÁS VIEJO MEJOR

Desde el punto de vista de concentración de sacarosa

Fuente: Shimada (1987), citado por Juárez *et al.*, 2009.

EVENTOS PROPICIARON OTRO ENFOQUE

Finca UCR en Río Frío (± 1990) fue invadida

199?: Realidad del espacio físico y
geográfico de la EZ y EEAVM

En 1996 se inicia el desarrollo de la
Unidad Intensiva de Ganado de Cría,
en Santa Cruz, FESC, UCR.

Tecnología Básica Aplicada: en condición de un productor.

Experiencias:

Caña, urea, ácido fosfórico, azufre, bloque nutricional.

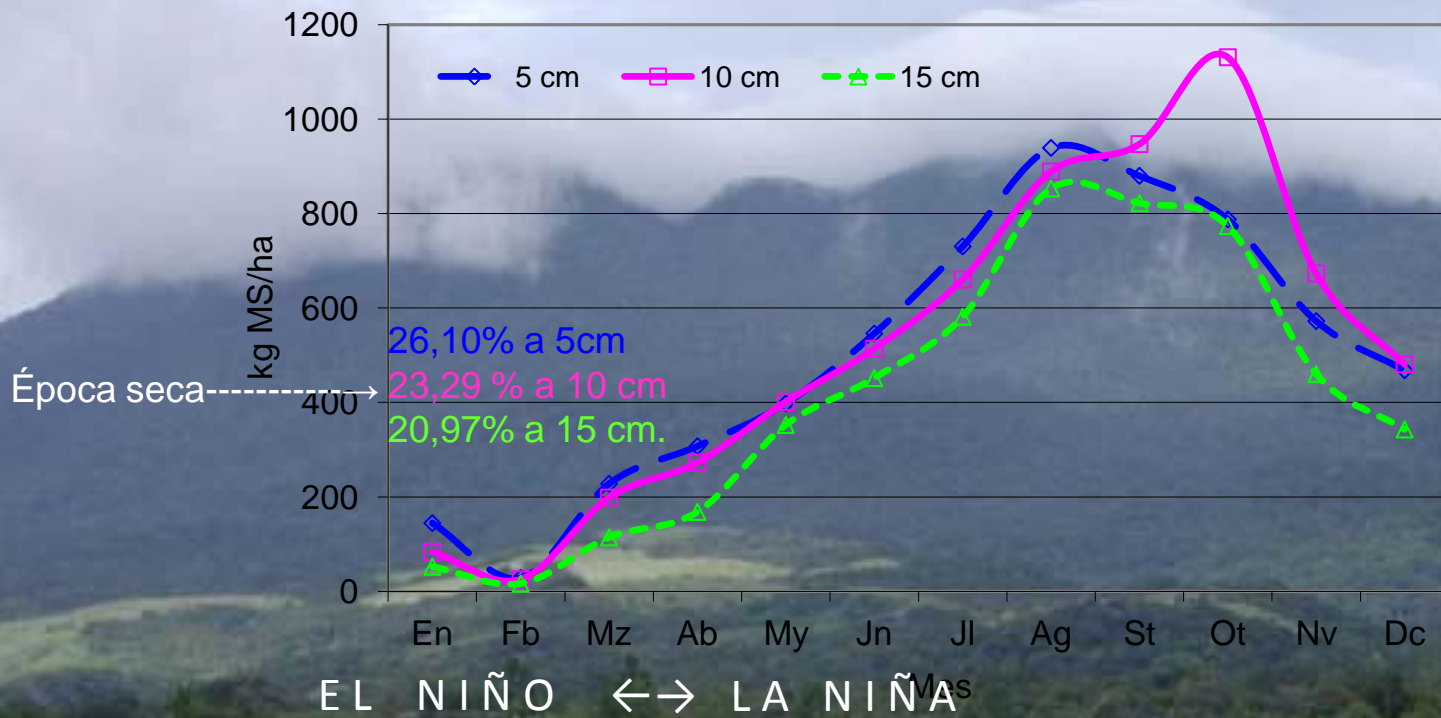
Hato sin ventas en época de faltante de forraje

Índices productivos (CA, g/an/d)

Aspectos reproductivos (parición,
sincronización, inseminación)

Adicionales: proyección a la comunidad local.

VI-737-A5-075 Producción de ganado de carne con base en forrajes mejorados en la Región Chorotega de Costa Rica.



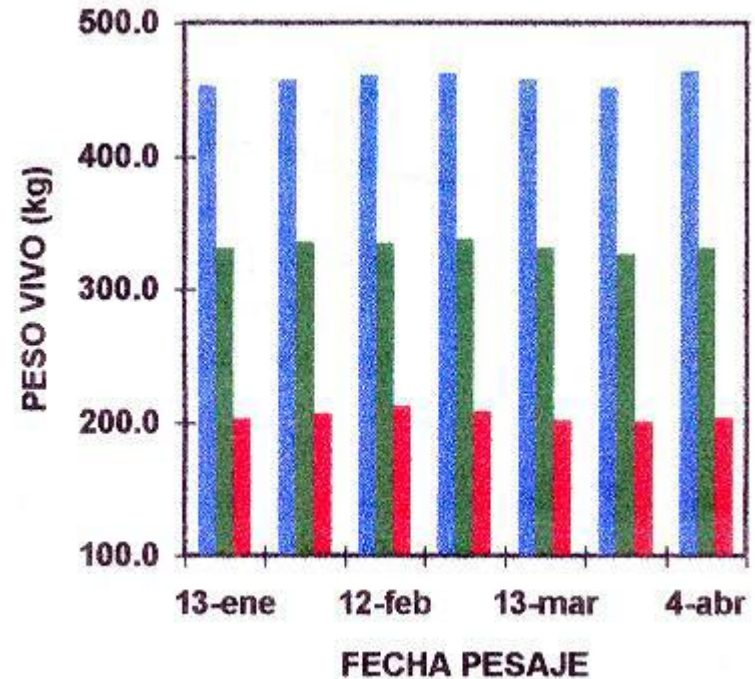
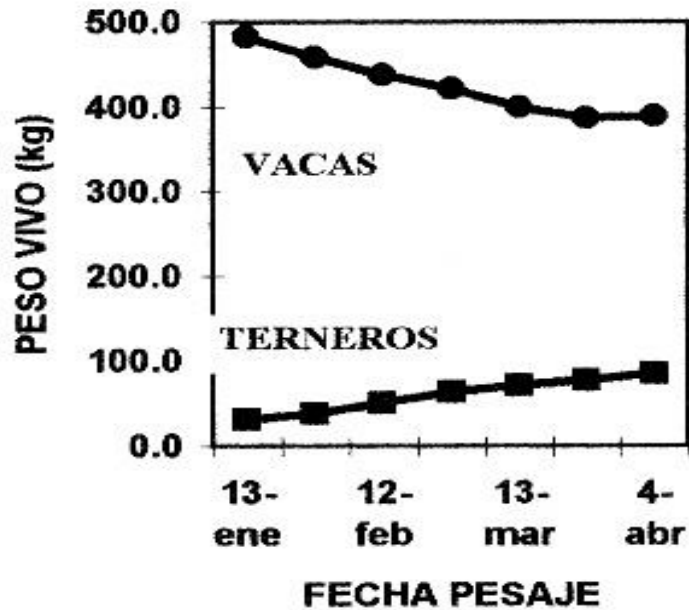
Fuente: Pineda, 2010.

Producción anualizada estimada de biomasa seca del pasto Mulato (CIAT 36061), cosechada cada 7 semanas de rebrote según la altura en el año 2007. Hacienda Tenorio, Guanacaste.

VI 737-98-361 Evaluación de un paquete tecnológico de suplementación con caña de azúcar al hato de cría en Santa Cruz, Guanacaste.

Figura Cambios de peso de las vacas preñadas (barras azules) y las novillas de reemplazo 2 años de edad (barras verdes) y 1 año de edad (barras rojas), época seca 1999.

Figura Cambios de peso de las 1as vacas paridas y sus terneros, época seca 1998.



MANEJO

737-A6-082 Efecto del corte de la caña de azúcar empleada como forraje en verano, sobre la calidad nutricional y rendimiento en Santa Cruz, Guanacaste.

Rendimientos (t MF/ha) del cultivo de la caña de azúcar, según sistema de cosecha.

Variable	Rendimiento		Autor
	Propuesto	Convenciona I	
Producción	Lluviosa 44,5	Seca 20,5	Seca 72,9
			Pineda 2007

Composición bromatológica (% de la materia en base seca) del cultivo de la caña de azúcar, según sistemas de cosecha.

Variedad CP, varios años de establecida. Fertilización de 50 kg P₂O₅ ha/año y 150 kg N ha/año. Cosechas a inicio de mayo y en setiembre.

Atributo	Sistemas			Autor
	Propuesto	Convencional	Seca	
	Lluviosa	Seca	Seca	
MS	20,23	39,77	38,00	
PC	4,94	1,97	1,76	
FDA	42,16	37,17	34,48	Pineda
FDN	68,30	52,46	49,52	2007
Lignina	5,27	5,74	5,14	
Cenizas	4,96	4,93	4,16	
Extracto etéreo	1,93	0,91	0,77	

VI-737-B0-236 “Establecimiento y evaluación de variedades de caña de azúcar con enfoque forrajero”

CP
722086

B
83689

NA
5642

PARTE ANALIZADA	PROPORCIÓN (%)	
	FRESCO	SECA
HOJA VERDE	7,80 3,70 – 13,20	12,05 6,94 – 19,04
HOJA SECA	3,26 2,28 – 4,96	7,93 5,55 – 11,56
TALLO	88,94 83,99 – 93,19	80,02 74,17 – 85,60
TOTAL	100,00	100,00

PARTE ANALIZADA	MATERIA SECA (%)
HOJA SECA	83,48 73,86 – 88,74
HOJA VERDE	54,05 39,63 – 66,58
TALLO	31,40 27,21 – 34,70

PARTE ANALIZADA	PROTEÍNA CRUDA (%)
HOJA SECA	1,69 1,36 – 1,91
HOJA VERDE	4,78 3,54 – 6,22
TALLO	2,03 1,16 – 3,18

Pineda 2013

B
82333

EJEMPLOS

PACÍFICO SECO

Mex

RB

BARBADOS MORADA

Sin (?)

Q 96

POJ

CP

SP 701133

POJ 2878

PINDAR

BARBADOS 50

TRABAJO LAICA-DIECA

PACÍFICO SECO

Suelos pesados: NA 56-42, NCo 310, NCo 376, Ja 60-5, SP 70-1284, CR 61-01, Co 421 y UCW 54-65.

Suelos francos: NCo 310, CP 72-2086, CP 72-1210, CP 72-1312, CP 70-1133, SP 70-1284, SP 71-5574, Q 96, Q 99, Q 102, B 74-132, BT 65-152.

!!!Código LAICA, pero con reservas!!!

Fuente: Chaves 2018.

TRABAJO LAICA-DIECA

PACÍFICO SECO

Las de mayor área: NA 56-42 (9119 ha, en el 2007); CP 72-2086 (8464 ha en el 2016); SP 70-1284 (8134 ha en el 1989), en zonas con <400 mm de precipitación.

Las 75 variedades más sembradas (1986-2016) son: B (13); H (11); SP (10); CP (9); LAICA (8); Q (6); RB (3); NCo (2); NA (2); Mex (2); POJ (1); PINDAR (1); SABORIANA (1); CR (1); Ja (1); RD (1); BT (1); Co (1); PR (1)

Las 10 variedades permanentes (1986-2016): SP 70-1284; Q 96; PINDAR; NCo 310; NCo 376; B 47-44; Ja 60-5; H 44-3098; Co 421 y H 68-1158.

Fuente: Chaves 2018 varios.

TRABAJO LAICA-DIECA

REGIÓN NORTE (San Carlos Los Chiles)

PINDAR única durante 30 años, ingresó 1953.

EMPLEADO 94 VARIEDADES

Mayor participación en área: PINDAR (22,1%) ;Q (21,4%); B (14,5%); SP (13,159; SABORIANA (10,4%).

Mayor aporte de variedades ha sido de 60 clones: LAICA (25,5%); B (16%); Q (11,7%) y SP (10,6%)

Fuente: Chaves 2018.

CONCLUSIONES

PERSONAL

PRODUCTOR

PROFESIONAL

GREMIAL

iiiiiiCC: es un gran reto forrajero !!!!!

MUCHAS GRACIAS