



Universidad Veracruzana



REDGATRO

Red de Investigación e Innovación Tecnológica
para la Ganadería Bovina Tropical



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Valor nutricional de pastos y forrajes tropicales

PhD. Francisco I. Juárez Lagunes
Investigador FMVZ - UV

CONTENIDO

FODA

Limitaciones y Potenciales nutricionales en:

Composición Química

Composición Nutricional

Tasas de Digestión

Consumo Voluntario

EM y PM

Producción de Metano

Problema a resolver: La ineficiente utilización de los forrajes tropicales por desconocimiento de su valor nutritivo para bovinos

TRÓPICO MEXICANO



Se desconoce en tiempo real los cambios en la composición química nutricional de los pastos tropicales

Se desconocen las tasas de consumo voluntario y las tasas de digestión de los pastos tropicales por bovinos

Se desconoce en los pastos tropicales los valores de energía metabolizable y proteína metabolizable para producción de carne y leche de bovino

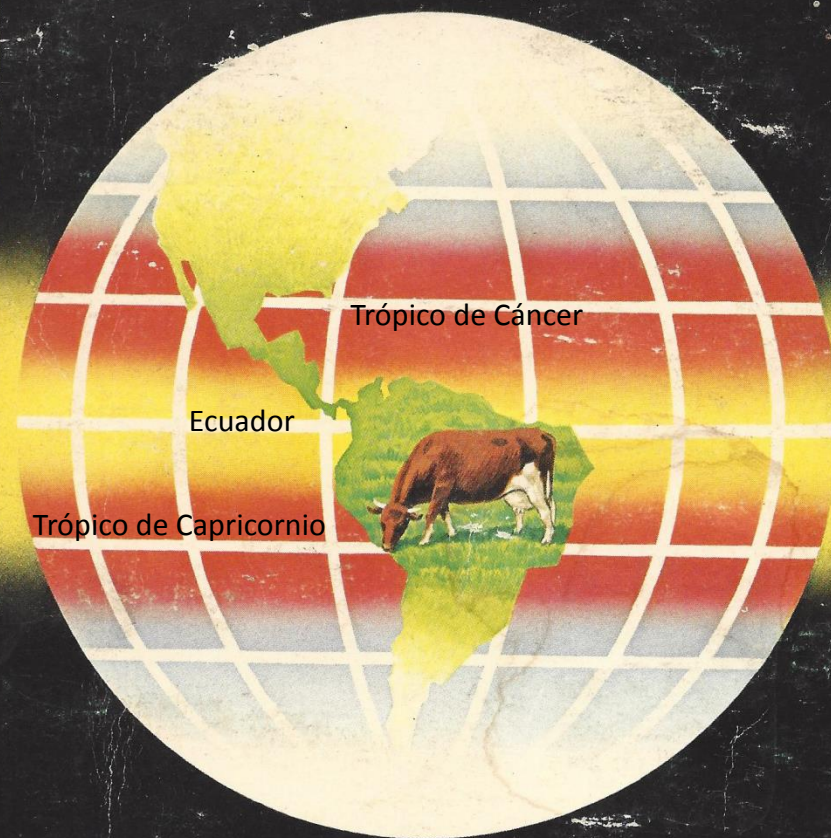
Se desconoce la cantidad de metano producido por bovinos consumiendo forrajes tropicales

Que estrategias de alimentación,
acompañadas de un auténtico progreso
social y moral, propondrían para cubrir
los incrementos en la demanda de carne
y leche que se pronostican para los
próximos 15 años?

AMENAZA



FORTALEZA



EL SOL ECUATORIAL EN EL FUTURO DE LA GANADERIA

CARLOS DURAN CASTRO

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ([FAO](#))

y la Organización de los Estados Americanos([OEA](#))

consideran que América Latina alimentará al mundo.

Nuestro desafío es responder a la pregunta de cómo haremos que esto suceda.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical ([CIAT](#)) hace un llamado para generar desde ahora alianzas, que considera “la mayor apuesta para alcanzar los objetivos de América Latina”.

LIMITACIONES Y POTENCIALES NUTRICIONALES PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DEL GANADO BOVINO EN EL TROPICO

PRODUCTIVIDAD		COMPETITIVIDAD		SUSTENTABILIDAD	
Limitacion	Potencial	Limitacion	Potencial	Limitacion	Potencial
Bajo valor nutritivo de los pastos tropicales	Elevados rendimientos de forraje	Baja eficiencia energética de los animales	Máxima utilización de pastos y mínima dependencia de granos	Alta producción de metano por producto	Tecnología para disminuir la producción de metano
Baja adopción de tecnología	Con mínima tecnología impacto alto	Medio ambiente agresivo	Formas de controlar el medio ambiente	Rápida degradación de nutrientes que contaminan	Tecnología para reciclaje de excretas (Composta, biogás)

Especies Forrajeras Multipropósito:

Opciones para Productores del Trópico Americano

Michael Peters, Luis Horacio Franco,
Axel Schmidt y Belisario Hincapié



Producción y manejo de forrajes tropicales

Javier Francisco Enriquez Quiroz, Francisco Meléndez Nava, Eduardo Daniel Bolaños Aguilar, Valentín Alberto Esqueda Esquivel

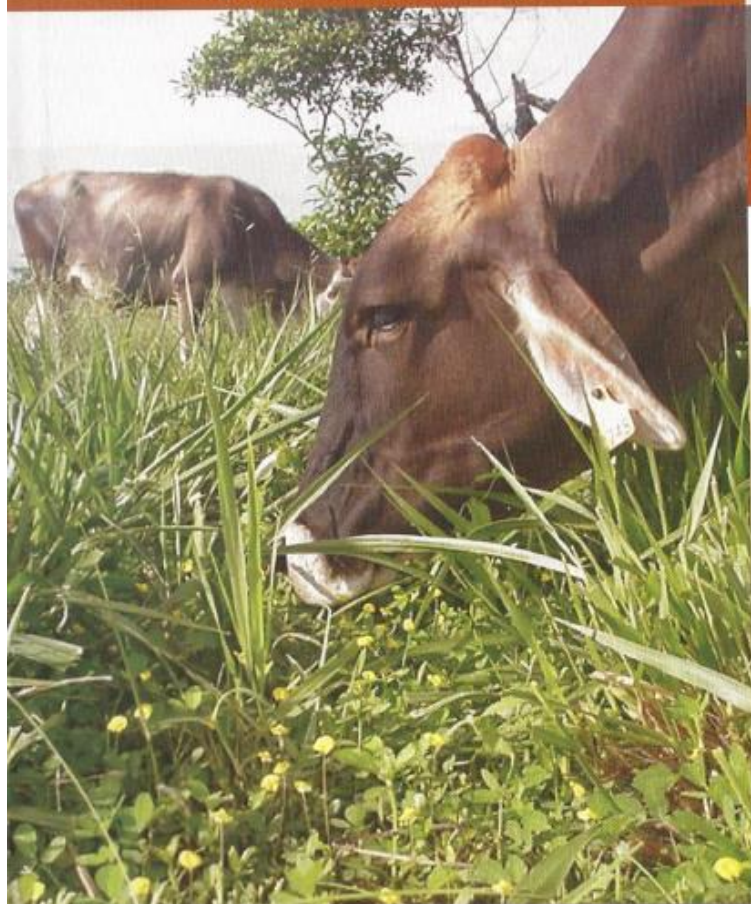


GOBIERNO
FEDERAL

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Centro de Investigación Regional Golfo Centro
Campo Experimental La Posta
Medellín de Bravo, Veracruz. Diciembre de 2011
Libro Técnico Núm. 28 ISBN: 978-607-425-734-2



Vivir Mejor

Principales Forrajes para el Tropico



Francisco Meléndez Nava

H. Cárdenas, Tabasco. 2012

digestibilidad de 50 a 60%, se utiliza como suplemento suministrada sola o mezclada con otros subproductos.

Producción de semilla: Su multiplicación se hace en forma vegetativa.

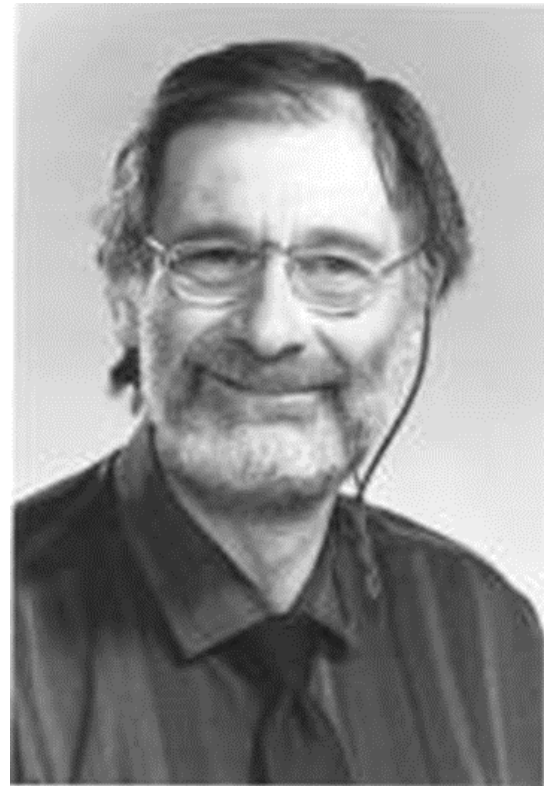
***Saccharum officinarum* L. – Caña forrajera**

Familia:	Gramínea
Ciclo vegetativo:	Perenne, persistente
Adaptación pH:	5.5 – 7.5
Fertilidad del suelo:	Media alta
Drenaje:	Buen drenaje
Altitud (m.s.n.m.):	0 – 2000 m
Precipitación:	800 – 2000 mm
Densidad de siembra:	Material vegetativo, 10 – 15 t/ha
Profundidad de siembra:	Tapada y compactada
Valor nutritivo:	Proteína 4 – 7%, digestibilidad 50 – 60%
Utilización:	Corte, acarreo, barreras vivas, control de erosión y ensilaje



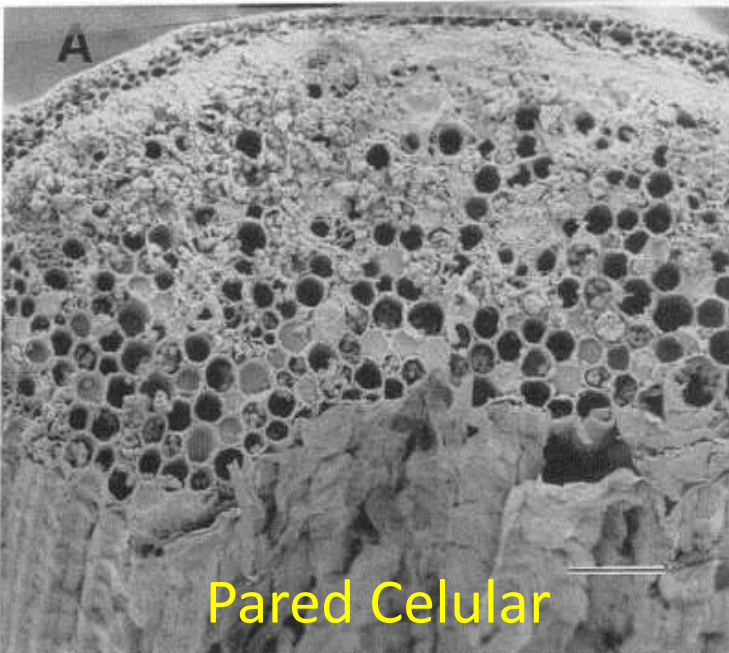


Analizador de fibra Ankom



“El error mas grande y fundamental del sistema de análisis proximal es la división de los carbohidratos en fibra cruda y ELN”.

Peter Van Soest, en Nutritional Ecology of the Ruminant (1994)



Pared Celular



Feeds Collection List

Sugarcane (*S. officinarum*) Bagasse, Brazil Fine Chop
 Corn (*Zea mays*) Grain, Brazil, Coarse grind
 Molasses Sugarcane, Mexico
 Tallow (618)
 Canola - Meal (503) Coarse
 Soybean - Meal - 44 (524) Coarse
 Urea (619)
 Wheat - Middlings (423) Coarse
 Salt TMin



Feed Components

Feed Name	Sugarcane (<i>S. officinarum</i>) Bagasse, Brazil Fine Chop
Category	Grass Forage
Int-Ref-Num	1-04-686
Cost (\$/Metric Ton)	310.00
Concentrate (%DM)	0.00
Forage (%DM)	100.00
Pasture Feed?	Falso
Home Grown?	Falso
Dry Matter (% As-Fed)	30.00
NDF (%DM)	75.60
Lignin (%NDF)	11.30
CP (%DM)	2.60
UIP-1X (%CP)	74.90
UIP-3X (%CP)	75.80
Starch (%NFC)	100.00
Fat (%DM)	1.80
Ash (%DM)	1.90

Save Feed to Personal Library

Remove Feed from Personal Library

Feeds

Ready

CAPS

NUM

05:06 p.m.

13/09/03

NUTRIENT REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE

Eighth Revised Edition

ANIMAL NUTRITION SERIES

The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

Cornell Net Carbohydrate & Protein System v.6.1



[View License Details](#)

Version 6.1.46.0

[Done](#)



Large Ruminant Nutrition System

Version 1.0.2

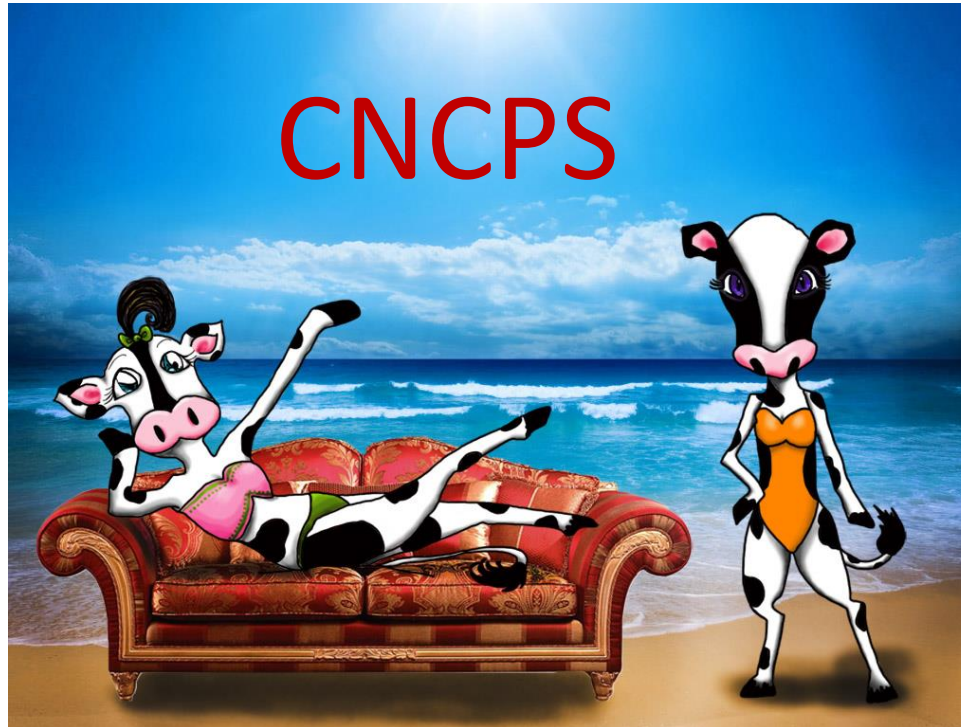
User name :
Company :
License# :
Register# :

Platform: Windows NT
OS: Windows Vista/Server Longhorn
Version: 6.0.6002

The Large Ruminant Nutrition System (LRNS) is a computer program for evaluating rations for beef and dairy cattle under specific conditions of animal type, environmental conditions and feeds available, using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) model as published by Fox et al. (AniFeed 112:29-78, 2004). Additional information on the LRNS is available on <http://nutritionmodels.tamu.edu>



Universidad Veracruzana

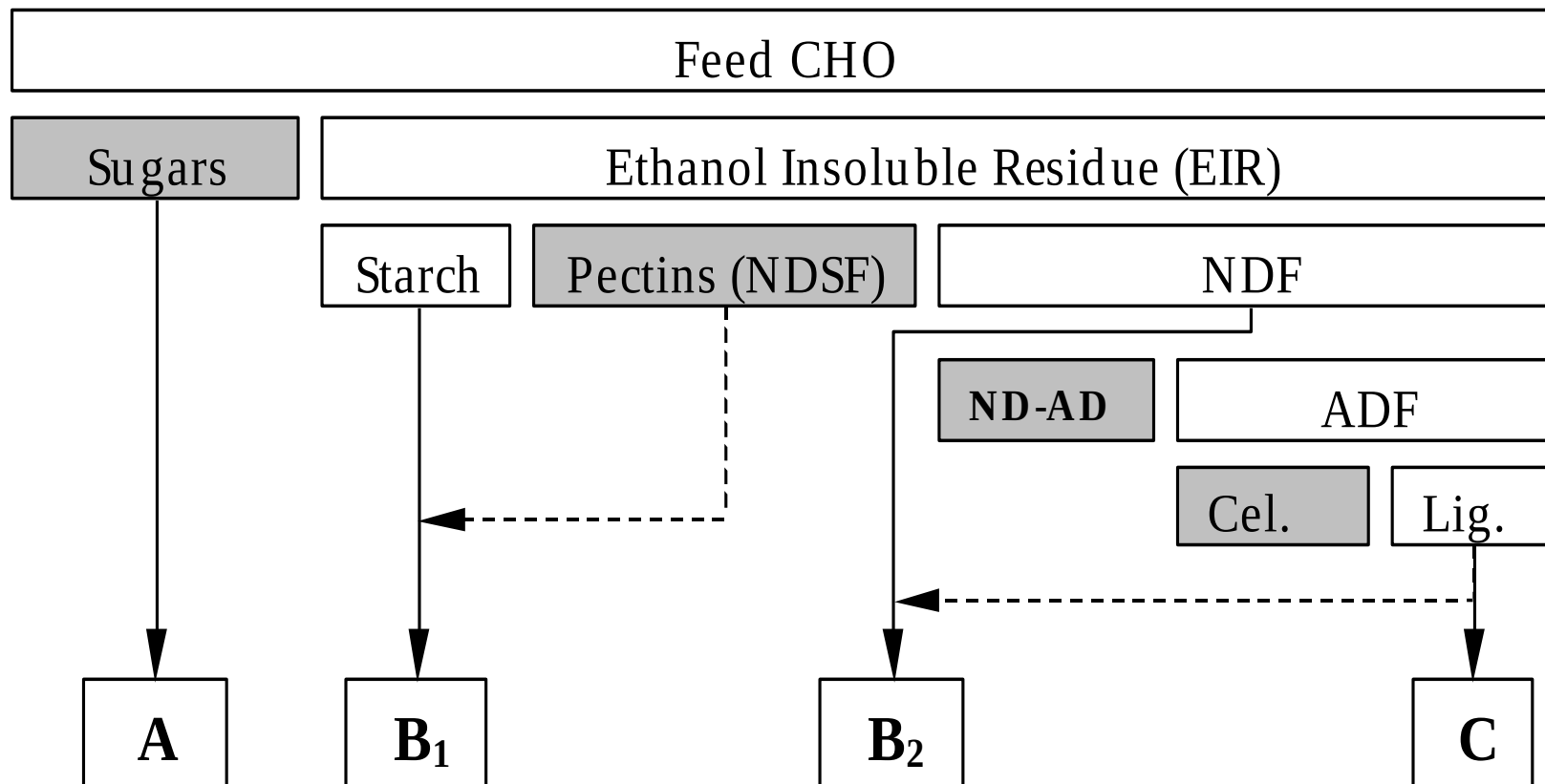


Estos modelos procesan la información de análisis químicos en fracciones biológicas que agrupan a los carbohidratos y a las proteínas de acuerdo a su solubilidad, uso, destino e interacciones acorde con el proceso digestivo de los rumiantes, para obtener una relación más mecanística que explique mejor el valor nutritivo de un alimento.

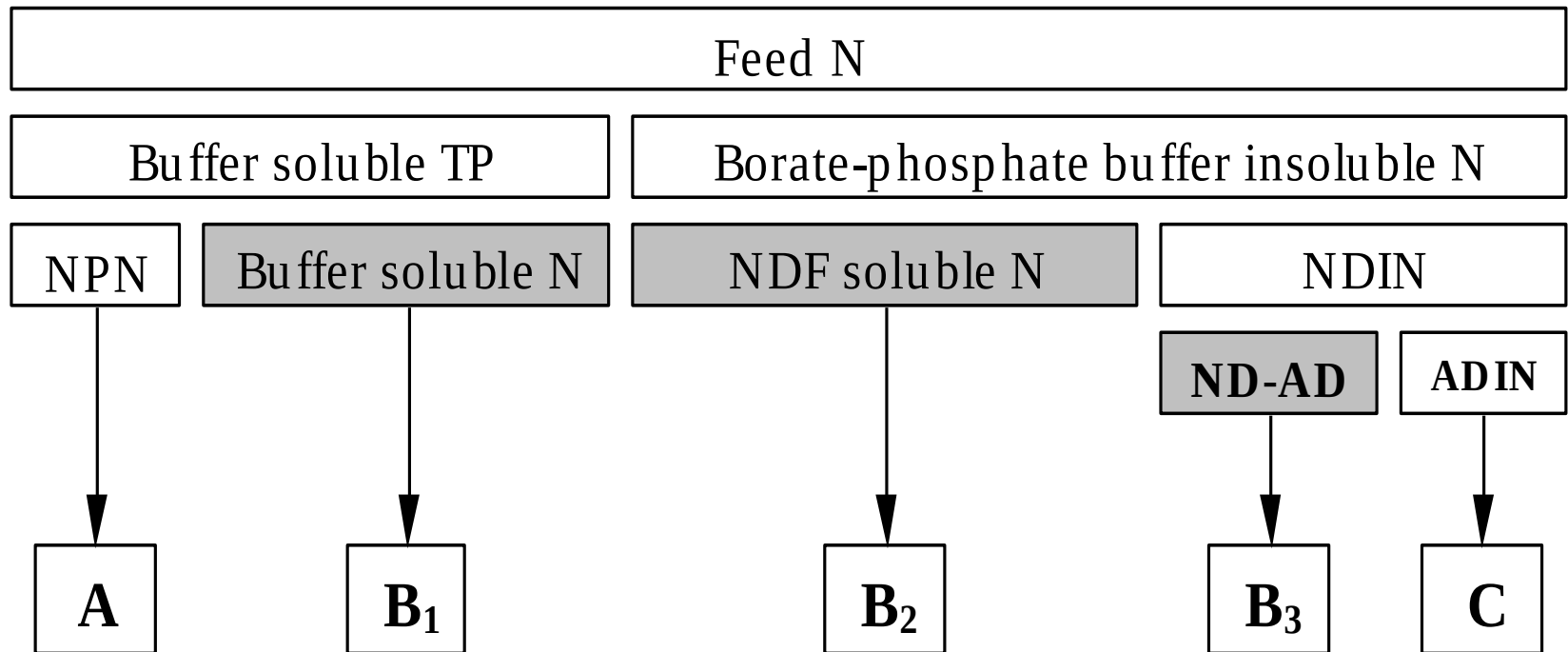
Análisis químico de alimentos para determinar fracciones de carbohidratos y proteína

- Materia seca
- Cenizas
- Extracto etéreo
- FDN
- Lignina
- Almidón o Azúcares
- Proteína cruda
- Proteína soluble
- N no-proteico
- Proteína FDN
- Proteína FDA

Estructura de CHO en el CNCPS



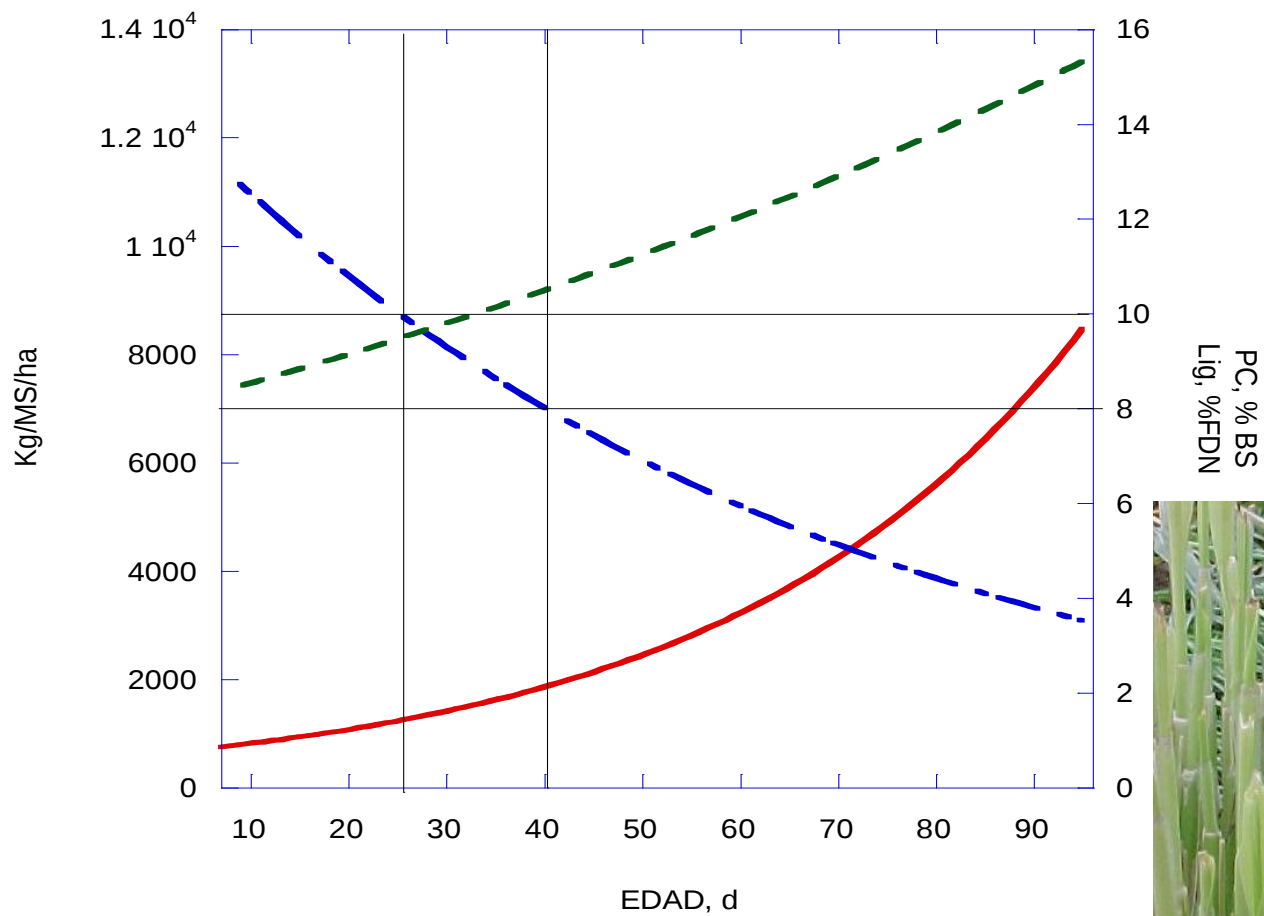
Estructura de proteína en el CNCPS



Kg/MS/ha

PC, % BS
Lig, %FDN

Estrella de Africa

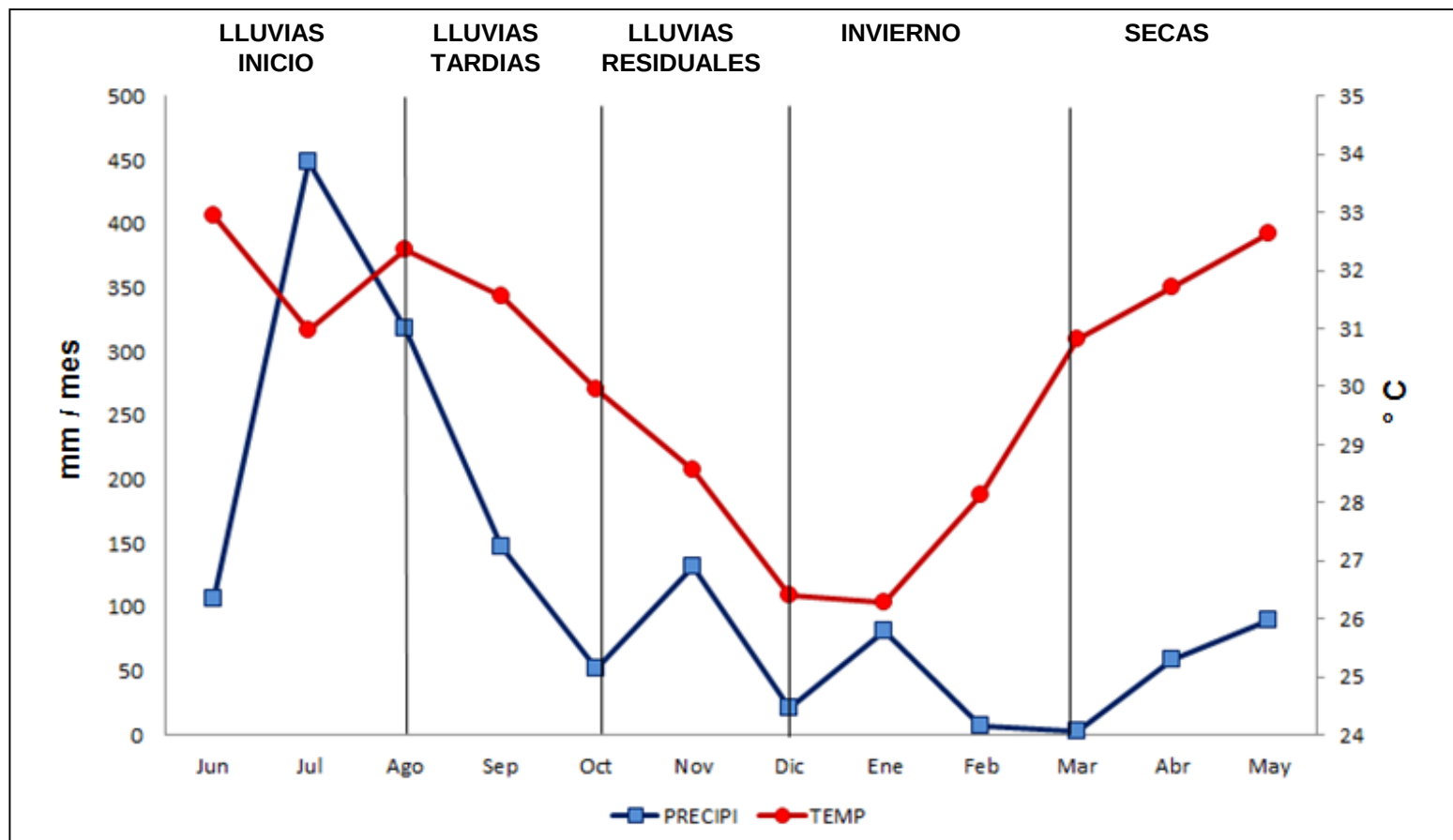




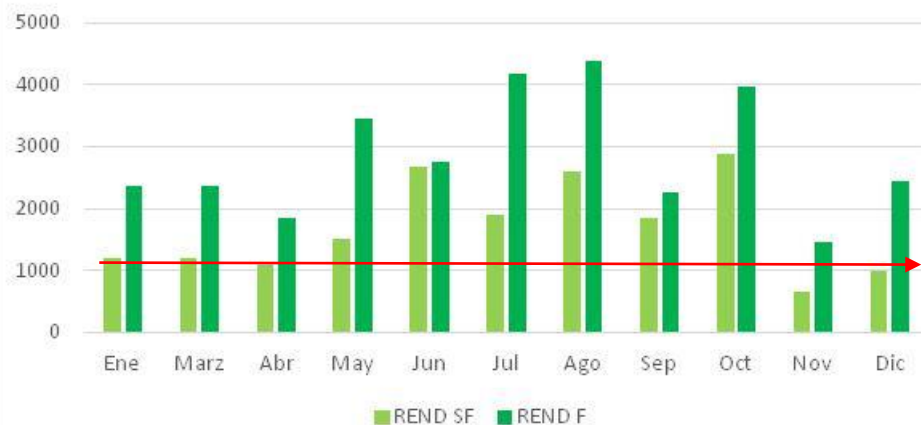
Universidad Veracruzana



CONDICIONES CLIMÁTICAS

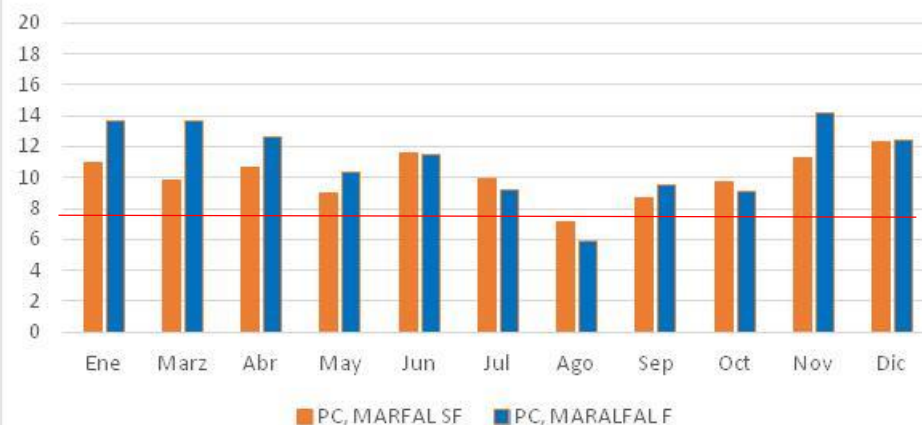


MARALFALFA
Rendimiento de MS KG/ha



Maralfalfa rendimiento 1.70 veces mas

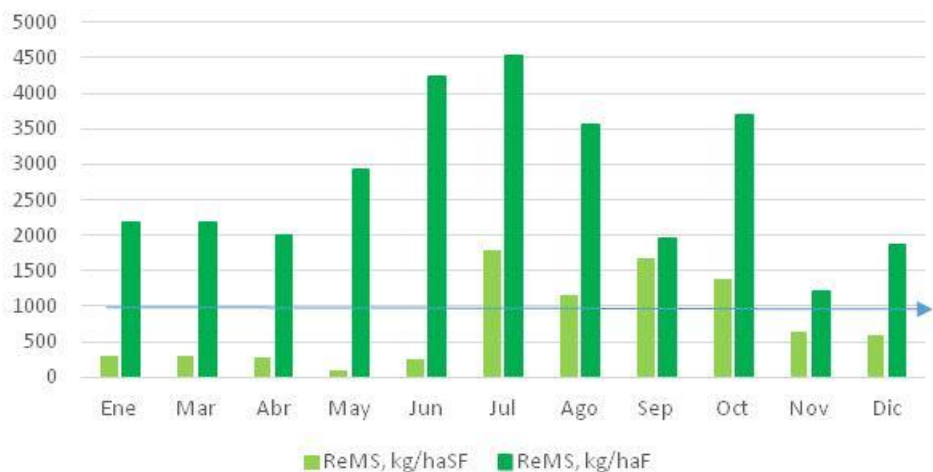
MARALFALFA
PC, %MS



Maralfalfa PC 1.14 veces mas

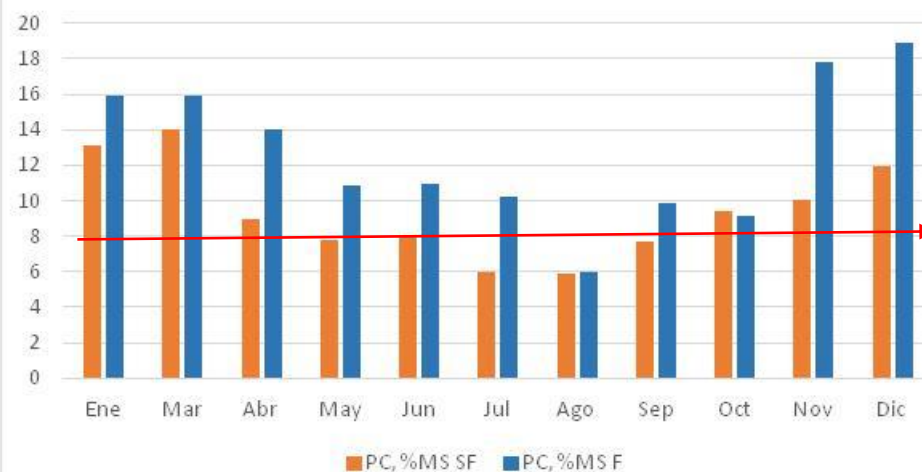
Mulato rendimiento 3.60 veces mas

Rendimiento mulato



Mulato PC 1.40 veces mas

PC MULATO



Composición química de pastos tropicales fertilizados

VARIABLE	DICTYONEURA	INSURGENTE	MARALFALFA	MOMBAZA	MULAT
(%MS)					
MS kg ha ⁻¹	2,817	2,214	2,889	2,711	2,801
MS	19.9	22.2	18.9	23.9	21.7
CEN	8.7	8.5	12.4	11.3	9.2
EE	3.3	3.4	2.8	2.6	3.3
FDN	69.9	63.0	66.7	68.1	61.3
FDA	39.6	35.5	41.7	42.8	34.8
LIG	5.9	6.1	7.8	7.5	6.4
PC	11.4	12.7	11.4	10.4	12.5
NNP	2.7	3.6	3.2	2.7	3.6
DNIP	4.4	3.7	4.3	4.9	3.0
DAIP	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1

MS = Materia Seca; CEN = Cenizas; PC = Proteína Cruda; EE = Extracto Etéreo; FDN = Fibra Neutro Detergente; FDA = Fibra Ácido Detergente; LIG = Lignina; NNP = Nitrógeno No Proteico; DNIP = Proteína Indigestible en Detergente Neutro; DAIP = Proteína Indigestible en Detergente Ácido.

FORMULAS PARA ESTIMAR LAS FRACCIONES DE CARBOHIDRATOS

$$CTj \text{ (MS,\%)} = 100 - PCj - EEj - CENj$$

$$CCj \text{ (MS,\%)} = (FDNj \times Ligninaj \times 2.4)/100$$

$$CB2j \text{ (MS,\%)} = ((FDNj - (PCIDNj \times PCj))/100) - CCj$$

$$CNFj \text{ (MS,\%)} = CTj - CB2j - CCj$$

$$CB1j \text{ (MS,\%)} = CB1CNFj \times CNFj \times 100$$

$$CAj \text{ (MS,\%)} = CNFj - CB1j$$

Composición nutricional de pastos tropicales fertilizados

Variable	Dictyoneura	Insurgente	Maralfalfa	Mombaza	Mulato
MS kg ha ⁻¹	2817 ^a	2214 ^a	2889 ^a	2711 ^a	2801 ^a
CT	76.6 ^a	75.4 ^a	73.3 ^b	75.7 ^a	75.0 ^{ab}
CNF	11.1 ^b	16.4^a	10.9 ^b	12.5 ^b	16.7^a
CA	3.6 ^b	5.2 ^a	3.5 ^b	4.0 ^b	5.3 ^a
CB1	7.6 ^b	11 ^a	7.4 ^b	8.5 ^b	11.3 ^a
CB2	51.2 ^a	44.6 ^b	43.6 ^b	45.1 ^b	42.9 ^b
CC	14.3 ^b	14.6 ^b	18.8^a	18.1^a	15.4 ^b
PC	11.4 ^{ab}	12.7 ^a	11.4 ^{ab}	10.4 ^b	12.6 ^a
PV	8.7 ^{ab}	9.1 ^a	8.2 ^{ab}	7.6 ^b	8.9 ^a
NA	2.8 ^a	3.6 ^a	3.2 ^a	2.8 ^a	3.6 ^a
NB1 + B2	4.3 ^b	5.3^{ab}	4 ^{bc}	2.7 ^c	5.9^a
NB3	3.1 ^{ab}	2.5 ^{bc}	3.1 ^{ab}	3.7 ^a	1.8^c
NC	1.3 ^a	1.3 ^a	1.2 ^a	1.2 ^a	1.2 ^a

Diferente literal por renglón indica diferencia ($P \leq 0.05$)



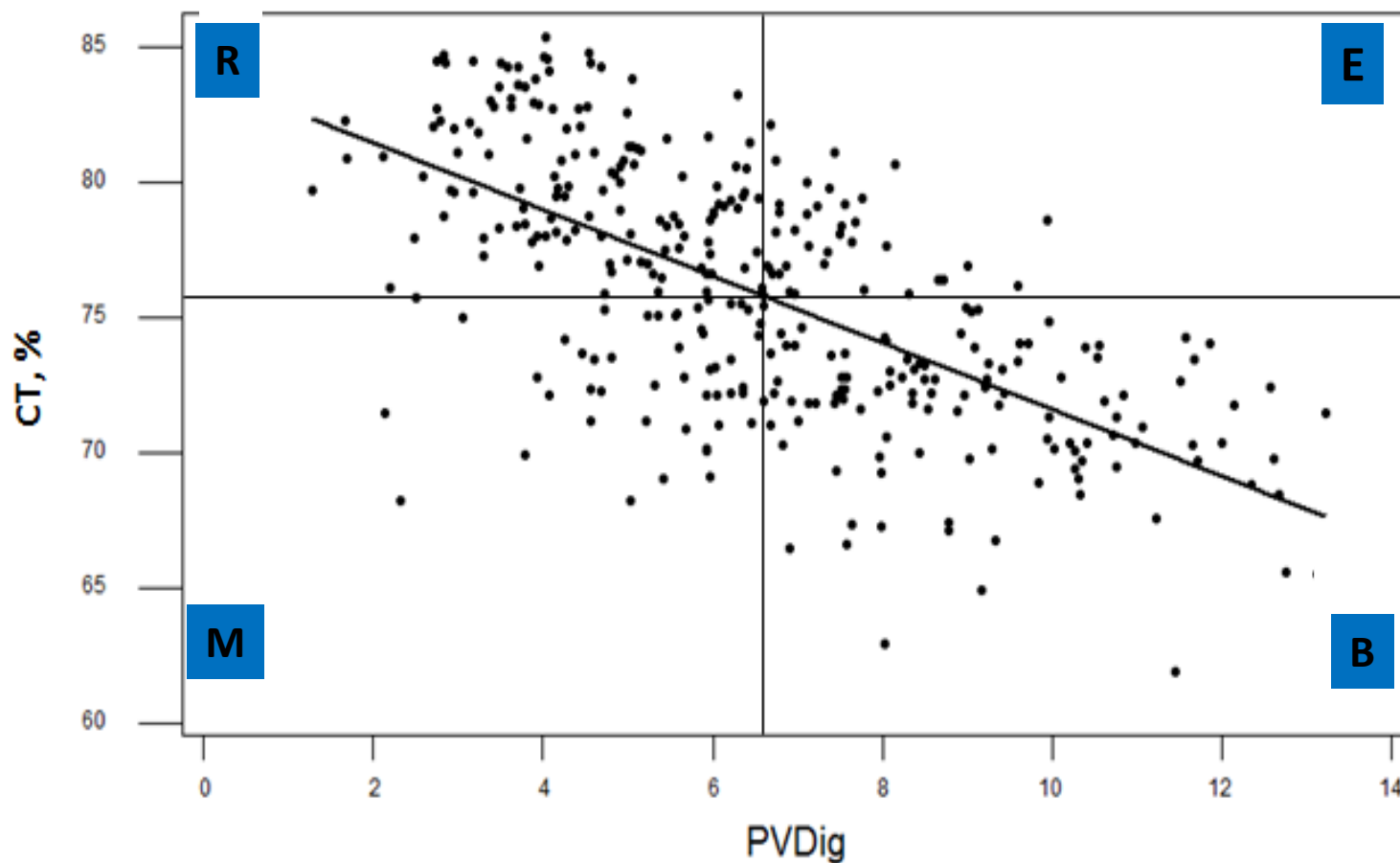
Universidad Veracruzana



Regression Plot

$$Y = 83.8777 - 1.22631X$$

R-Sq = 42.7 %





Universidad Veracruzana

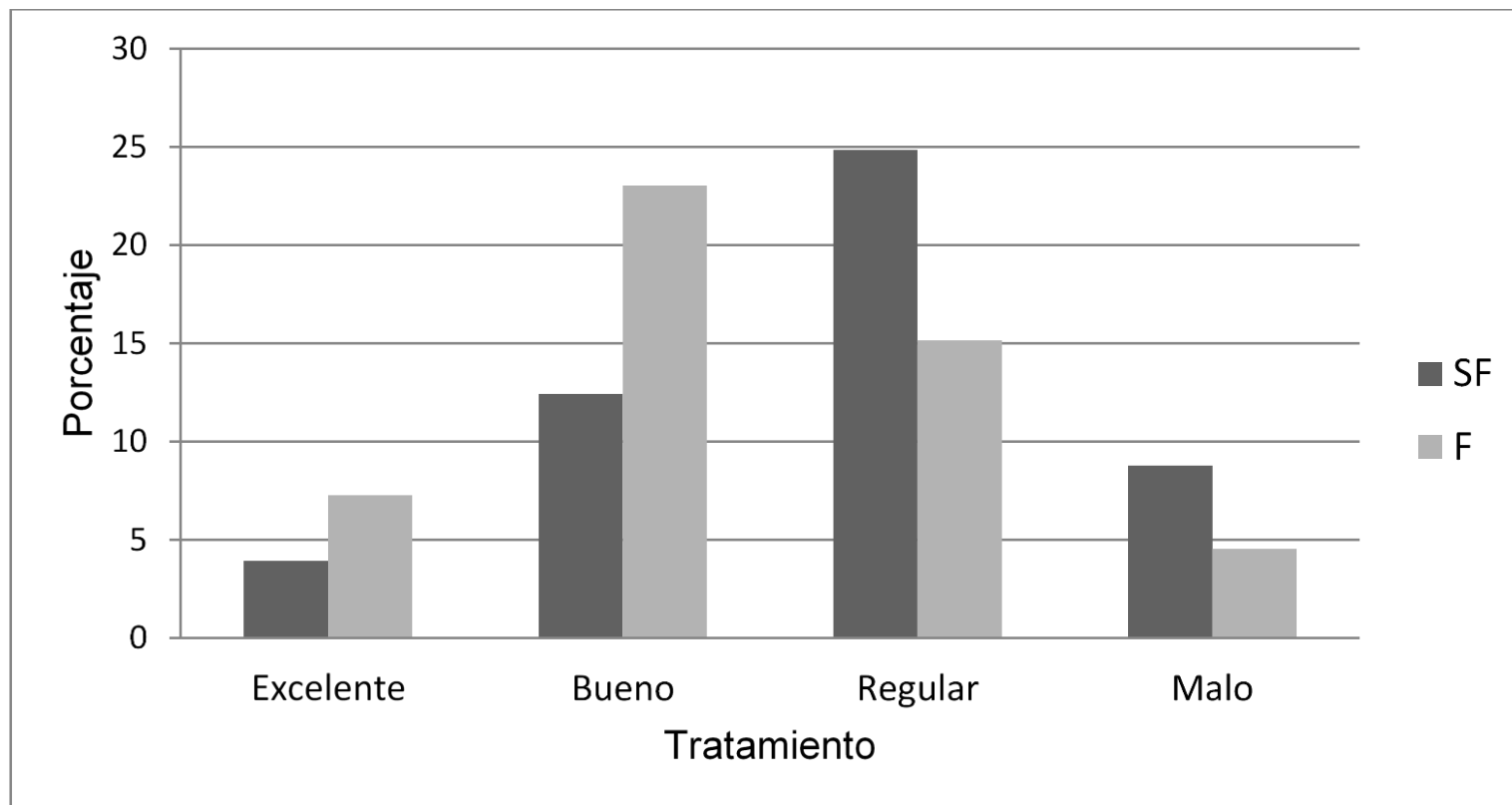


Figura 1. Porcentaje de valor nutritivo con relación al tratamiento de forrajes tropicales fertilizados y sin fertilizar.



Universidad Veracruzana

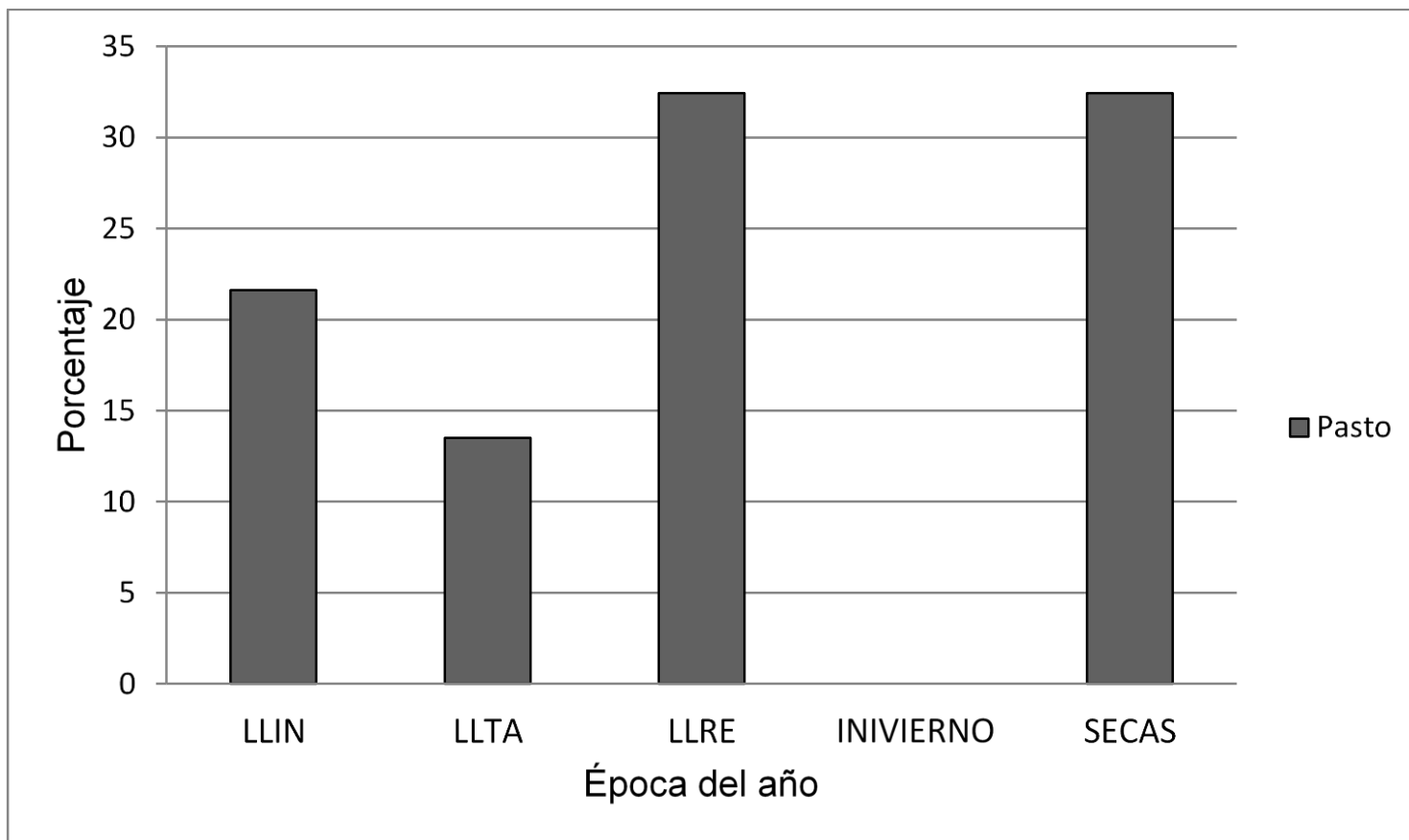


Figura 1. Porcentaje de pastos excelentes en diferentes épocas del año.



Universidad Veracruzana

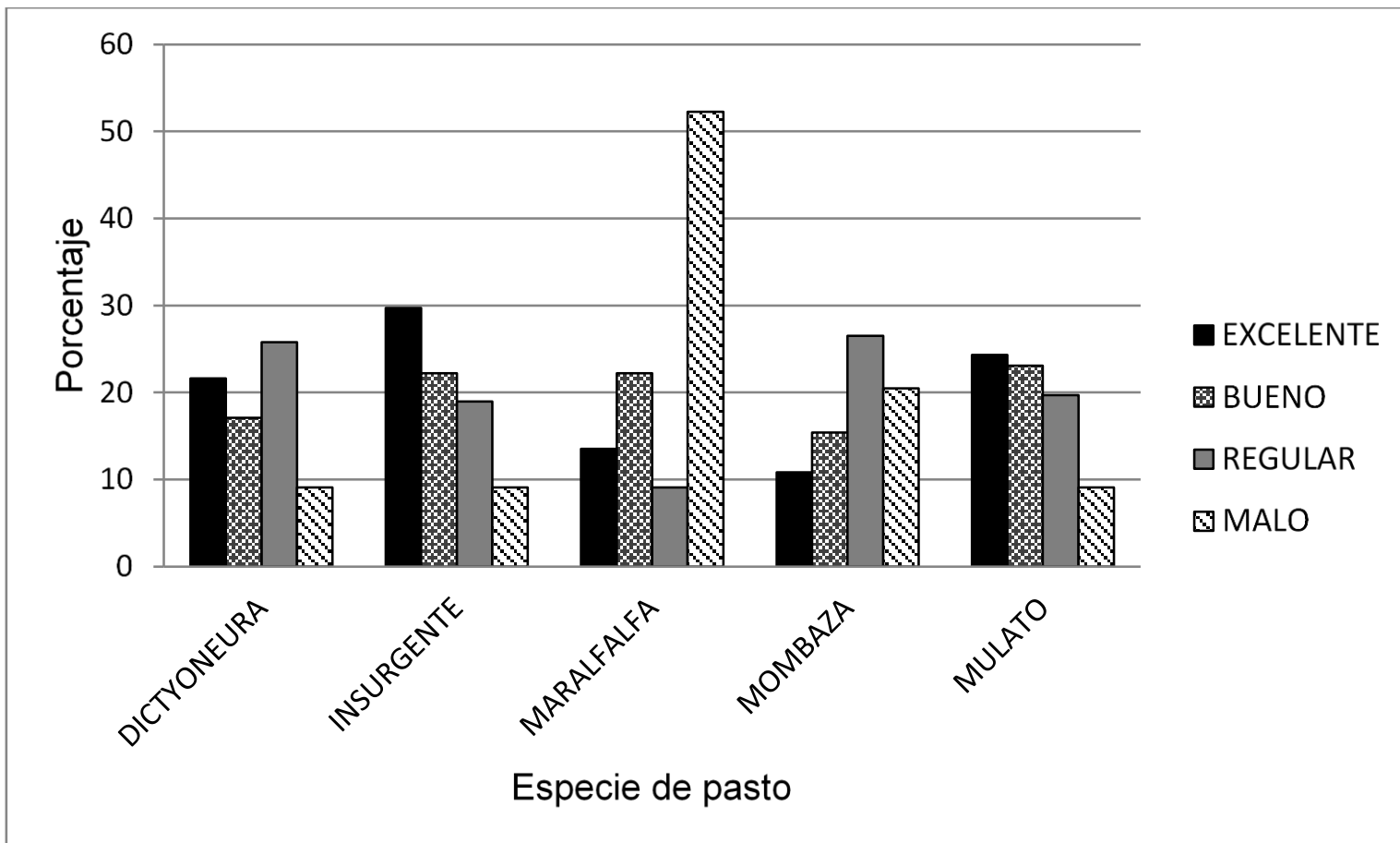
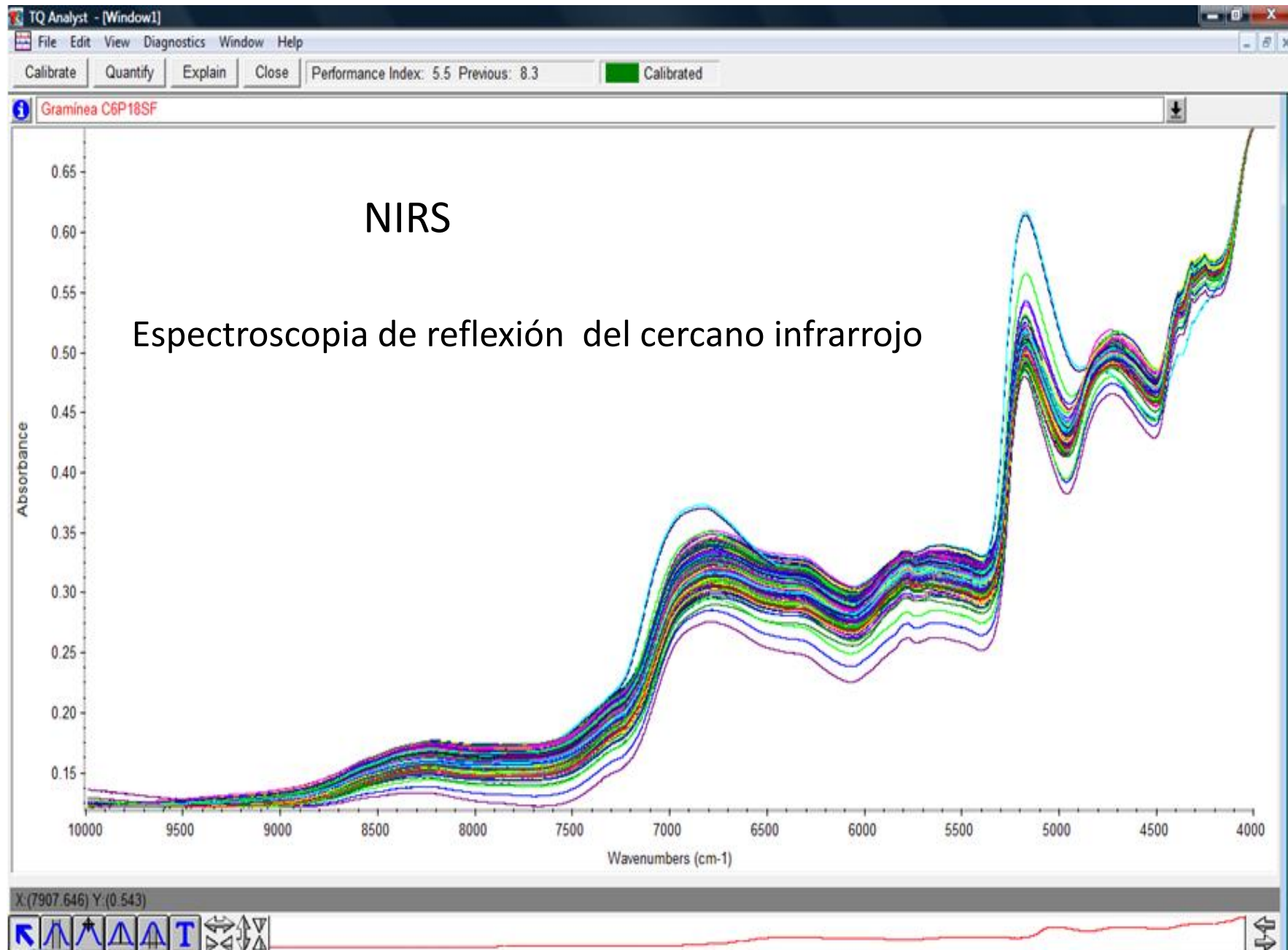


Figura 1. Porcentaje de valor nutritivo con relación a la especie de pasto tropical.

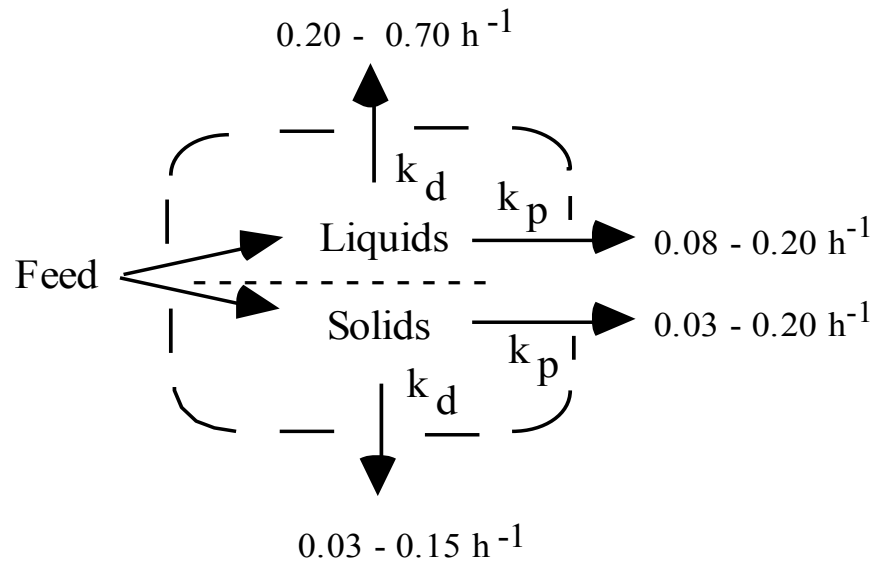


Caracterización de las ecuaciones NIRS para la composición química de forrajes tropicales

Variable	Media análisis químico	Valor mín	Valor máx	Media estimada NIRS %	N	N Calib	N Valid	R ²	EEC	EEP	# fact	DE
Agua	6.8	3.6	29.1	6.8	189	162	27	0.87	0.62	1.30	5	2.67
CEN	10.6	6	18.4	10.5	189	159	30	0.95	0.68	2.28	7	2.51
PC	10.6	4.7	18.9	10.8	189	156	33	0.96	0.79	2.88	4	3.53
EE	3.0	1.1	5.3	2.9	189	167	22	0.88	1.08	2.06	10	0.91
FDN	66.5	48.5	77.4	66.6	189	171	18	0.97	1.16	3.27	7	4.87
FDNIP	3.7	0.2	8.6	3.8	189	165	24	0.77	0.84	1.36	3	1.62
FDA	39.0	28.4	51.8	38.7	189	179	10	0.94	1.40	5.08	5	4.33
FDAIP	1.0	0.0	4.9	0.9	189	162	27	0.44	0.52	1.48	10	0.79
LIG,	6.5	0.4	11.2	6.7	189	148	41	0.76	1.08	2.60	3	1.64
NNP	2.7	0.0	8.1	2.7	189	155	34	0.89	0.75	2.20	4	1.75
PV	7.9	3.5	13.4	3.6	189	170	19	0.97	0.53	1.53	7	2.59
PVS	4.2	0.4	9.4	4.1	189	163	26	0.85	1.04	2.13	4	2.02
DIVMS	73.2	60.1	88.8	73.3	189	159	30	0.88	2.70	2.66	4	5.85

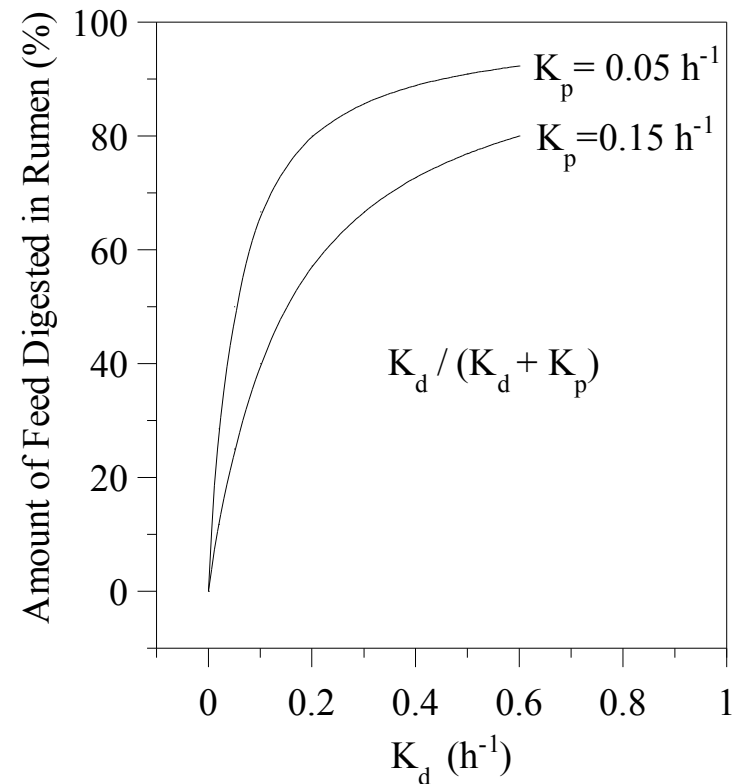
R²_{Cal}: Coeficiente de determinación de calibración; EEC: Error estándar de la Calibración; EEP: Error estándar de predicción; # fact: Número de factores; DE: Desviación estándar.

Dinámica de alimentos en el rumen



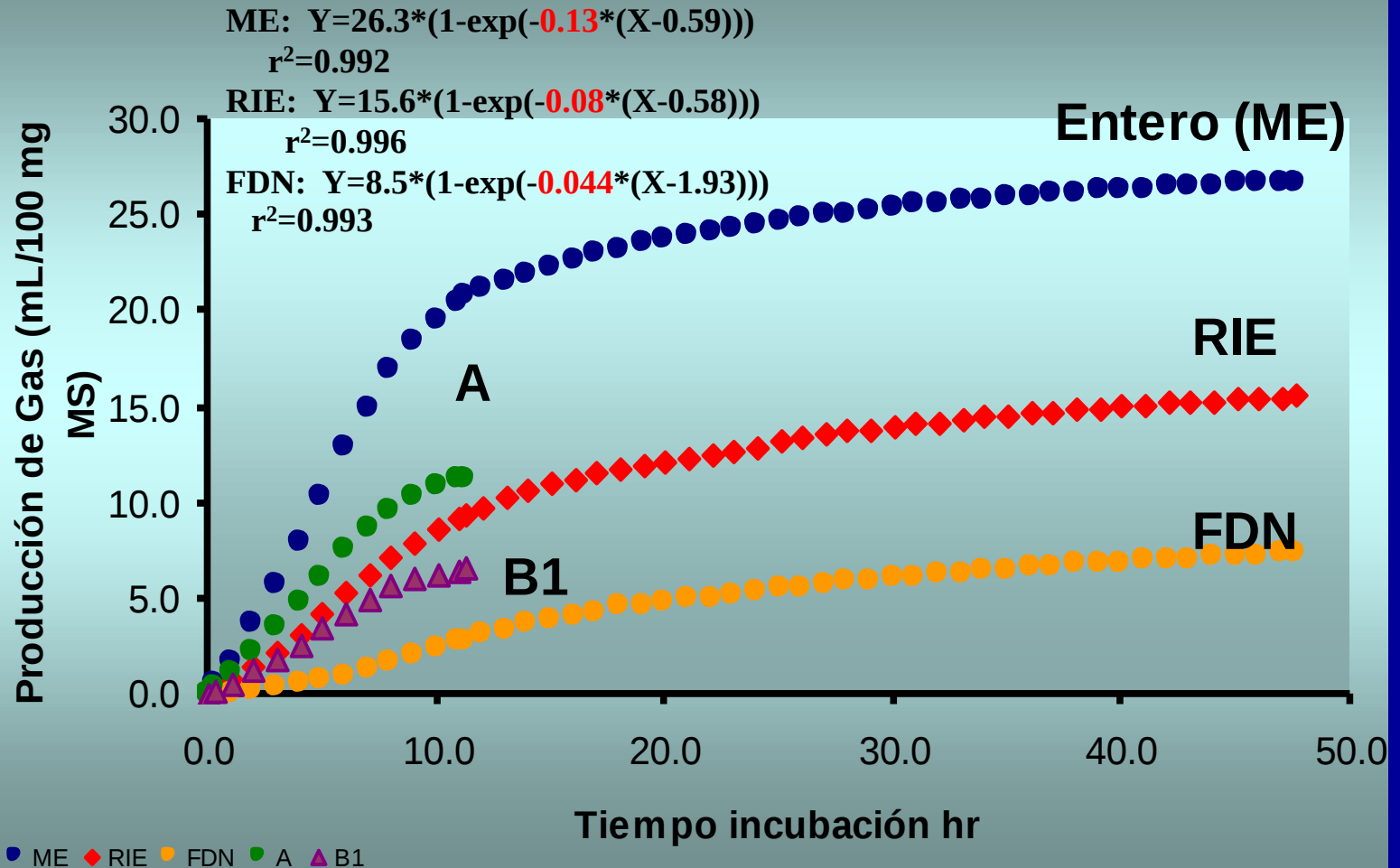
$K_p = 5\%/h$ y $K_d = 5\%/h$

Digestibilidad ruminal = $5/(5 + 5) = 5/10 = 50\%$



Interpretación de resultados Gas *In Vitro*

Alfalfa Sabana de Bogotá, Floración



Tasas de digestión de carbohidratos obtenidas por producción de gas

Variable	<i>Andropogon</i>	<i>Brachiaria</i>	<i>Cynodon</i>	<i>Panicum</i>	SEM
Pasto completo					
Vol, mL	23.7^x	23.0^x	21.6^y	23.6^x	.11
Tasa, %/h	5.1^{xy}	5.2^{xy}	4.8^y	6.0^x	.10
Lag, h	2.2^y	2.4^y	1.0^z	3.0^x	.06
Fracción FDN					
Vol, mL	19.4^x	18.6^{xy}	17.5^x	18.4^{xy}	.14
Tasa, %/h	7.3^{xy}	8.4^x	3.8^z	6.8^y	.16
Lag, h	4.5^y	5.2^y	4.6^y	6.7^x	.14
Fracción DNS					
Vol, mL	4.3^y	4.4^y	4.1^y	5.2^x	.08
Tasa, %/h	13.8^y	27.4^x	13.2^y	8.6^y	.77
Lag, h	1.2^x	.5^x	.1^y	.6^x	.11

Diferente literal en cada fila difiere ($P \leq .05$)

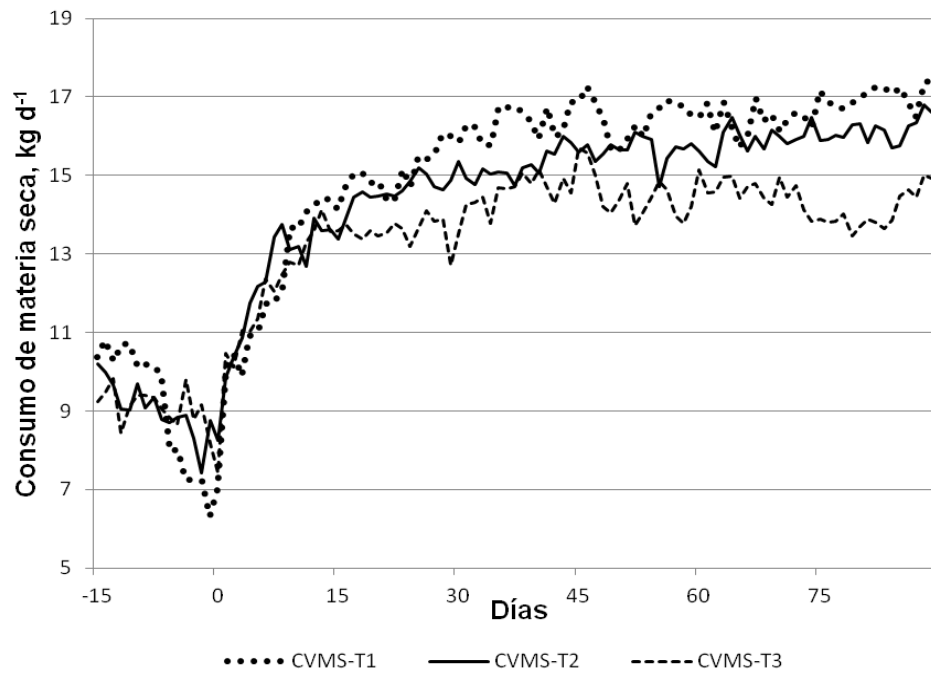
Tasas de digestión de la NDIP

Pasto	NDIP/PC	Extension, %	Tasa, %
<i>Andropogon</i>	50.8 ^x	81.7 ^x	8.4 ^x
<i>Brachiaria</i>	15.0 ^z	52.2 ^z	5.2 ^y
<i>Cynodon</i>	38.9 ^y	74.1 ^y	5.2 ^y
<i>Panicum</i>	40.6 ^y	74.5 ^y	9.7 ^x
EEM	1.12	.69	.28

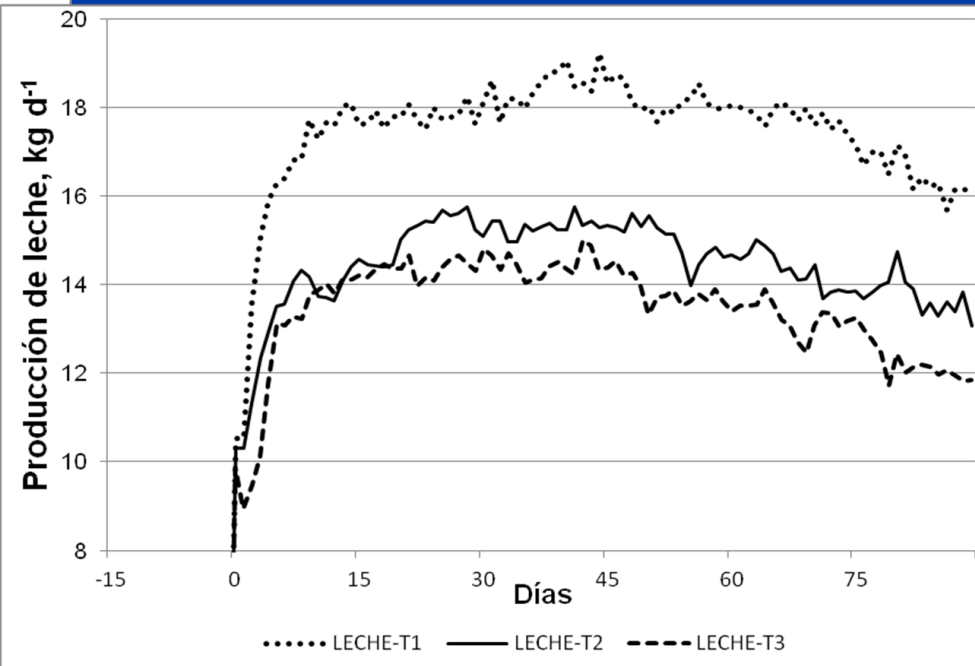
$P \leq .05$

CONSUMO VOLUNTARIO DE FIBRA POR VACAS LACTANDO





Tendencias de consumo de materia seca (CVMS)



Tendencias de producción de leche (PL)

Nivel de FDNpe en la dieta sobre comportamiento productivo y consumo voluntario en vacas lecheras en el trópico

Variables	23%	27%	33%	D. E.
PV, kg	517 ^c	572 ^a	542 ^b	1.64
PL, kg d⁻¹	14.9 ^a	12.4 ^b	11.5 ^c	0.11
CVMS, kg	14.6 ^a	14.1 ^b	13.2 ^c	0.09
CVMS, %PV	2.8 ^a	2.5 ^b	2.4 ^c	0.05
CVMS, g kg^{0.75}	136 ^a	122 ^b	118 ^c	0.73
CVFDN, kg	5.53 ^c	5.97 ^b	6.54 ^a	0.57
CVFDN, %PV	1.07 ^a	1.04 ^a	1.20 ^b	0.02
CVFDN, g kg^{0.75}	51 ^b	51 ^b	59 ^a	0.49

PV = peso vivo; PL = producción de leche; CVMS = consumo voluntario de materia seca; CVFDN= consumo voluntario de fibra. Literal diferente en el mismo renglón indica Tukey diferencia ($P \leq 0.05$).

Requerimientos de EM y PM en vacas Holstein x Cebú al inicio de la lactación en trópico

Período Días	23% FDNpe			27% FDNpe			33% FDNpe		
	Leche Kg/d	EM Mcal/d	PM g/d	Leche Kg/d	EM Mcal/d	PM g/d	Leche kg/d	EM Mcal/d	PM g/d
1 - 15	14.7 ^a	25.6 ^a	1114 ^a	12.1 ^b	25.0 ^{ab}	1070 ^a	10.5 ^b	22.0 ^b	964 ^a
16 - 30	17.2 ^a	35.5 ^a	1608 ^a	14.3 ^b	27.1 ^b	1204 ^b	13.1 ^b	22.6 ^c	1013 ^c
31 - 45	17.1 ^a	36.5 ^a	1667 ^a	14.3 ^b	29.8 ^b	1349 ^b	12.7 ^c	25.3 ^c	1157 ^c
46 - 60	17.2 ^a	37.3 ^a	1699 ^a	15.0 ^b	31.6 ^b	1433 ^b	12.7 ^c	26.2 ^c	1199 ^c
61 - 75	17.4 ^a	37.7 ^a	1698 ^a	14.7 ^b	31.2 ^b	1409 ^b	12.2 ^c	24.7 ^c	1123 ^c
76 - 90	20.0 ^a	38.2 ^a	1743 ^a	13.4 ^b	31.2 ^b	1417 ^b	11.1 ^b	23.3 ^c	1055 ^c

Diferente literal dentro de renglón por variable indica diferencia Tukey ($P \leq 0.05$).

RACIONES

ALIMENTO	INGREDIENTE, kg MS	PRODUCCIÓN DE LECHE				
		6 kg	9 kg	12 kg	20 kg	25 kg
Pasto	Maralfalfa	8	9	9	9	9.5
Leguminosa	Leucaena		3	3	3	3
Pectinas	Cervecería			2	2.5	3
Almidón	Maíz				1.5	2
Proteína vegetal	Soya				1.2	1
Melaza	Melaza				1	1
Urea	Urea				0.05	0.05
Proteína animal	Pescado					0.5
TOTAL		8	12	14	18.25	20.05

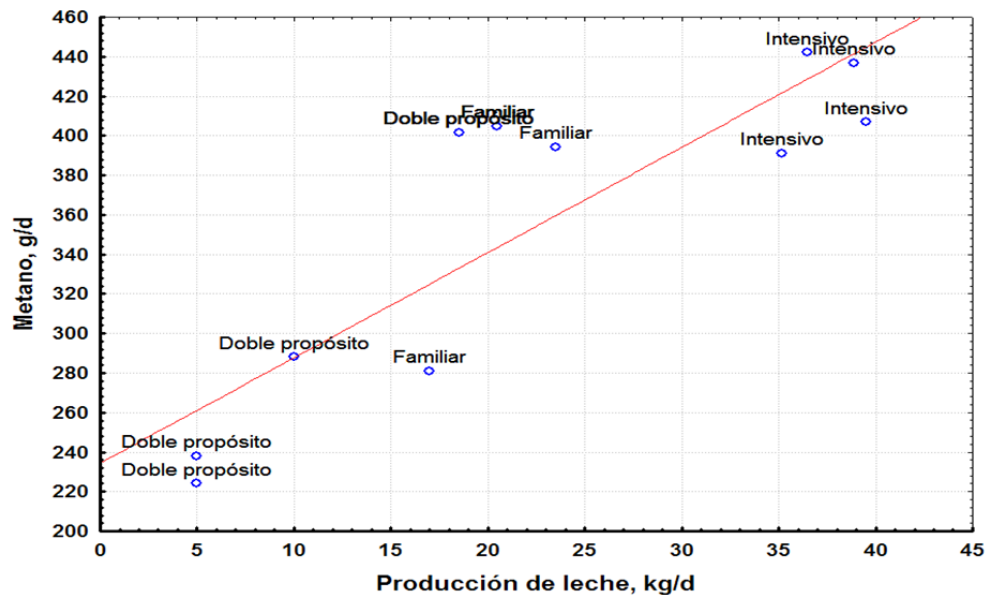


Figura 2. Estimación de la producción de metano en vacas lecheras en tres sistemas de producción en México.

FUENTE: Núñez. 2011

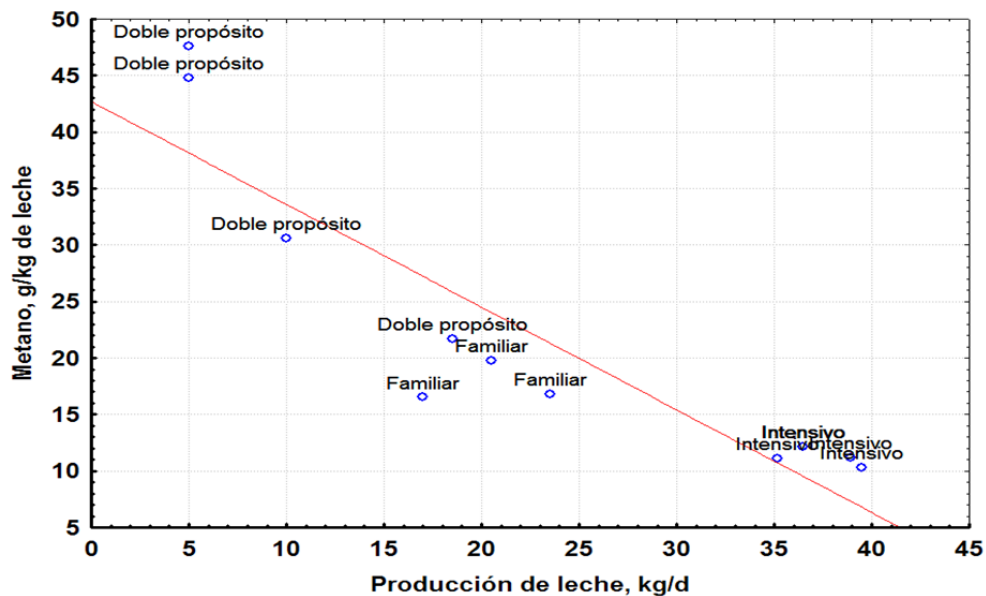


Figura 3. Estimación de la producción de metano en vacas lecheras en tres sistemas de producción en México.

FUENTE: Núñez, 2011



Gracias



Universidad Veracruzana



Propuesta Preliminar de Proyecto

Alianza para Impulsar la Competitividad de los Sistemas con Ganado Bovino en el Trópico

Objetivos Primordiales

- 1) Establecer una alianza estratégica con instituciones de investigación y académicas para potenciar la productividad y el retorno económico del componente bovino de los sistemas agropecuarios.
- 2) Los aliados se enfocarían sistemáticamente en evaluar manejos nutricionales prioritarios utilizando la estructura del modelo CNCPS.
- 3) Este esfuerzo sería respaldado por la evaluación química e infrarroja complementaria de los forrajes y otros alimentos que constituiría la creación de una base, o biblioteca, regional de los datos requeridos.

Cornell Net Carbohydrate and Protein System (ref)



Universidad Veracruzana



Propuesta Preliminar de Proyecto

Alianza para Impulsar la Competitividad de los Sistemas con Ganado Bovino en el Trópico

Objetivos Específicos de la Alianza

- **Establecer** una alianza funcional de laboratorios fortalecidos de nutrición animal de referencia para realizar los requeridos análisis químicos y biológicos de acuerdo a la estructura del CNCPS.
- Con el propósito de reducir los costos de la información sobre composición química de los forrajes.
- Este esfuerzo aprovecharía también el apoyo de la tecnología NIRS para generar las bibliotecas de composición nutricional de los principales forrajes utilizados en la alimentación de los rumiantes en la región.



Universidad Veracruzana



Propuesta Preliminar de Proyecto

Alianza para Impulsar la Competitividad de los Sistemas con Ganado Bovino en el Trópico

- **Realizar** investigaciones conjuntas e integrales para calibrar y aplicar el modelo CNCPS a las condiciones de la región para así facilitar el aumento de la productividad de sistemas con ganado bovino.
- También se usaría el modelo para estimar las excreciones esperadas de nutrientes (metano, nitrógeno y fósforo) y—más importante aun—
- estimar con precisión las diferencias esperadas entre dietas alternativas para los sistemas de producción bovina



Universidad Veracruzana



Propuesta Preliminar de Proyecto

Alianza para Impulsar la Competitividad de los Sistemas con Ganado Bovino en el Trópico

- **Coordinar** con la REDGATRO la evaluación agronómica y nutricional, con la misma metodología, de los nuevos recursos forrajeros que genere para la alimentación de bovinos en los diversos ecosistemas tropicales.
- Colaboraciones adicionales se podrían involucrar.....