



WWW.GREPALMA.ORG/IICPAL2016



II CONGRESO PALMERO C//PAL

22 AL 24 DE AGOSTO DE 2016
SANTO DOMINGO DEL CERRO
LA ANTIGUA GUATEMALA



Estrategias para el mejoramiento continuo de la productividad agrícola en palma de aceite

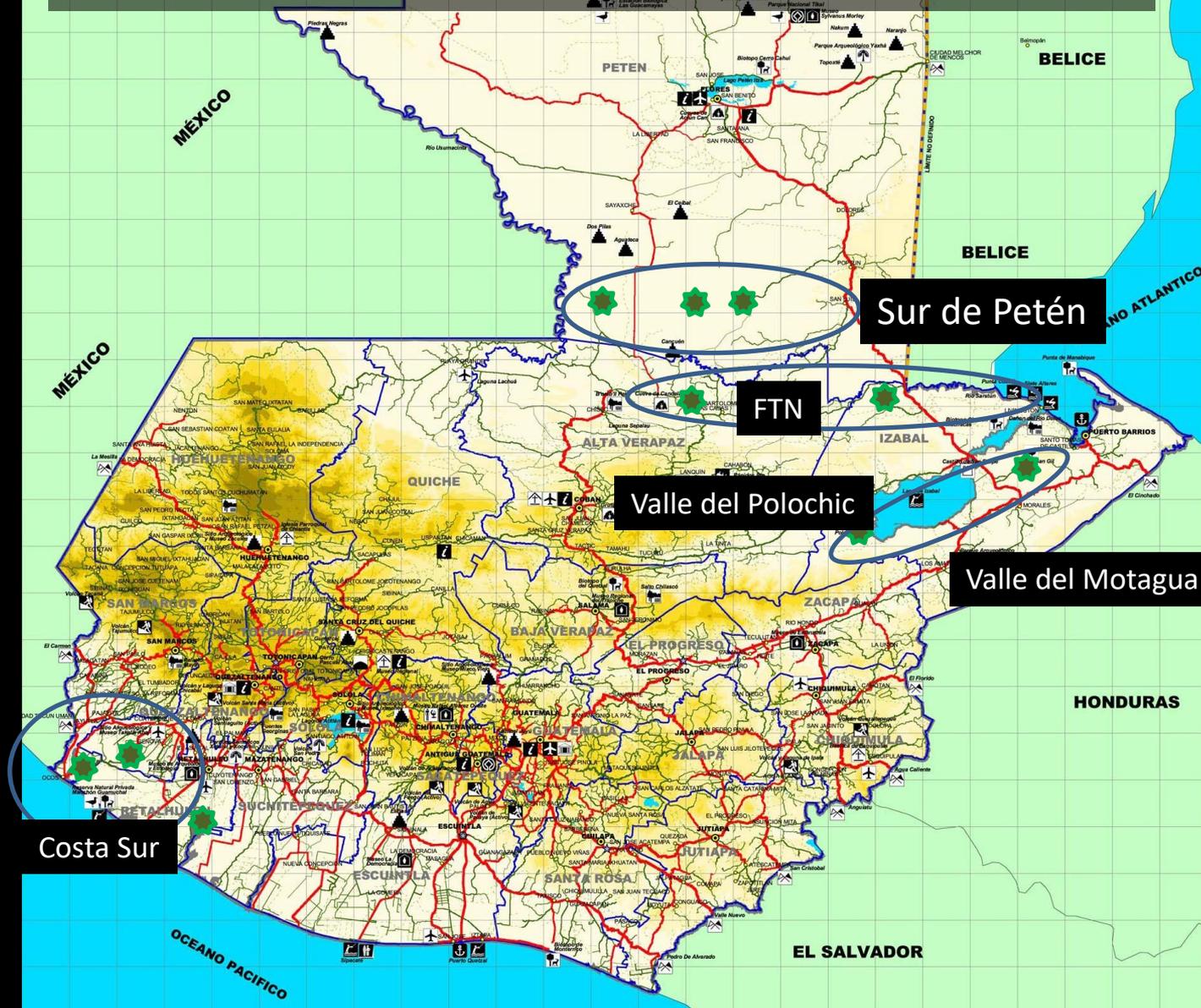
Alvaro Acosta

Jorge M Corzo, Carlos Chávez, Cristian Mora, Juan C Sanchez, Carlos Jerónimo, Douglas Navas

Agradecimientos

Empresa	Ubicación
Grupo Naturaceites	Valle del rio Polochic (Izabal)
	Franja Transversal del Norte
	San Luis (Peten)
Agrocaribe	Valle del rio Motagua (Izabal)
Agroaceite	Costa Sur (Tecun Uman)
Grupo Hame	Costa Sur (Tecun Uman)
	Costa Sur (Cuatepeque)
	Costa Sur (Tiquisate)
	Peten (Sayaxche)
Grupo Aqua	Cadenas (Izabal)
	Yalmachac (Baja Verapaz)
Tikindustrias	Sayaxche (Petén)

Áreas de concentración de palma de aceite en Guatemala



Sur de Petén

FTN

Valle del Polochic

Valle del Motagua

Costa Sur

Temario

- La palma como transformador de energía.
- Componentes de producción y quien los afecta
- Manejo de la nutrición
- Cerrando brechas
- Experiencias en Guatemala

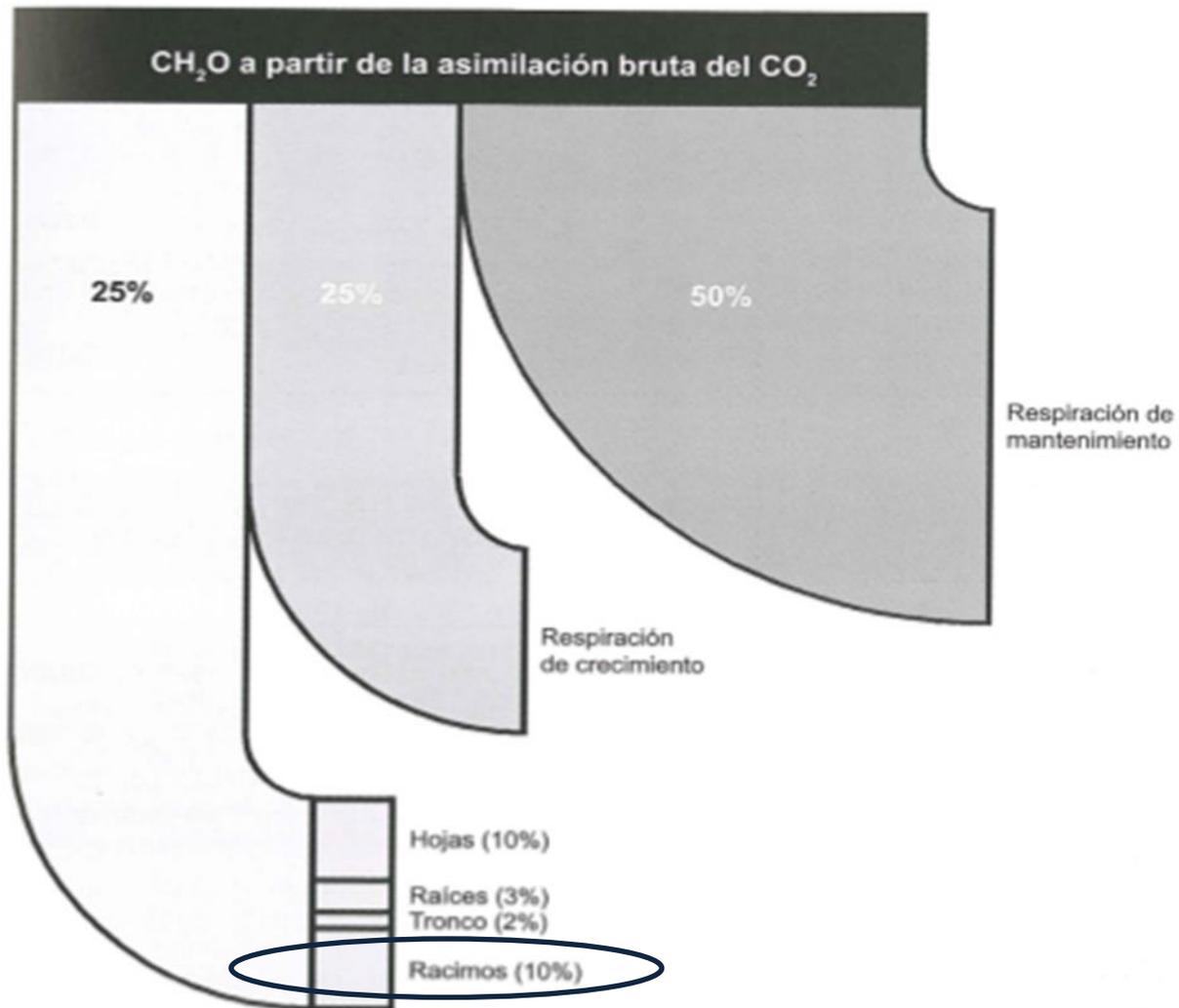


Figura 3. Asignación de CH₂O entre la respiración de mantenimiento (van Kraalingen et al., 1989), respiración de crecimiento y los componentes de la materia seca estructural (hojas, raíces, tronco y racimos) (Breure, 1988b) bajo condiciones favorables en Papúa Nueva Guinea.

Consideraciones

- Cerca del 90% de la energía capturada por la palma es destinada a objetivos diferentes a la producción de racimos.
- Solamente el 10% es destinado a la producción de fruto y solamente un 2,5% a la producción de aceite,
- Producir aceite tiene un desgaste energético alto, lo cual obliga a ser altamente eficientes en la utilización de la energía.
- Para que la producción de fruto sea alta, la fijación total de carbono, base de la producción de carbohidratos (CH_2O) debe ser alta.
- Para lograr una alta fijación de CO_2 se requiere de una alta área foliar.

Transpiración y fijación de CO₂

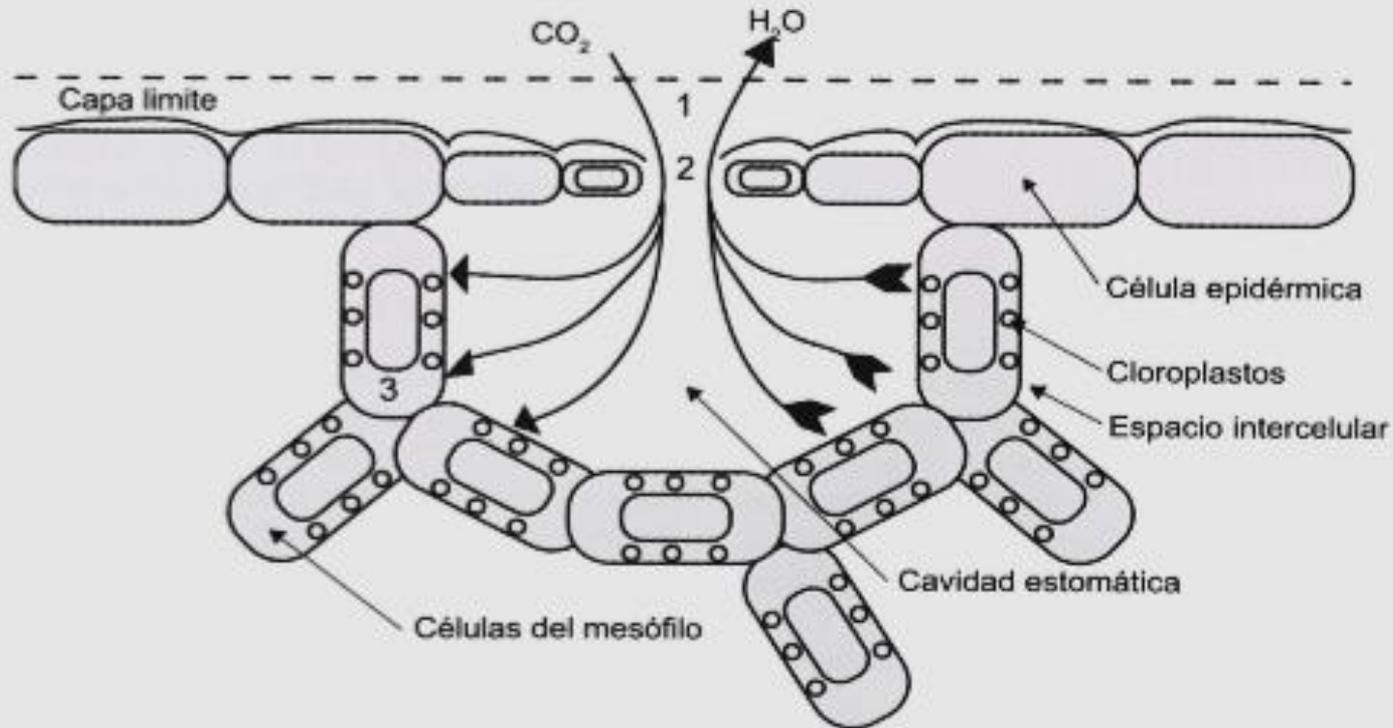
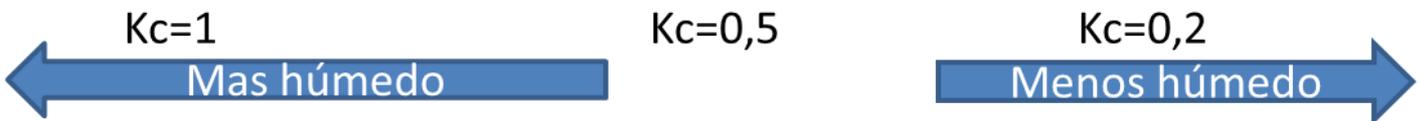
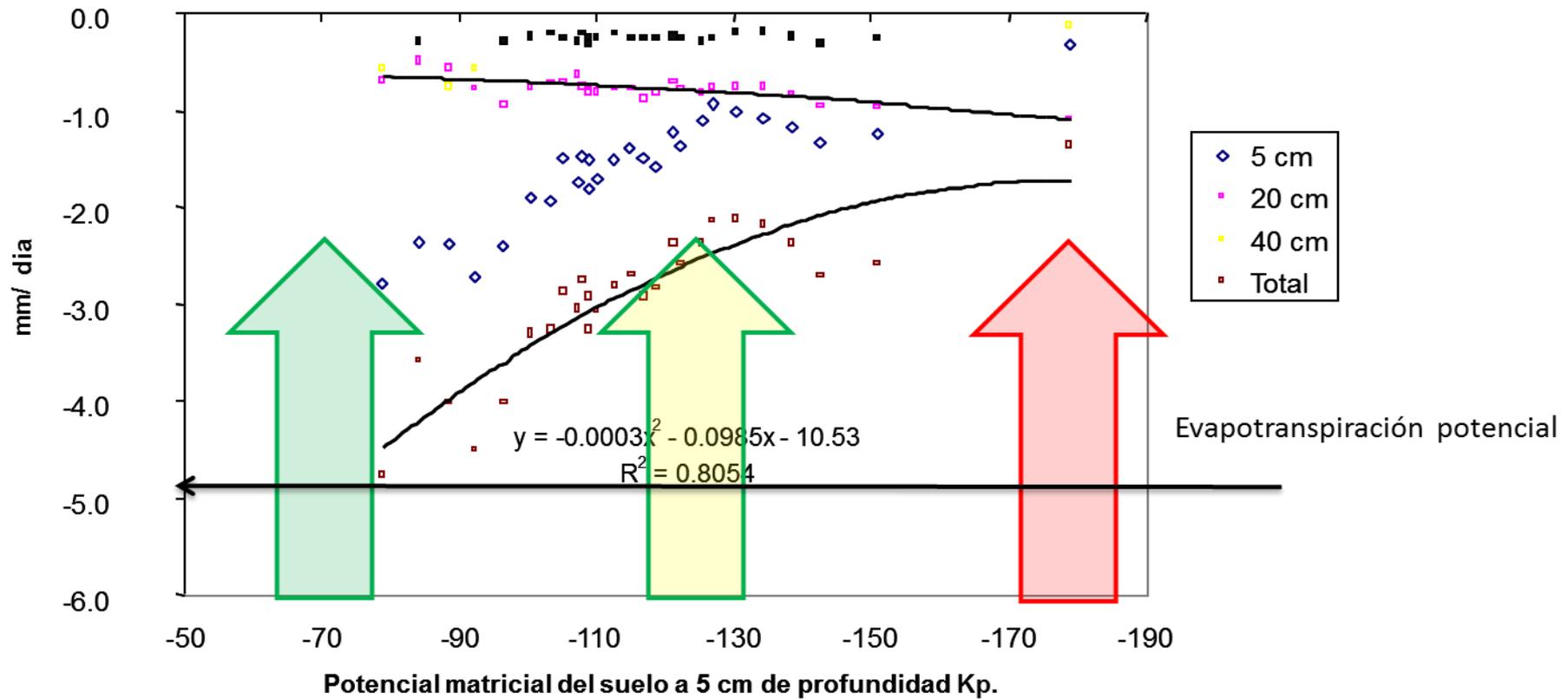


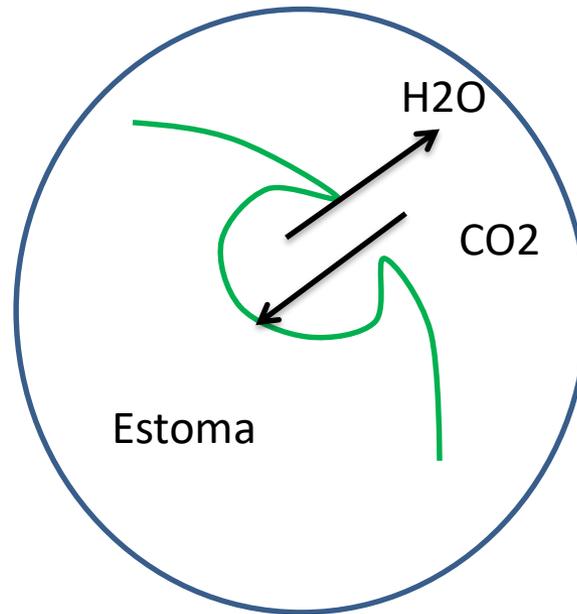
Figura 1. Corte transversal de una hoja a través de un estoma, mostrando puntos de resistencia a la difusión del CO₂ atmosférico hacia los cloroplastos: la capa limite o interface de flujo de aire no turbulento (1), la apertura estomática (2) y las paredes (membranas) y protoplasma de las células del mesófilo (3). El flujo del agua de transpiración se mueve en la dirección opuesta al CO₂ (según Lovénstein et al., 1995).

Entre mas agua se transpire mas CO₂ se fija

Relación entre potencial matricial del suelo a 5 cm de profundidad y consumo diario de agua por la palma de aceite.
Cumaral (Meta) Colombia. Dic 16/1999 a Enero 19/2000



Entre mas moléculas de agua salgan por los estomas, más moléculas de CO2 entran a la planta



La producción de racimos constituye una fracción de la fijación total de carbono
Entre más carbono se fije, mayor podrá ser la producción

- El suministro de carbohidratos para el crecimiento vegetativo y generativo esta gobernado por el tamaño de la superficie total de las hojas verdes y la eficiencia con la que el dosel convierte la energía solar en carbohidratos.

- Henson et al. 2003 Ipni

Para producir mas toneladas de fruta
necesitamos mas área foliar.

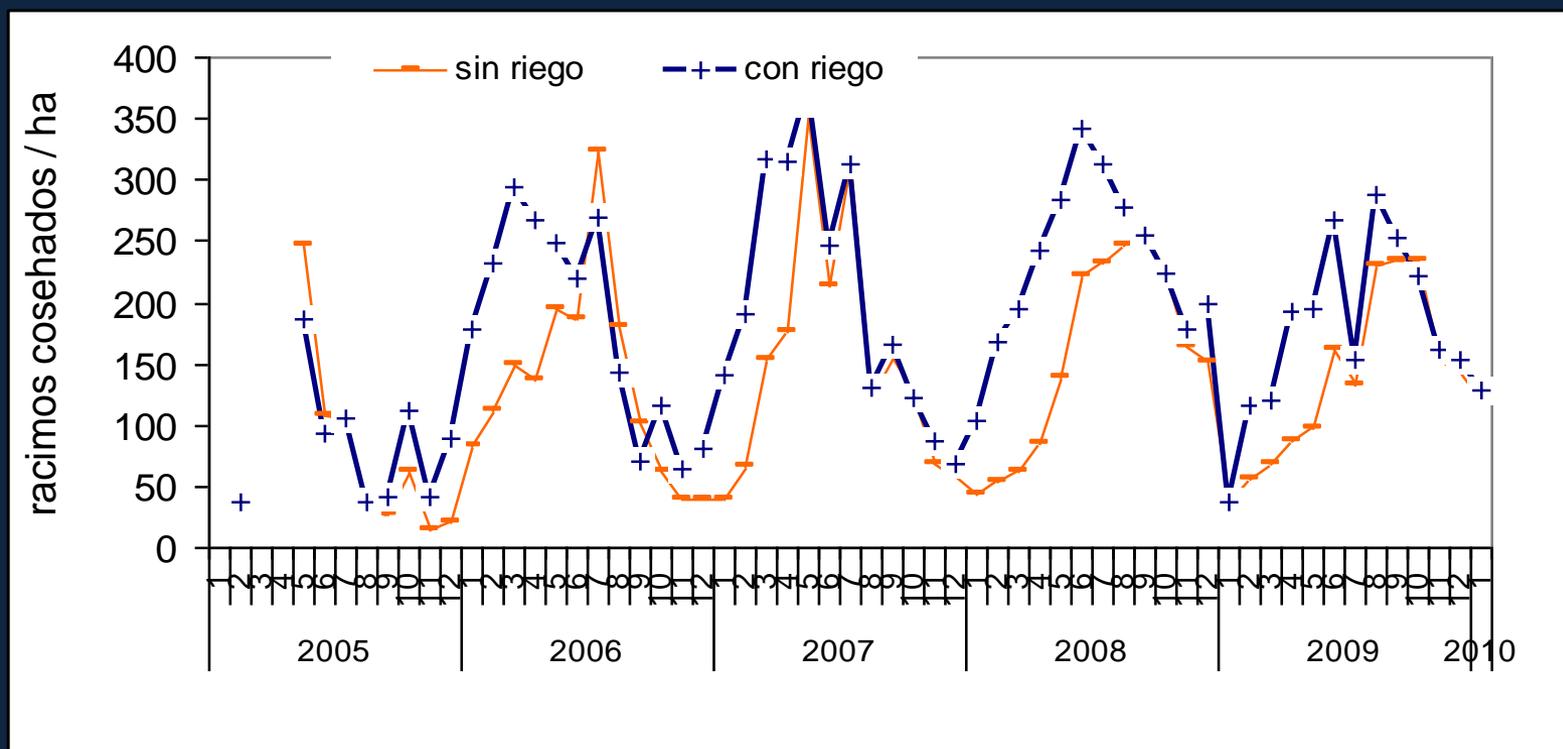
COMPONENTES DE LA PRODUCCIÓN

Número de Racimos

Peso de racimos

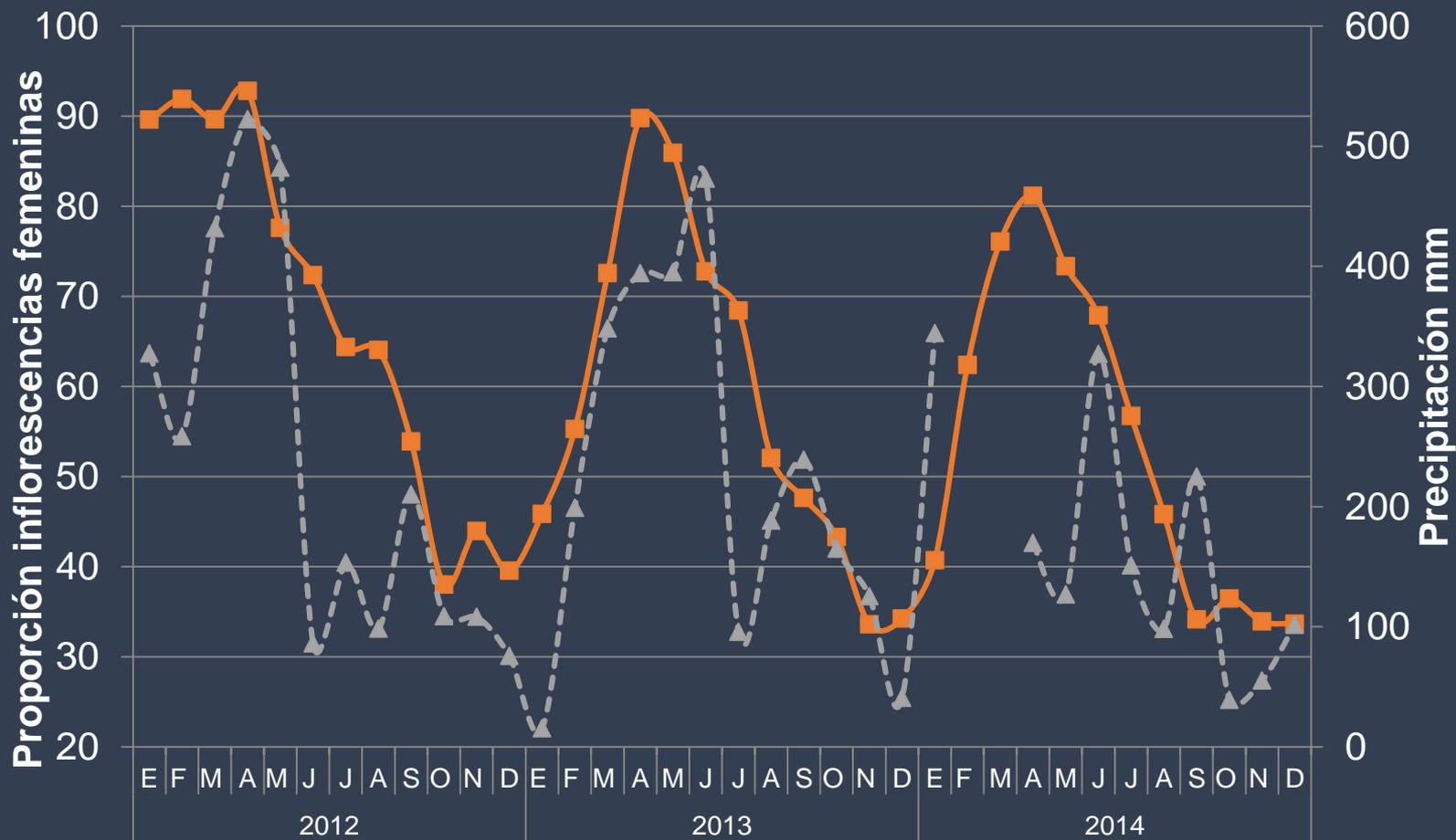
Quien y como se define su comportamiento

Mejoramiento de la productividad por efecto del riego Pacífico Central Costa Rica



Distribución de la cosecha en áreas con y sin riego. Lote 9: siembra 2001;

Relación entre precipitación y proporción de floración femenina 22 meses después

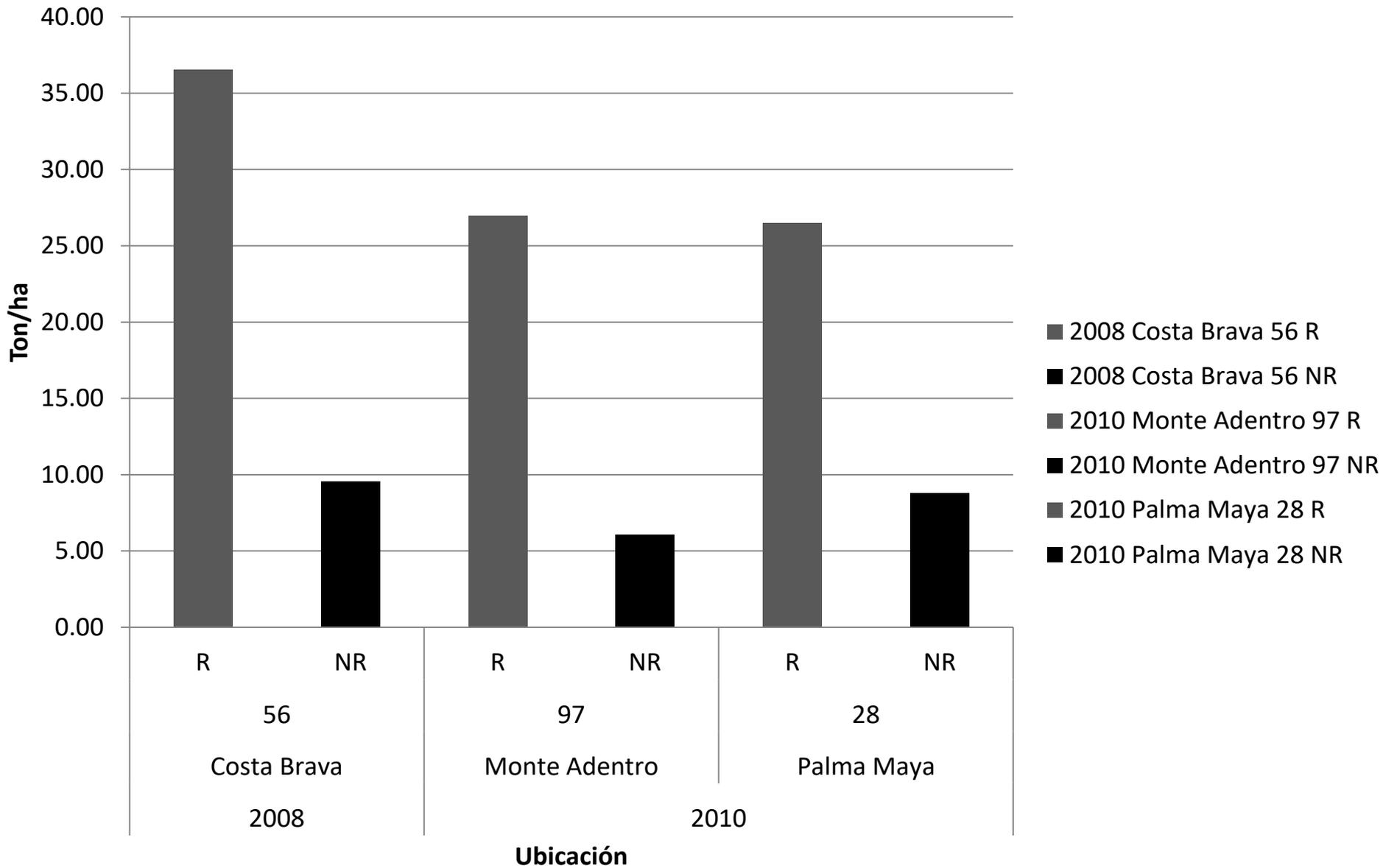


—■— Proporción inflorescencias femeninas sobre el total

Efecto del deficit hídrico en la productividad de la palma de aceite

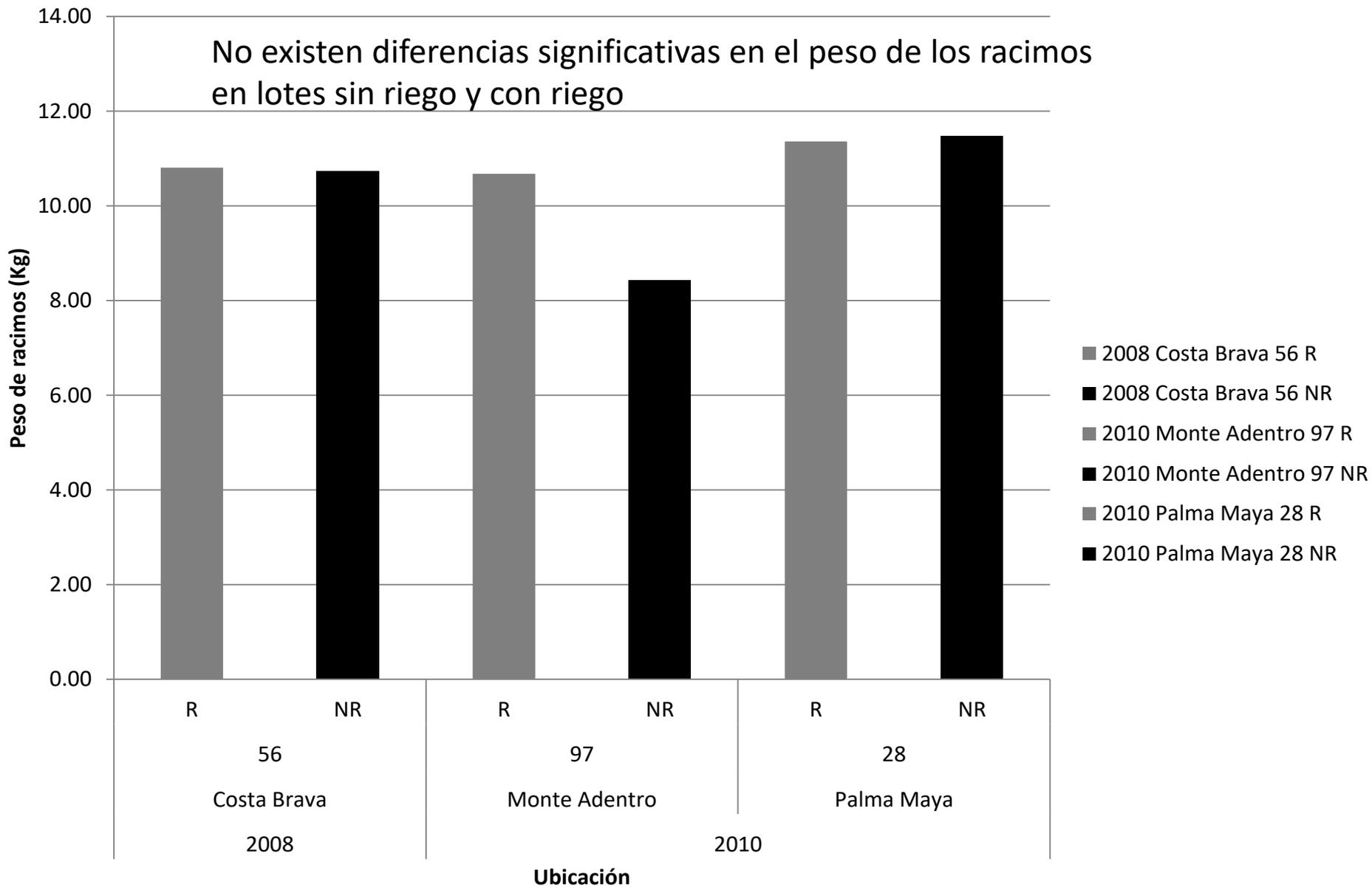
Experimento : Con riego y sin riego.

Agroaceite Costa sur Guatemala

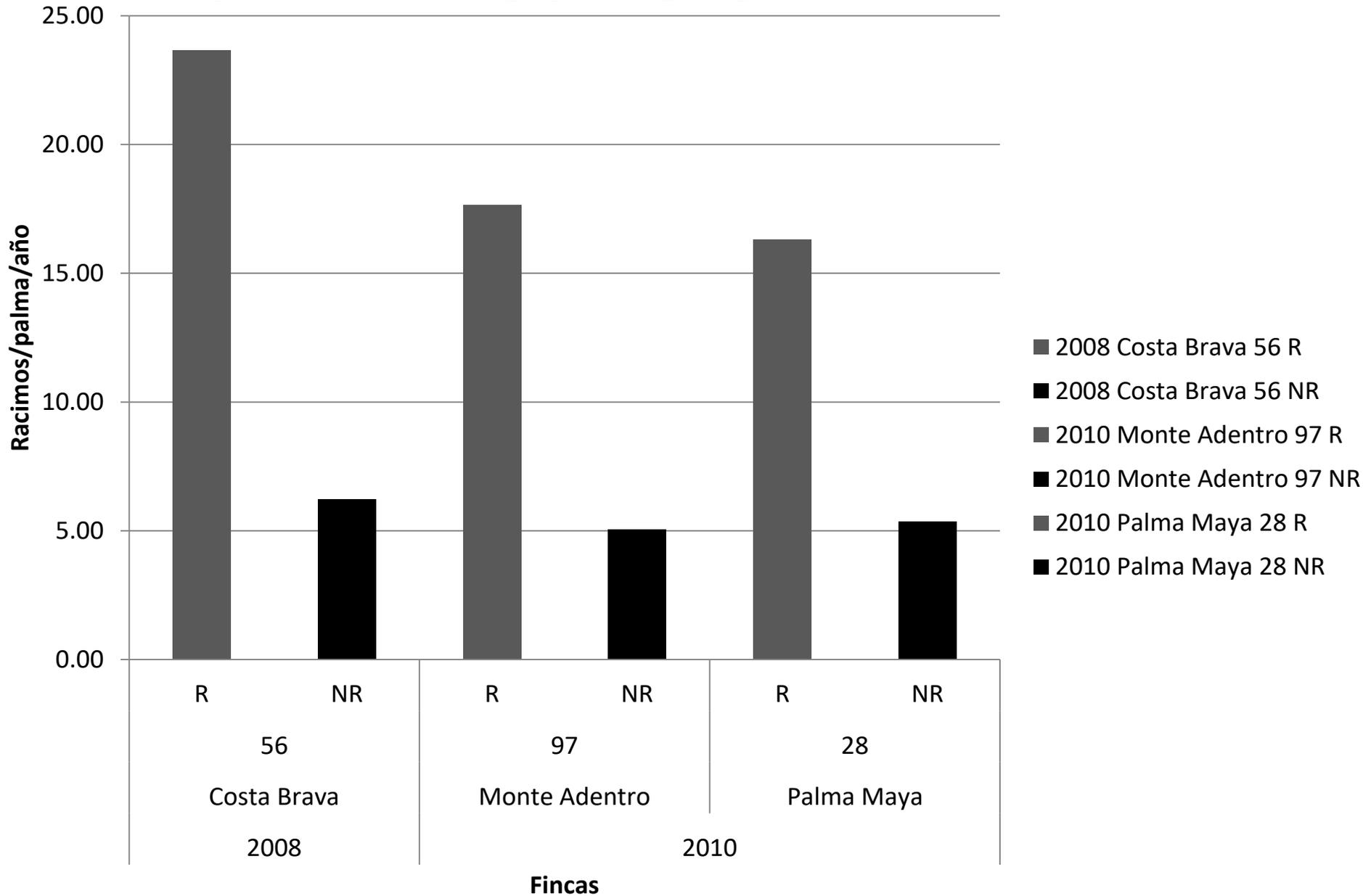


Productividad Peso medio de racimos Dic 2015 Con riego y sin riego

No existen diferencias significativas en el peso de los racimos en lotes sin riego y con riego



Efecto del deficit hídrico en el número de racimos/palma Dic 2015
Rxperimento : Con riego y sin riego. Agroaceite Costa sur Guatemala



Conclusiones experimentos de riego y no riego Costa Sur. Guatemala (5 años de datos)

	Finca	Ton/ha	Racimos/palma	Peso de racimos
Con Riego	1	36,55	23,6	10,81
	2	26,98	17,66	10,68
	3	26,48	16,3	11,36
Con riego	1	9,54	6,21	10,74
	2	6,07	5,04	8,42
	3	8,77	5,35	11,47
		Ton/ha	Racimos/palma	Peso de racimos
Con riego	promedio	30,00	19,19	10,95
No riego	promedio	8,13	5,53	10,21

- En la región es necesario regar.
- En número de racimos producidos por la palma esta dominado predominantemente por el balance hídrico.
- El balance hídrico no afecta de manera predominante el peso de los racimos producidos.

De quien depende el peso de los racimos?

Experimento: Potencial de respuesta. Número de racimos/palma como respuesta a dosis crecientes de fertilizante

Racimos/palma /año		Tratamiento				
Región	Ano	0%	50%	100%	150%	200%
MOJU	2011	0,4	5,71	6,74	8,55	9,75
	2012	6,01	18,5	19,07	21,01	21,33
	2013	13,32	19,73	19,04	19,22	19,22
	2014	13,23	17,28	17,43	18,83	18,14
	2015	6,76	12,49	13,33	14,37	13,94
			7,94	14,74	15,12	16,40
CONCORDIA	2012	1,64	4,54	7,98	9,39	9,53
	2013	12,16	17	16,46	17,24	15,34
	2014	11,18	11,63	11,85	12,67	10,89
	2015	10,33	15,24	16,05	16,03	14,36
			8,65	12,63	13,49	14,35
TOME-ACU	2012	1,47	3,4	3,66	4,5	4,31
	2013	12,49	19,23	19,68	18,37	18,18
	2014	11,31	13,69	13,74	14,13	14,62
	2015	9,84	11,42	12,28	13,34	13,24
			8,75	12,07	12,57	12,94
Promedio 3 experimentos cinco años de datos		8,45	13,15	13,73	14,56	14,18

Potencial de respuesta

Componentes de cosecha Ton/ha U 12, media de peso U 12 y cachos/palma U 12

Valores	Polo	0	1	2	3	4
Ton /ha_	MOJU	9,48	27,50	31,44	33,82	32,49
	CONCORDIA	7,91	21,09	26,50	27,83	25,95
	TOME-ACU	7,27	16,03	17,04	18,08	18,90
Peso médio dos cachos	MOJU	5,57	10,26	11,51	11,77	11,58
	CONCORDIA	5,10	8,44	10,23	10,38	10,83
	TOME-ACU	5,73	8,56	9,19	9,60	9,56
Nº de cachos/palma	MOJU	10,64	16,76	17,07	17,95	17,53
	CONCORDIA	9,70	15,61	16,19	16,76	14,98
	TOME-ACU	7,93	11,70	11,58	11,76	12,35

Conclusiones experimentos potencial de respuesta

- Bajo las condiciones del experimento, dosis crecientes de fertilizante mostraron respuestas positivas significativas en la producción en Ton FFB/ha por debajo de las dosis comerciales.
- Durante cinco años consecutivos, en tres locaciones diferentes, no se presentaron diferencias significativas en el número de racimos obtenidos aplicando el 50%, 100%, 150% o 200% de la dosis comercial de fertilizante.
- Bajo las mismas condiciones de régimen pluviométrico, el número máximo de racimos por palma se logra con el 50% de la dosis comercial de fertilizante
- El peso medio óptimo de racimo se logra con dosis igual a o mayor a la dosis comercial.

COMPONENTES DE LA PRODUCCIÓN

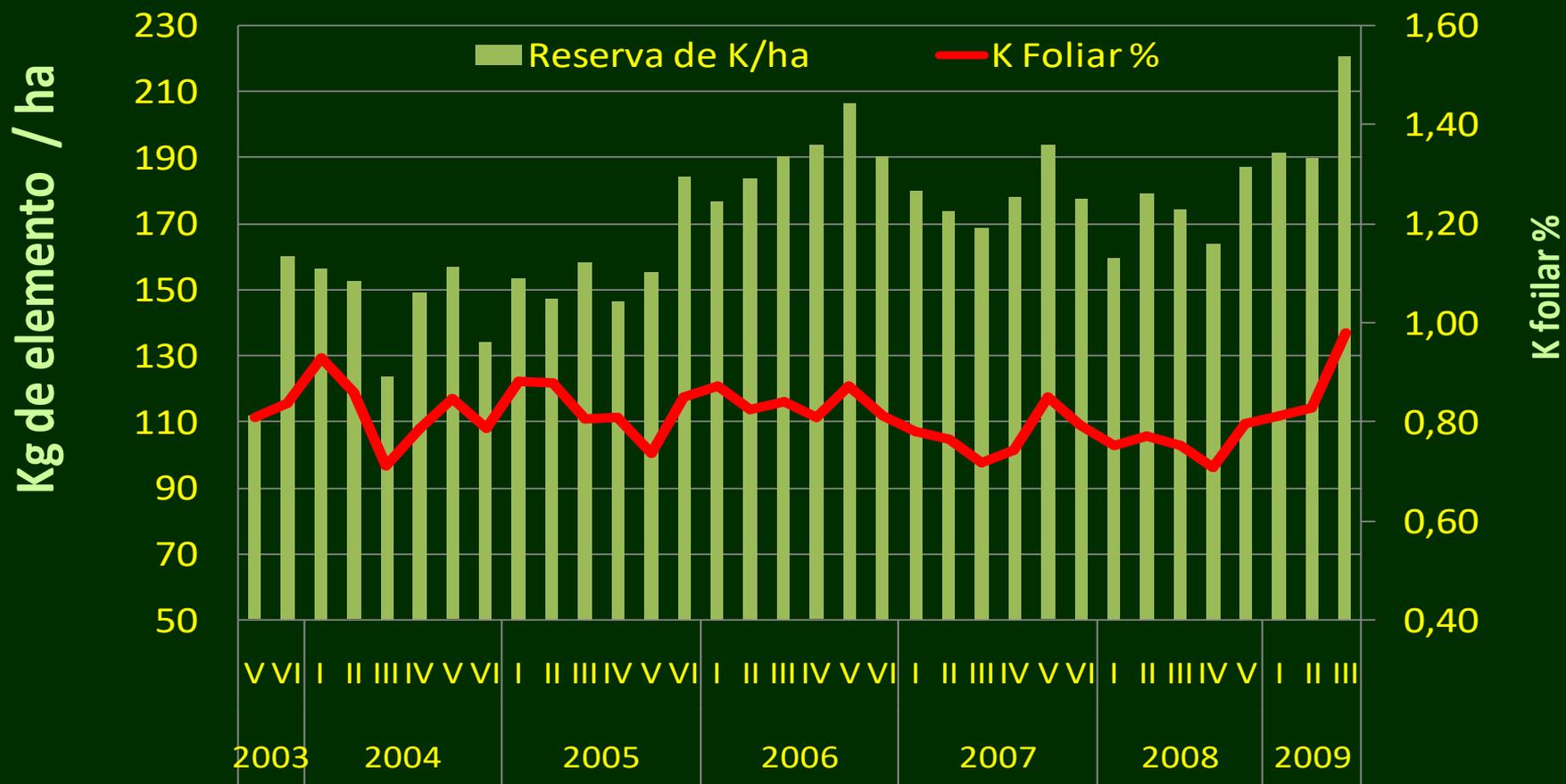
Quien y como se define su comportamiento

Número de Racimos

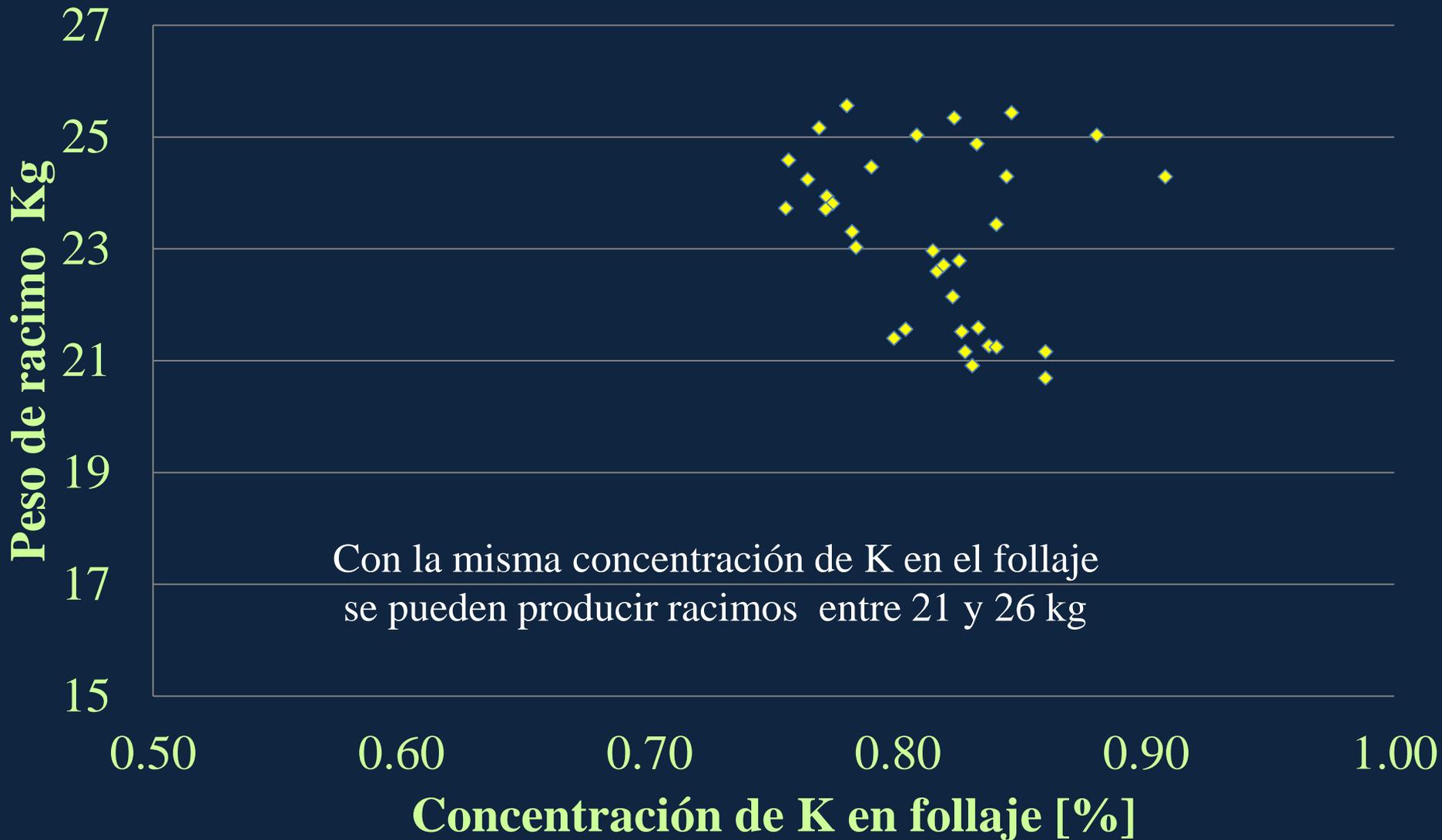
Peso de racimos

Costa Rica Pacifico Central

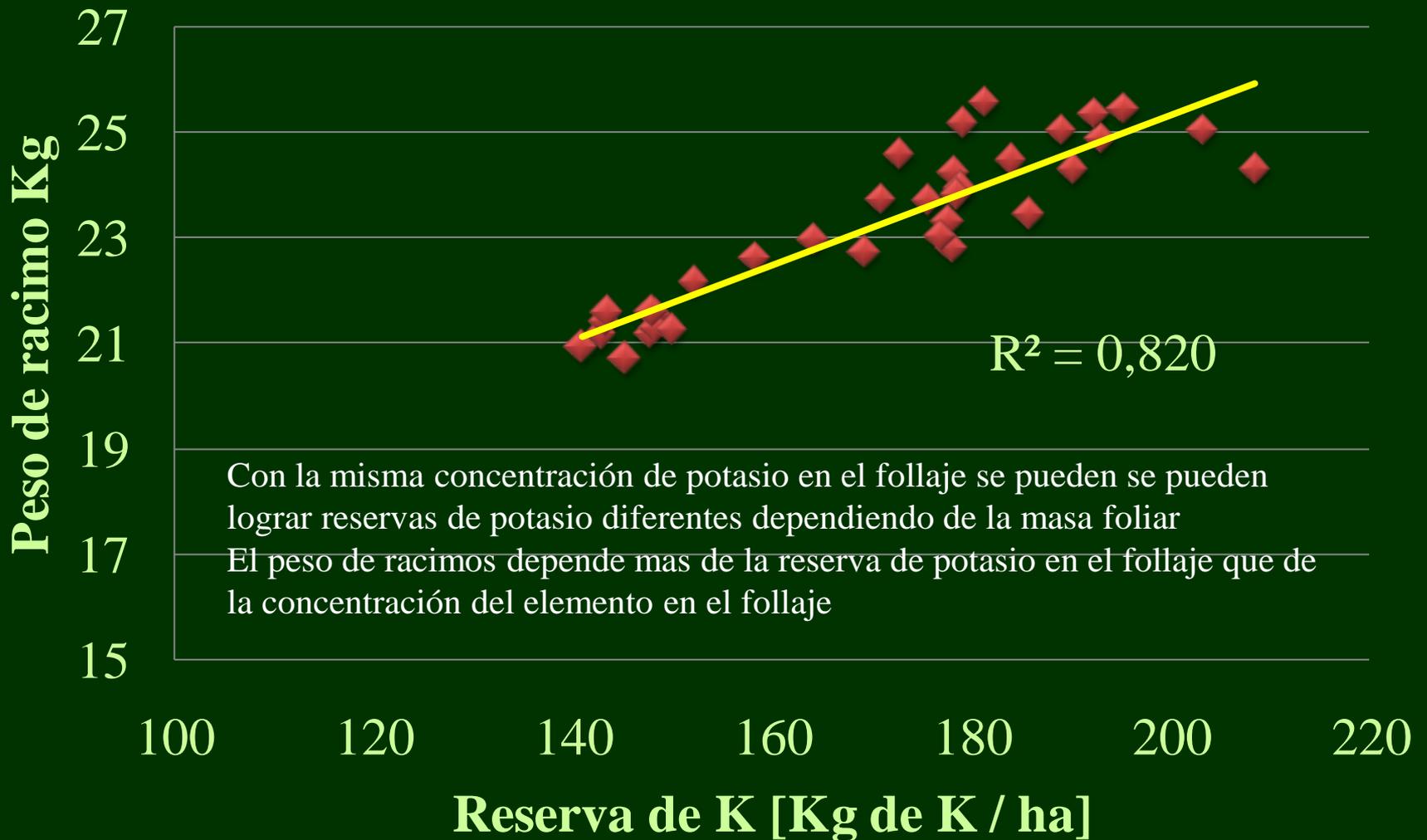
Concentración foliar de K % y reserva de K en el follaje Kg/ha



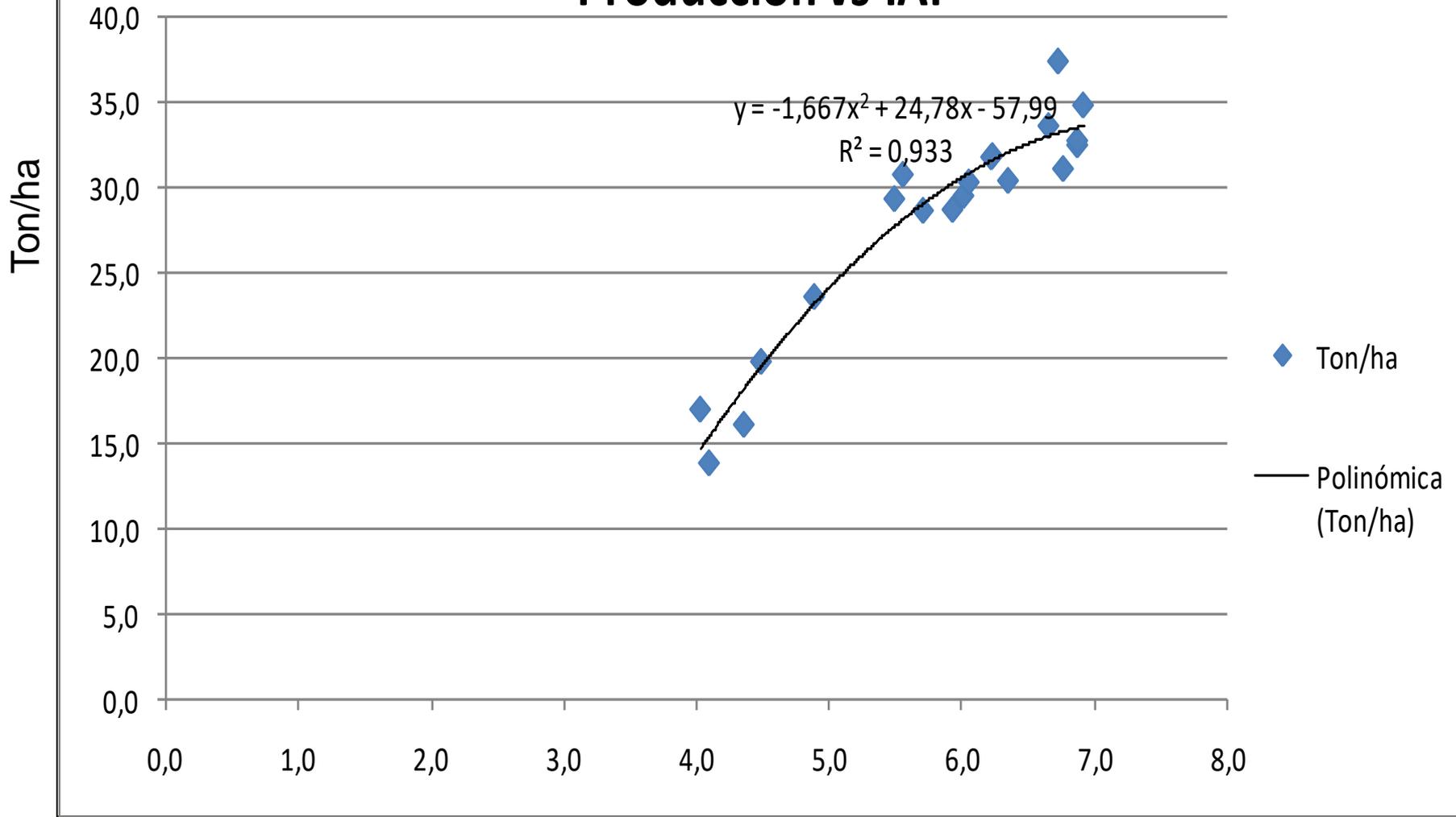
Relación entre Potasio foliar % y peso de racimo



Relación entre Reserva de potasio / ha y Peso de racimo



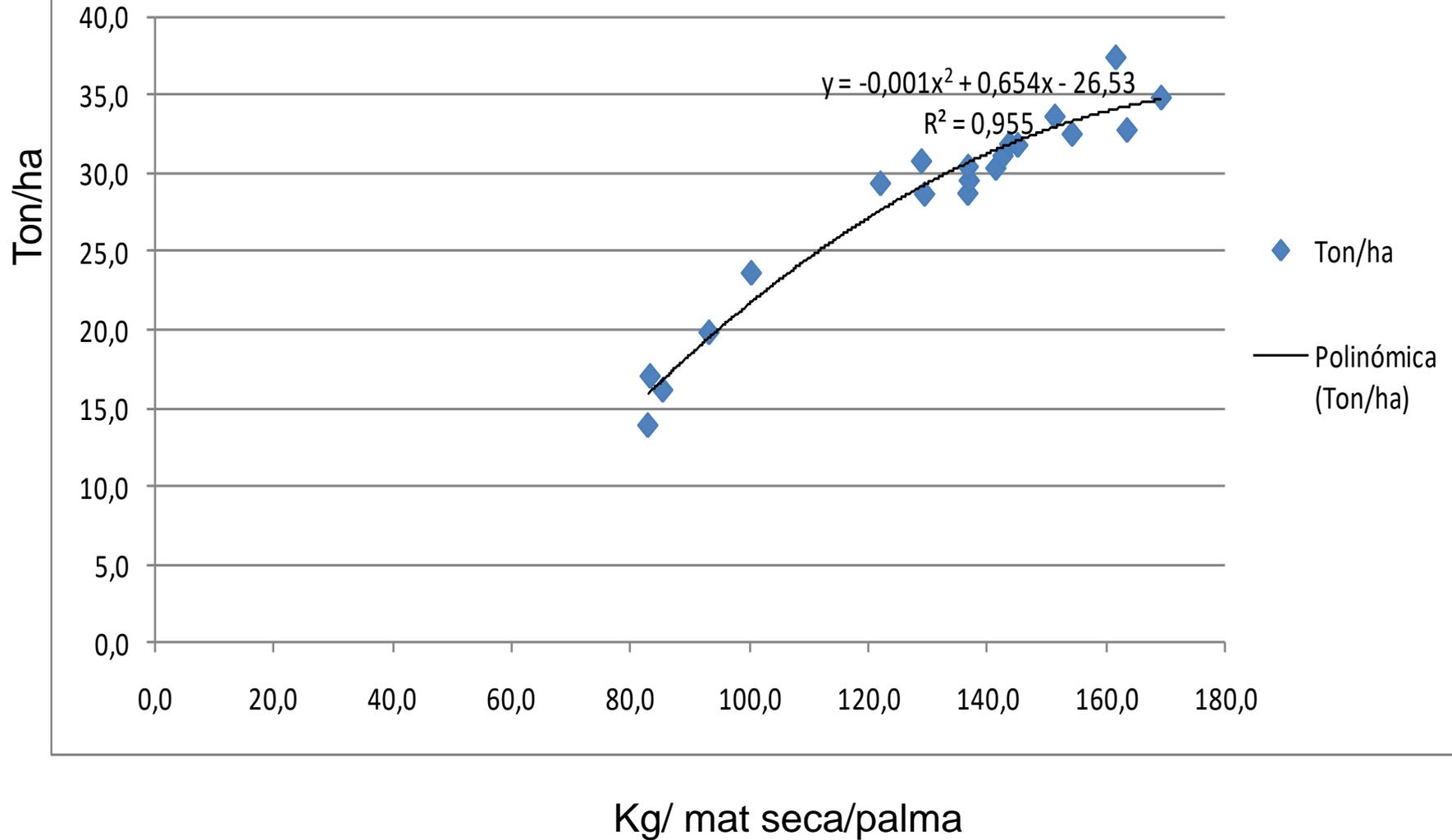
Potencial de Respuesta Quepos Producción vs IAF



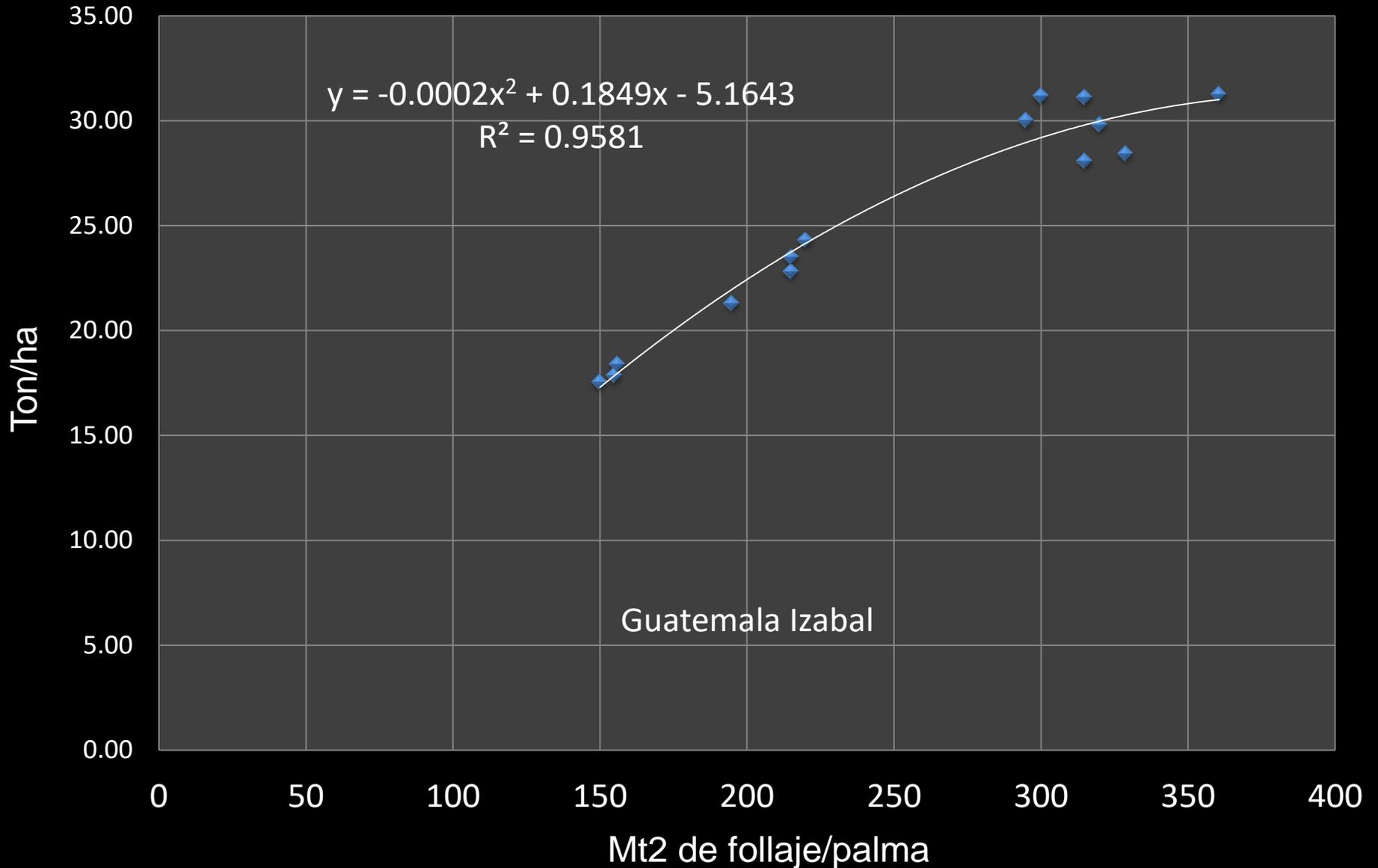
Índice de área foliar m² follaje/ m² terreno

Potencial de respuesta Quepos

Producción vs MSC



Relación entre area foliar /palma y proyección de fruta a los 42 meses de edad. Material Deli x Ghana

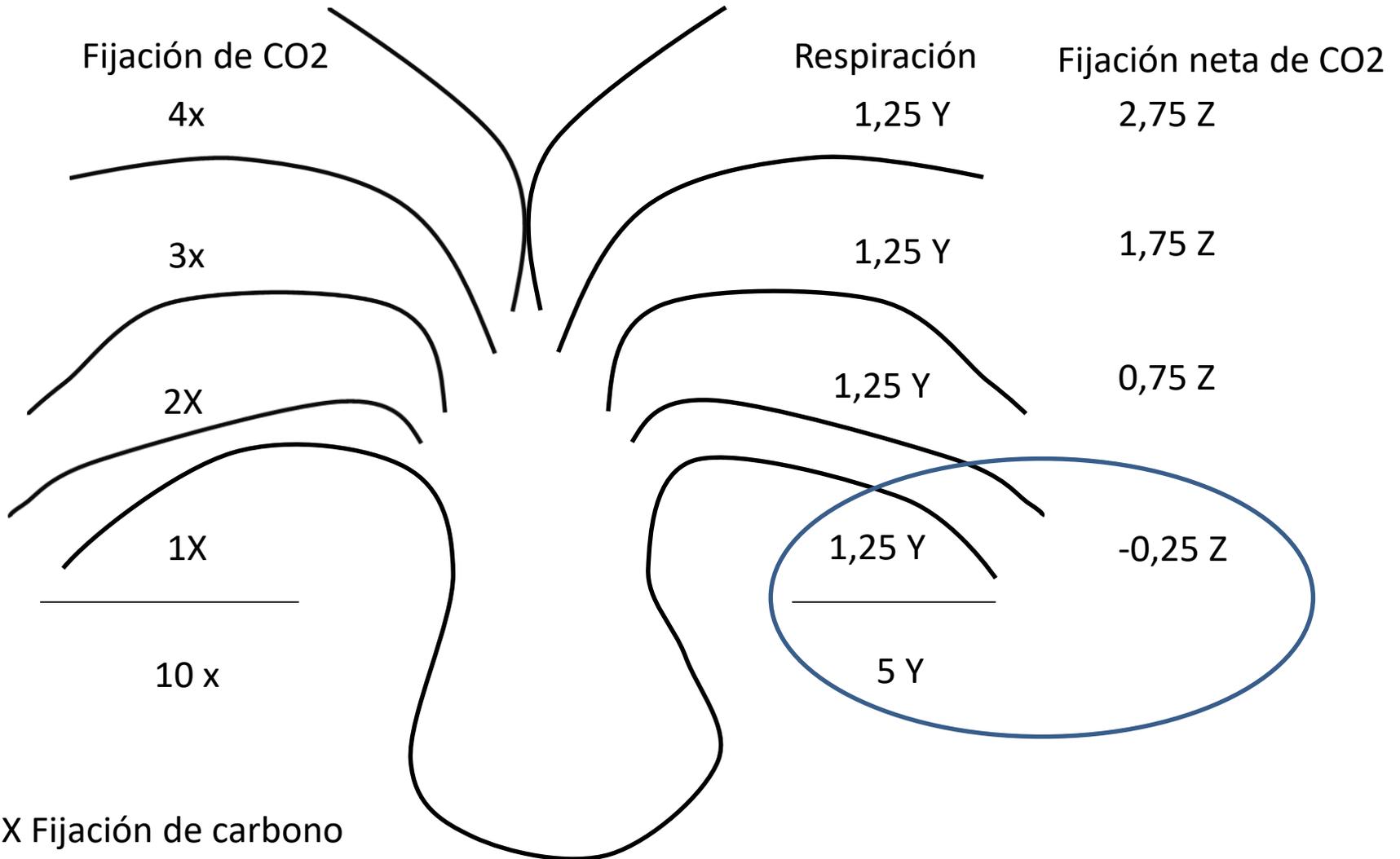


Fertilización para producir follaje

Etiquetas de fila	Peso seco Kg/palma Actual	Peso seco Kg/palma Optimo	Peso seco Kg/palma faltante
2006	110	200	90
2008	114	180	66
2010	103	160	57
2011	65	130	65
2012	69	100	31
2013	43	70	27

Tanto en las plantaciones en desarrollo como en las plantaciones adultas es necesario fertilizar para optimizar el área foliar de acuerdo con las curvas de acumulación óptima para cada región

Fijación neta de carbono por niveles del dosel de la palma



X Fijación de carbono

Y Perdida de carbono por respiración

Z Fijación neta de carbono

ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

Viveros

Cultivo en desarrollo 0 a 41 meses

Plantación adulta

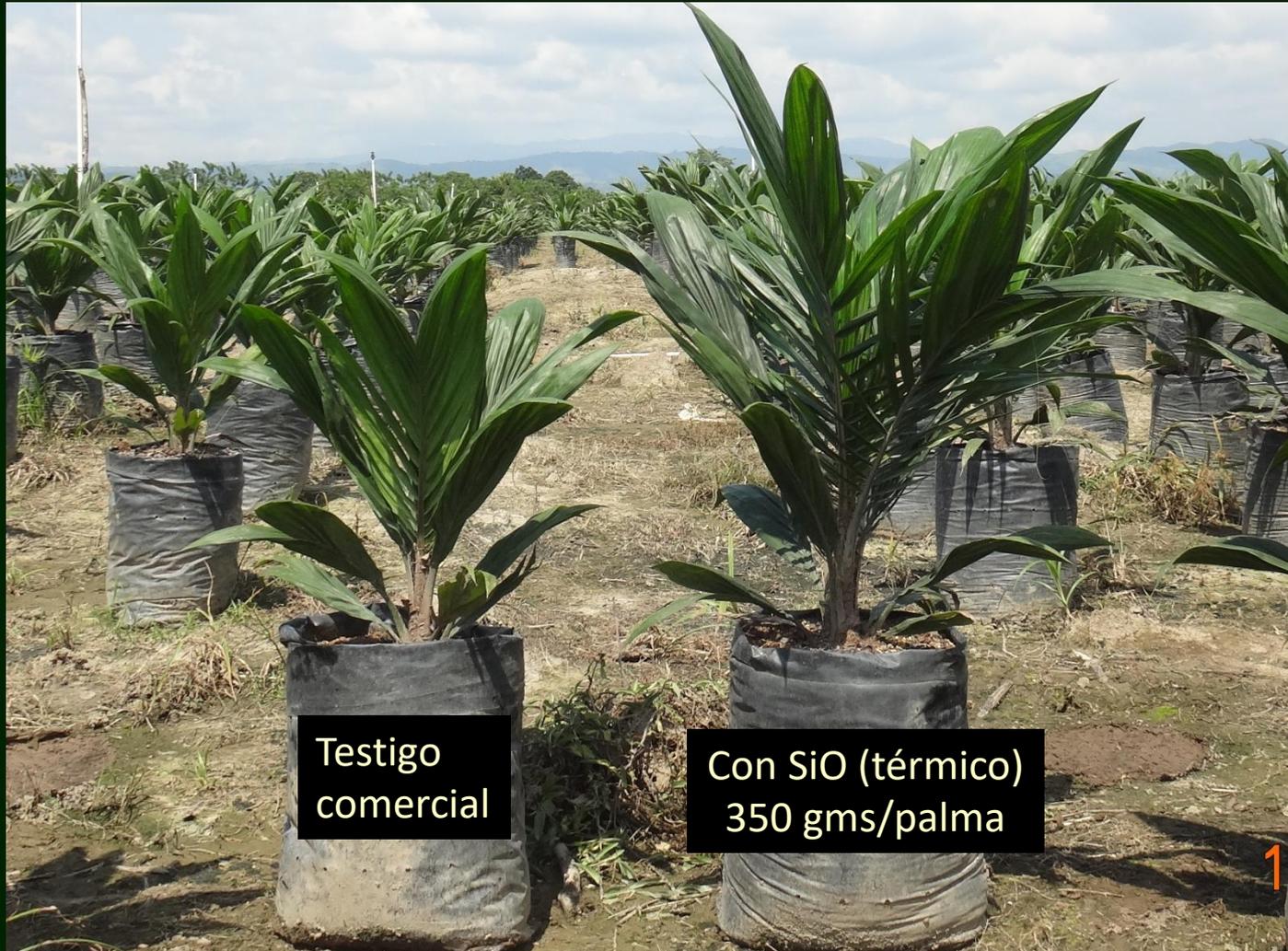
Características químicas de los suelos cultivados en palma en diferentes regiones de Guatemala

Zona	Región	H2O	P	K	Ca	Mg	S	B	CICE	Análisis
Costa Sur	Tecun Uman	5,9	42,3	0,9	6,9	2,6	23,3	0,8	10,6	416
Costa Sur	Quatepeque	6,1	26,7	0,6	6,9	2,5	21,3	0,9	10,1	528
Costa Sur	Tiquisate	6,6	49,0	1,0	10,8	3,7	31,5	1,0	15,7	528
Izabal	Motagua	5,32	37,5	0,8	7,77	4,7	35,6	1,55	13,67	2363
Izabal	Polochic	5,08	19,89	0,32	2,26	2,55	45,44	1,13	5,97	2825
Alta Verapaz	Fray	5,55	10,12	0,48	10,38	2,61	21,95	1,30	18,31	1646
Peten	San Luis Peten	6,45	14,17	0,41	17,07	1,54	17,48	4,34	19,21	614
Peten	Sayaxche	6,2	17,1	0,5	31,8	4,7	84,3	1,8	36,5	876

Viveros y cultivos en desarrollo

- Fertilización para viveros
 - Suelos franco
 - Protocolo simple de fertilización mas silicio
- Adecuación de suelos para siembra
 - Labranza profunda
 - Drenaje eficiente
 - Establecimiento de coberturas
- Siembra
 - Hoyo trapezoidal
 - Supervisión extrema. (Bolsas de aire)

Efecto del silicio como enmienda en el desarrollo de plantas de vivero





Testigo
comercial

Con SiO
350 gms/palma

Efecto del silicio en la longitud de raíces y superficie radicular de palma de aceite

utilizando la herramienta WinRhizo ©

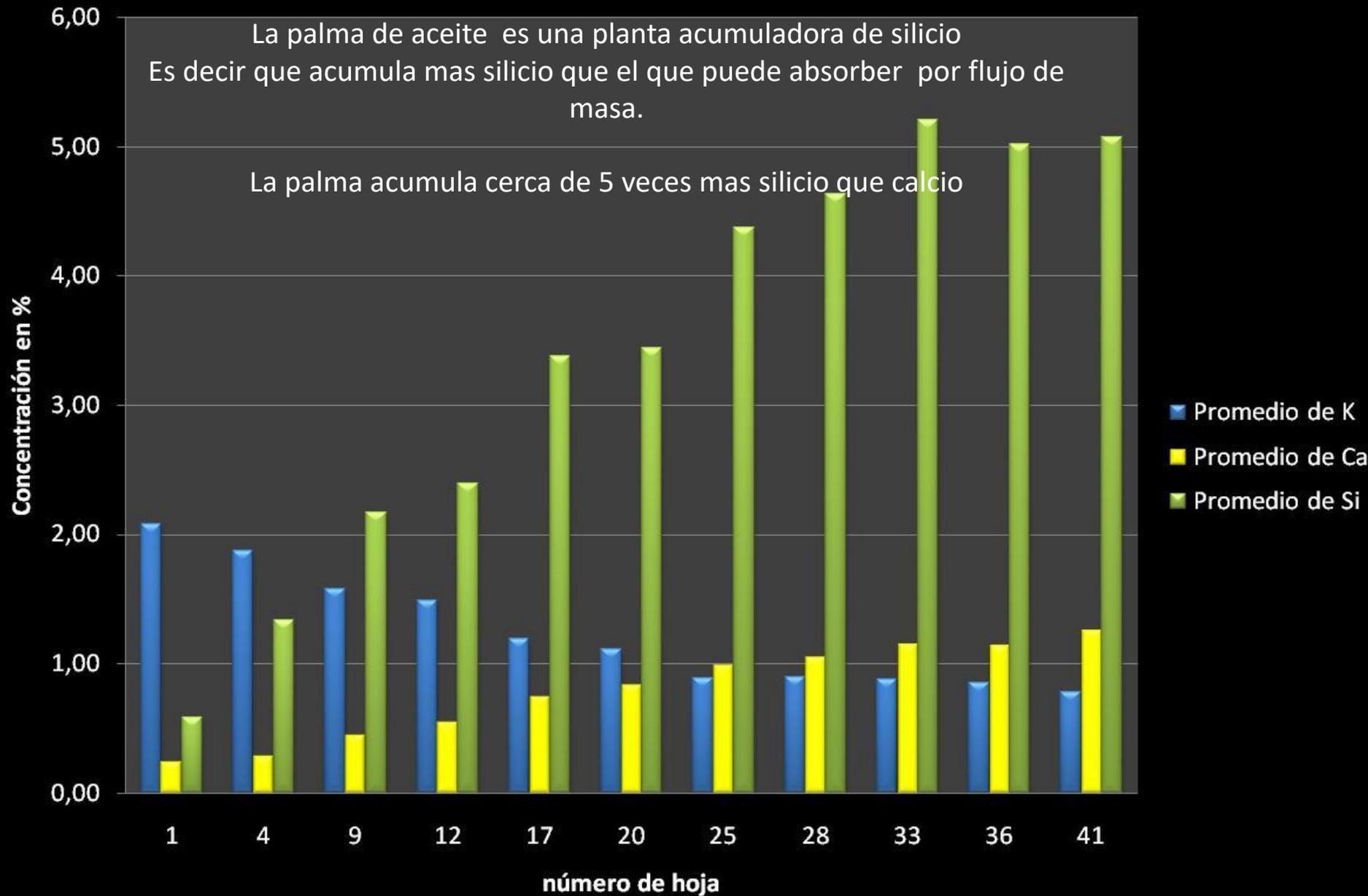
Tipo raíz	Tratamiento	Longitud (cm)	Díámetro (mm)	Volumen radical (cm ³)	Sup. Área (cm ²)	
Primarias	Con 11 aplicaciones Si	661	23,16	10,73	7337	8,2%
	Sin Si	485	22,84	12,87	6784	
Secundarias	Con 11 aplicaciones Si	2148	12,21	4,51	19238	50,6%
	Sin Si	1655	12,07	3,84	12777	
Terciarias y Cuaternarias	Con 11 aplicaciones Si	1154	10,43	4,36	10157	57,2%
	Sin Si	974	6,88	3,07	6462	

Prueba de t
P=0,10
P<0,05

Concentración foliar de Potasio, Calcio y Silicio en diferentes niveles de la palma

La palma de aceite es una planta acumuladora de silicio
Es decir que acumula mas silicio que el que puede absorber por flujo de masa.

La palma acumula cerca de 5 veces mas silicio que calcio





Experimento con y sin silicio
Cuatepeque. Costa Sur. Guatemala

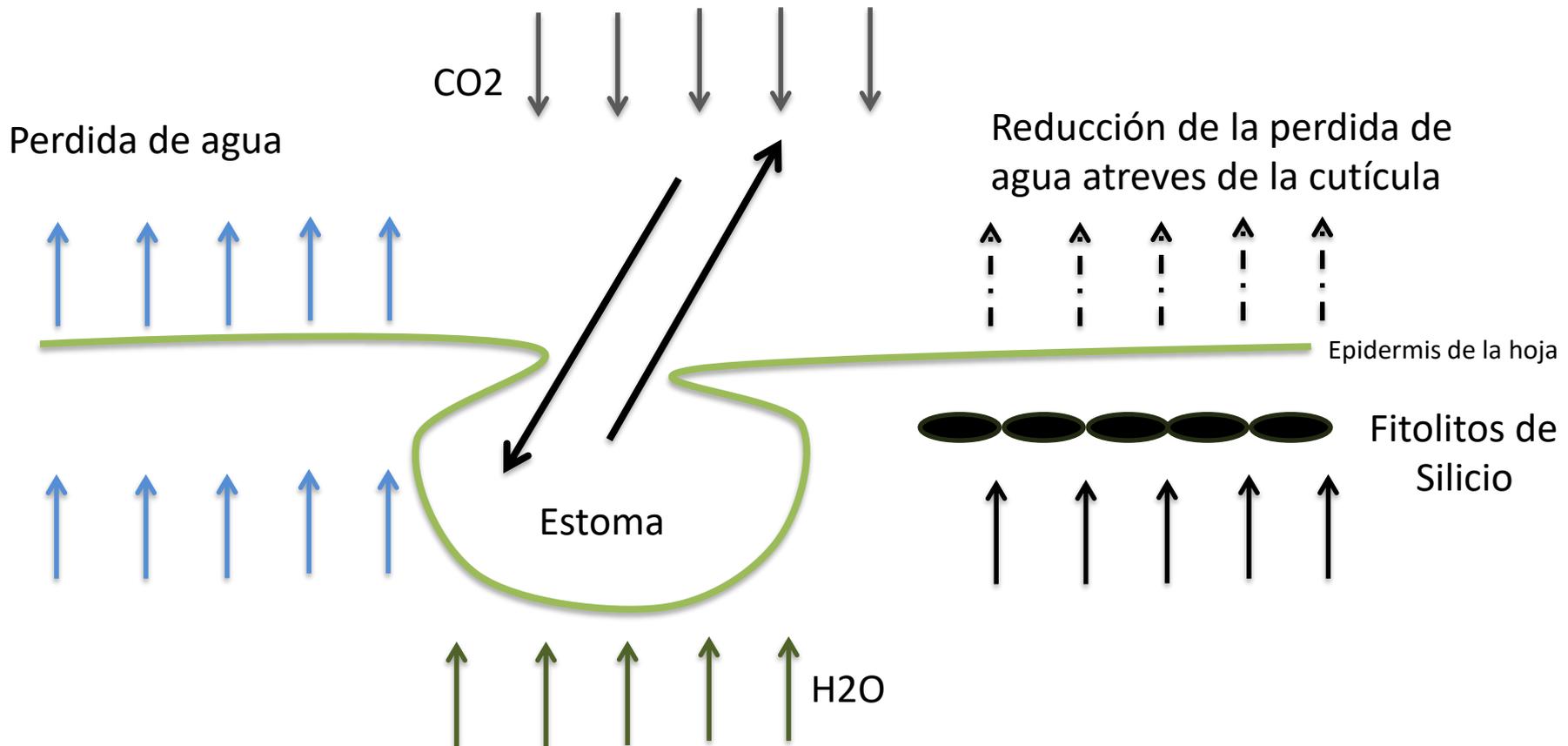
Sin Silicio

Con Silicio
0,5 kg/palma

05 20 2013

Efecto del silicio en la resistencia de los tejidos y eficiencia en el uso de agua

Agua aprovechable en la fijación de carbono



Cultivos en Desarrollo de 0 a 41 meses

- Estricto Control de malezas en platos
- Herbicidas selectivos o plateo manual
- Calendarización del programa de fertilización y estricto cumplimiento del calendario de aplicaciones
- La cosecha debe comenzar a mas tardar a los 24 meses
- **Cero** corte de hojas útiles solamente despues del año 4
- Poda solamente a partir del año 5
- **Cero uso de glifosato en esta etapa del cultivo**



¡¡YO NO USO GLIFOSATO!!

Programa básico para fertilización de palma en desarrollo.

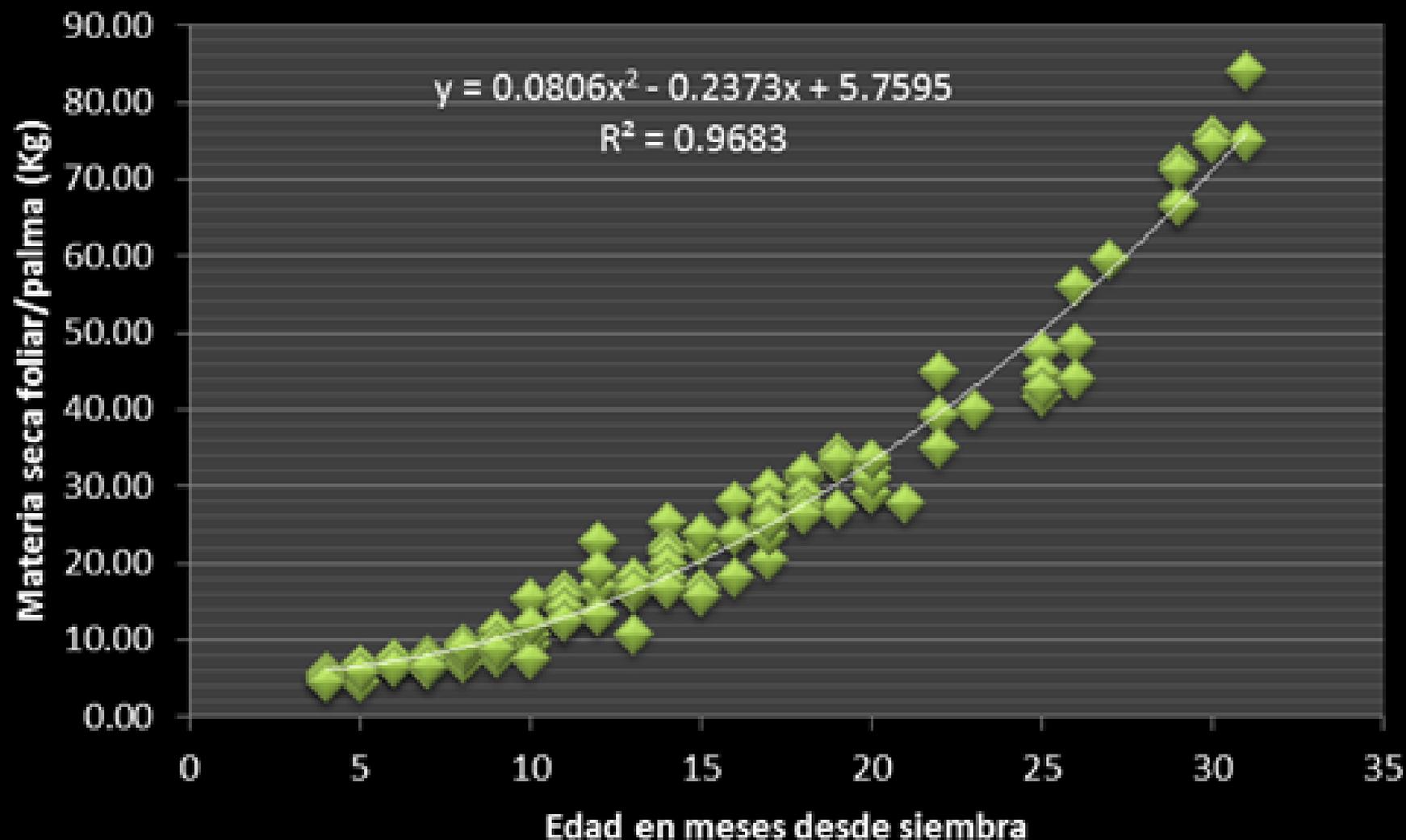
De siembra a 41 meses

				N	P2O5	K2O	MgO	S	B
Edad en meses				11,92	6,93	23,94	3,29	3,32	1,93
	jun	DAP	500						
0	jun	silicio	500						
1	jul	FD	450	54	31	108	15	15	9
2	ago	FD	450	54	31	108	15	15	9
4	Oct	FD	450	54	31	108	15	15	9
6	dic	FD	600	72	42	144	20	20	12
6	dic	silicio	500	60	35	120	16	17	10
10	abr	FD	750	89	52	180	25	25	14
12	jun	FD	600	72	42	144	20	20	12
12	jun	silicio	500	60	35	120	16	17	10
14	ago	FD	600	72	42	144	20	20	12
16	oct	FD	1050	125	73	251	35	35	20
18	dic	FD	1050	125	73	251	35	35	20
22	abr	FD	1500	179	104	359	49	50	29
24	jun	silicio	500	60	35	120	16	17	10
26	ago	FD	2000	238	139	479	66	66	39
29	nov	FD	2500	298	173	599	82	83	48
34	abr	FD	3000	358	208	718	99	100	58
36	jun	silicio	500	60	35	120	16	17	10
38	ago	FD	2700	322	187	646	89	90	52
41	nov	FD	2500	298	173	599	82	83	48
41	nov	FD	2500	298	173	599	82	83	48

Silicio: Silicato de potasio térmico Agrícola 75% SiO₄

La formula base se balancea de acuerdo a las características específicas de cada suelo y lugar

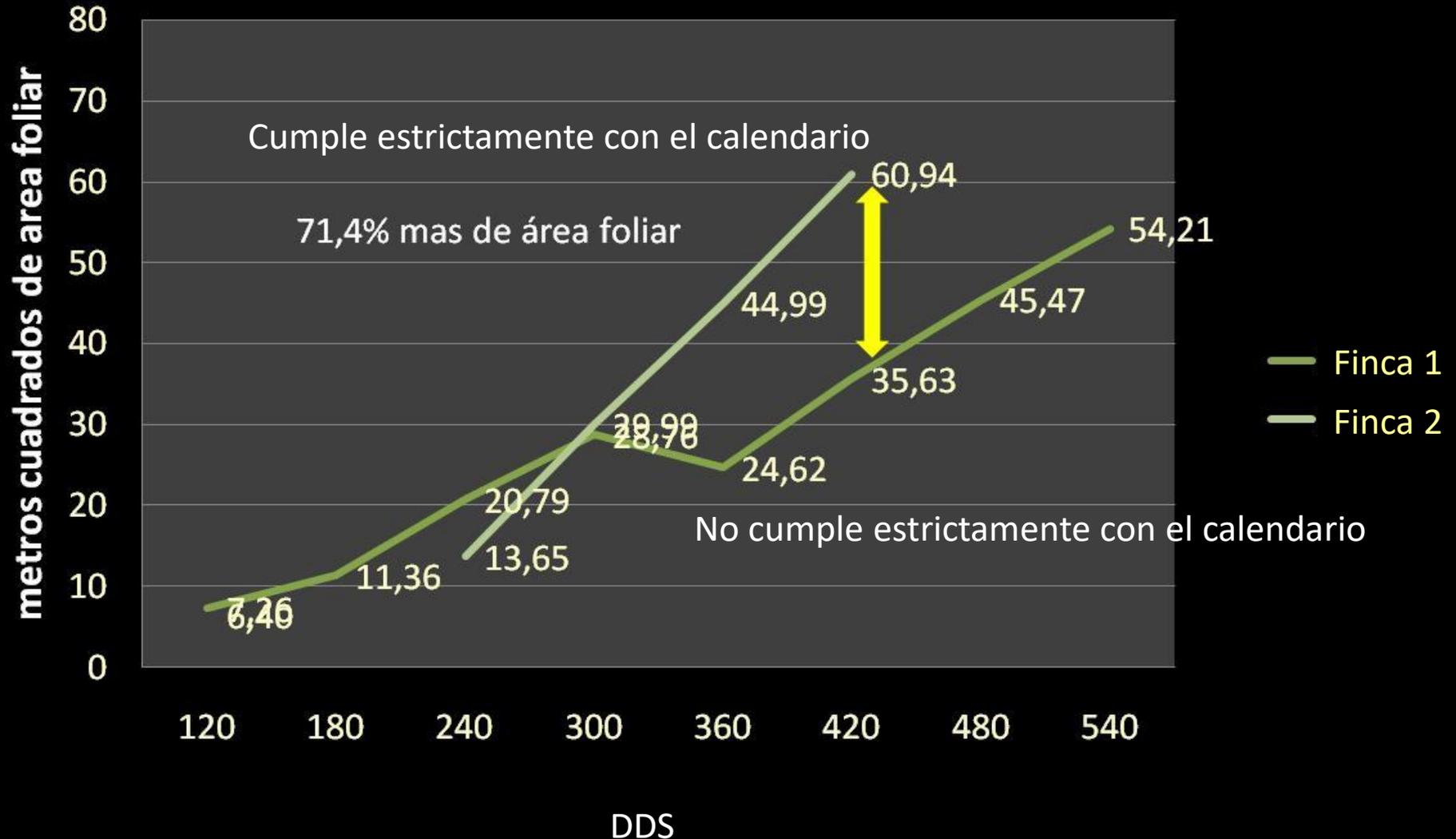
Modelo de desarrollo eficiente de Masa foliar en cultivo en desarrollo



Evolución del área foliar en cultivos 2011

Lotes de seguimiento

Importancia de la calendarización del programa de fertilización de los cultivos en desarrollo



Cultivos en producción

Aseguramiento de la reserva de nutrientes en follaje

- Dado que el peso de los racimos no depende del valor absoluto de la concentración de nutrientes en el follaje sino de la reserva de nutrientes en el follaje, (Concentración del elemento(%) x Masa foliar) se busca mantener un mínimo de 2 hojas debajo del racimo verde mas desarrollado o 5 niveles completos de hojas en cultivos mayores a cinco años

Sincronía entre demanda y oferta de fertilizantes

Bajo condiciones normales de cultivo:

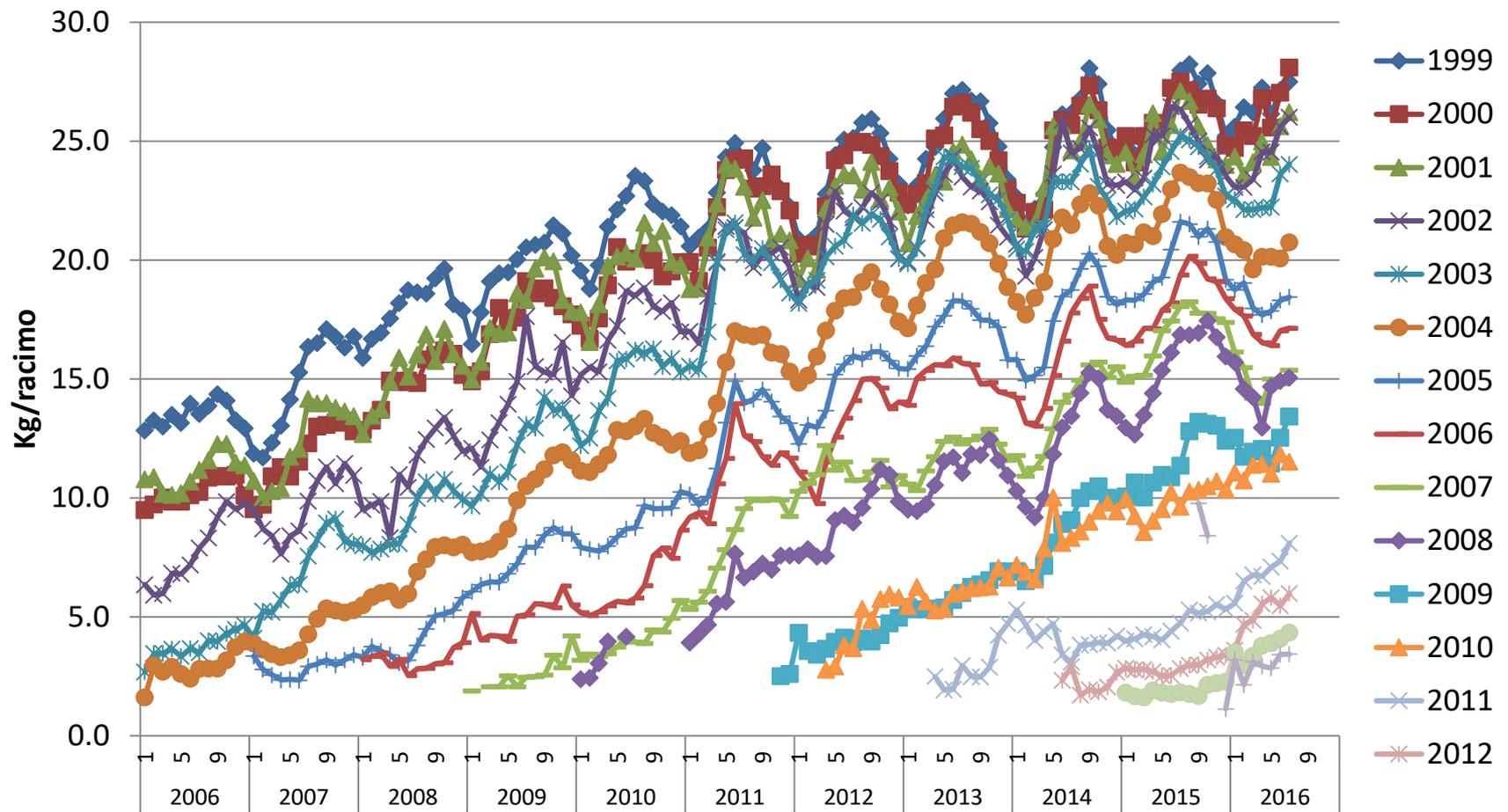
- El tiempo entre diferenciación sexual y cosecha son 24 meses.
- El factor determinante en la diferenciación sexual de primordios florales es el balance hídrico, por lo que el mayor número de racimos debería estar en cosecha 24 meses después de la temporada de lluvias.
- Normalmente los racimos polinizados en la época de verano están mejor polinizados que los que se polinizan en la época de lluvias debido a
 - 1. la pérdida de viabilidad del polen en época de lluvias y
 - 2. la mayor actividad de los polinizadores en la época de poca lluvia.

El programa de fertilización pretende :

- Preparar la palma antes del periodo de alta cosecha que debería coincidir con la época de lluvias, para que la mayor carga de racimos tenga el mayor peso.

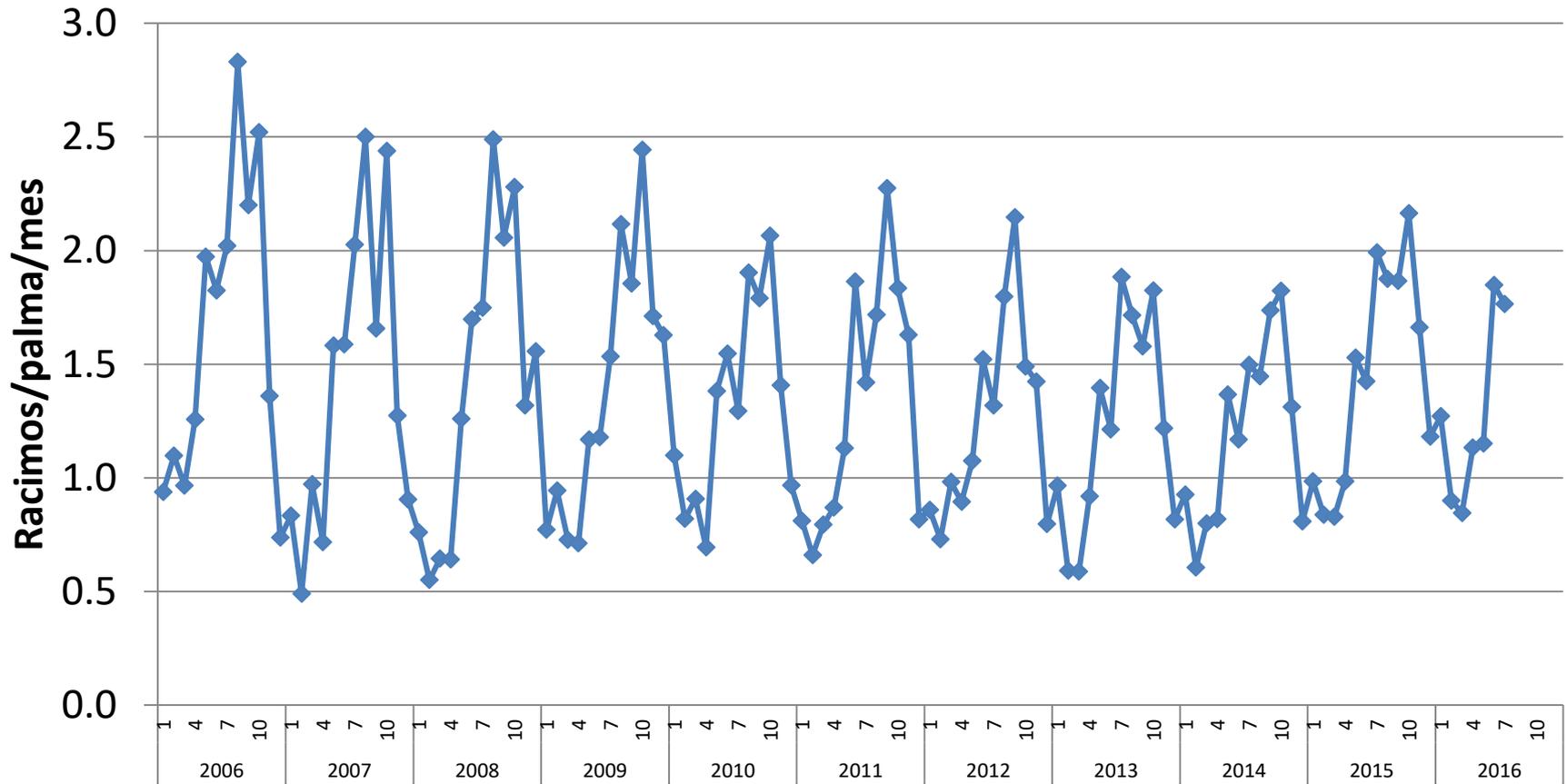
Sincronización entre oferta y demanda de nutrientes

Comportamiento histórico del peso medio de racimos

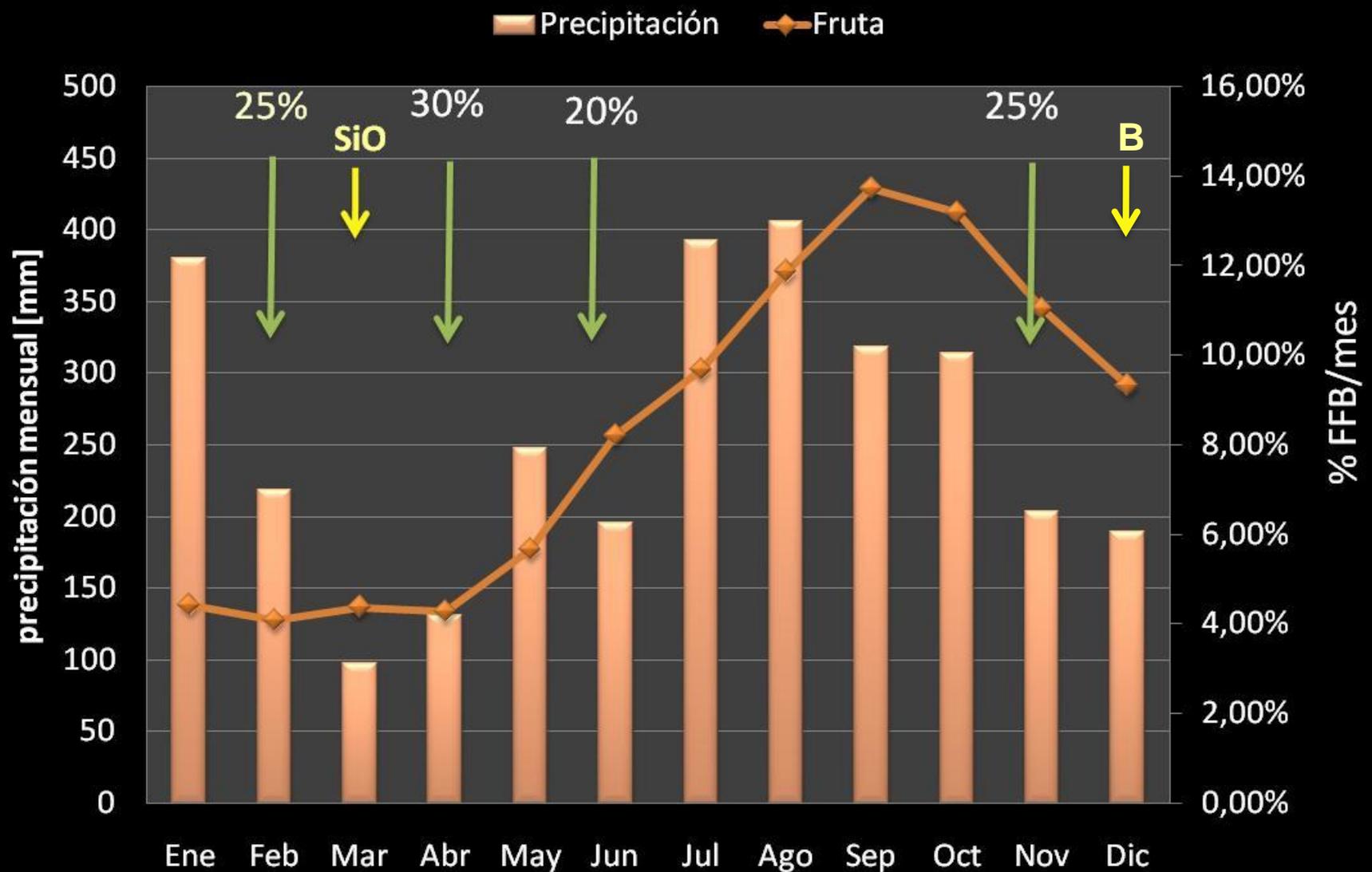


Sincronización entre oferta y demanda de nutrientes

Comportamiento estacional del número de racimos por palmar



Distribución anual de fruta, lluvia y aplicación de fertilizante

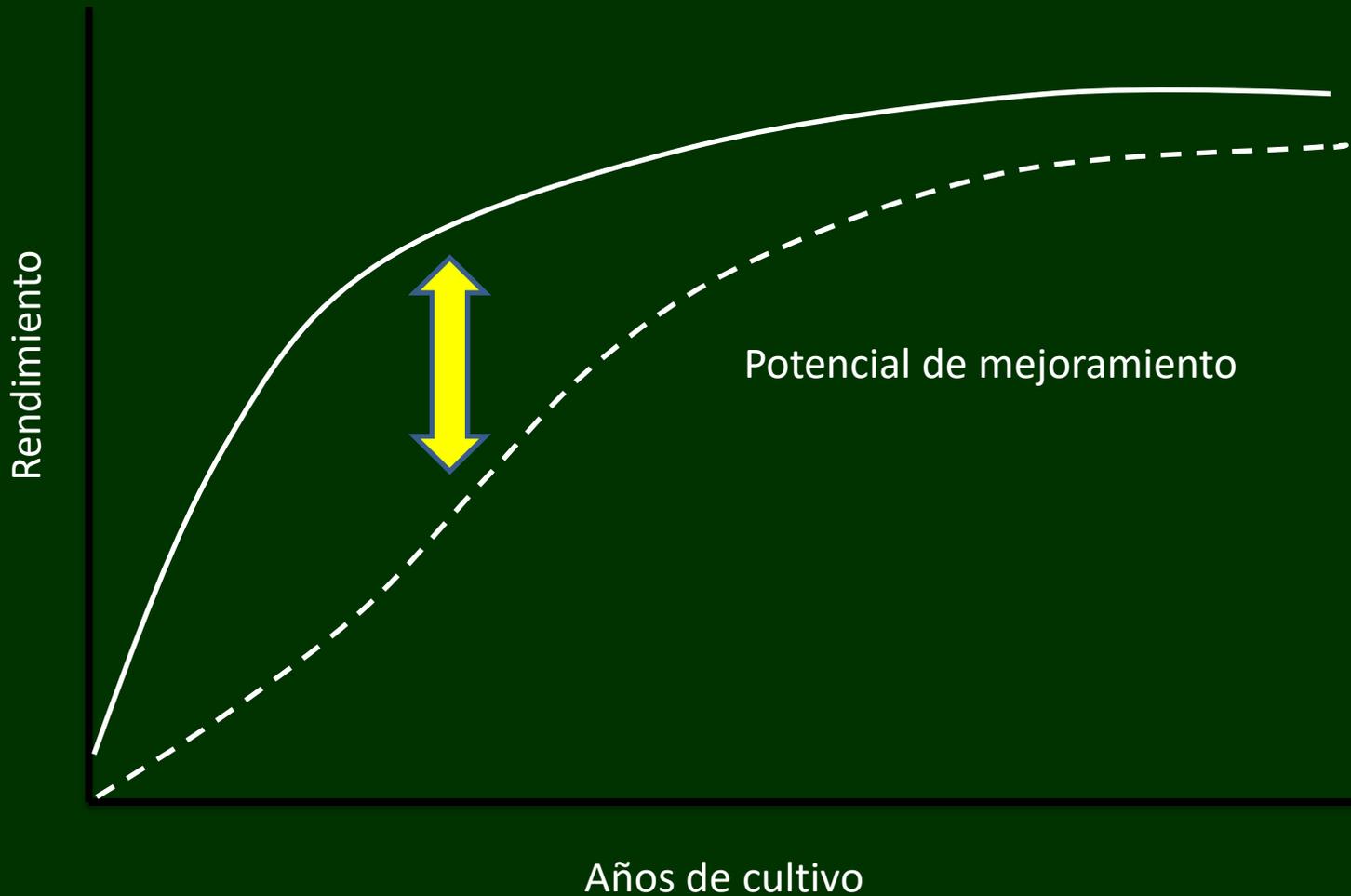


CERRANDO BRECHAS

PESO DE RACIMOS

NÚMERO DE RACIMOS

Definición de brechas de mejoramiento



Balance de nutrientes y carga de racimos/palma / (cinco meses)

Racimos/Palma		K				Total general
N	P	1	2	3	4	
1	1	5,06	7,48	8,06	4,94	6,39
	2	6,44	9,19	7,75	8,19	7,89
	3	6,07	8,65	8,60	8,13	7,86
	4	6,96	6,63	9,13	8,45	7,79
Total 1		6,13	7,99	8,38	7,42	7,48
2	1	7,50	7,77	6,63	8,60	7,62
	2	10,56	7,06	6,25	8,31	8,05
	3	7,38	6,68	4,82	9,63	7,13
	4	6,39	5,69	8,19	5,90	6,54
Total 2		7,96	6,80	6,47	8,11	7,34
3	1	7,19	8,13	9,63	10,50	8,86
	2	9,69	9,30	6,66	7,25	8,23
	3	8,63	8,81	7,15	9,24	8,46
	4	9,15	7,69	9,13	6,69	8,16
Total 3		8,66	8,48	8,14	8,42	8,43
Total general		7,58	7,76	7,67	7,99	7,75

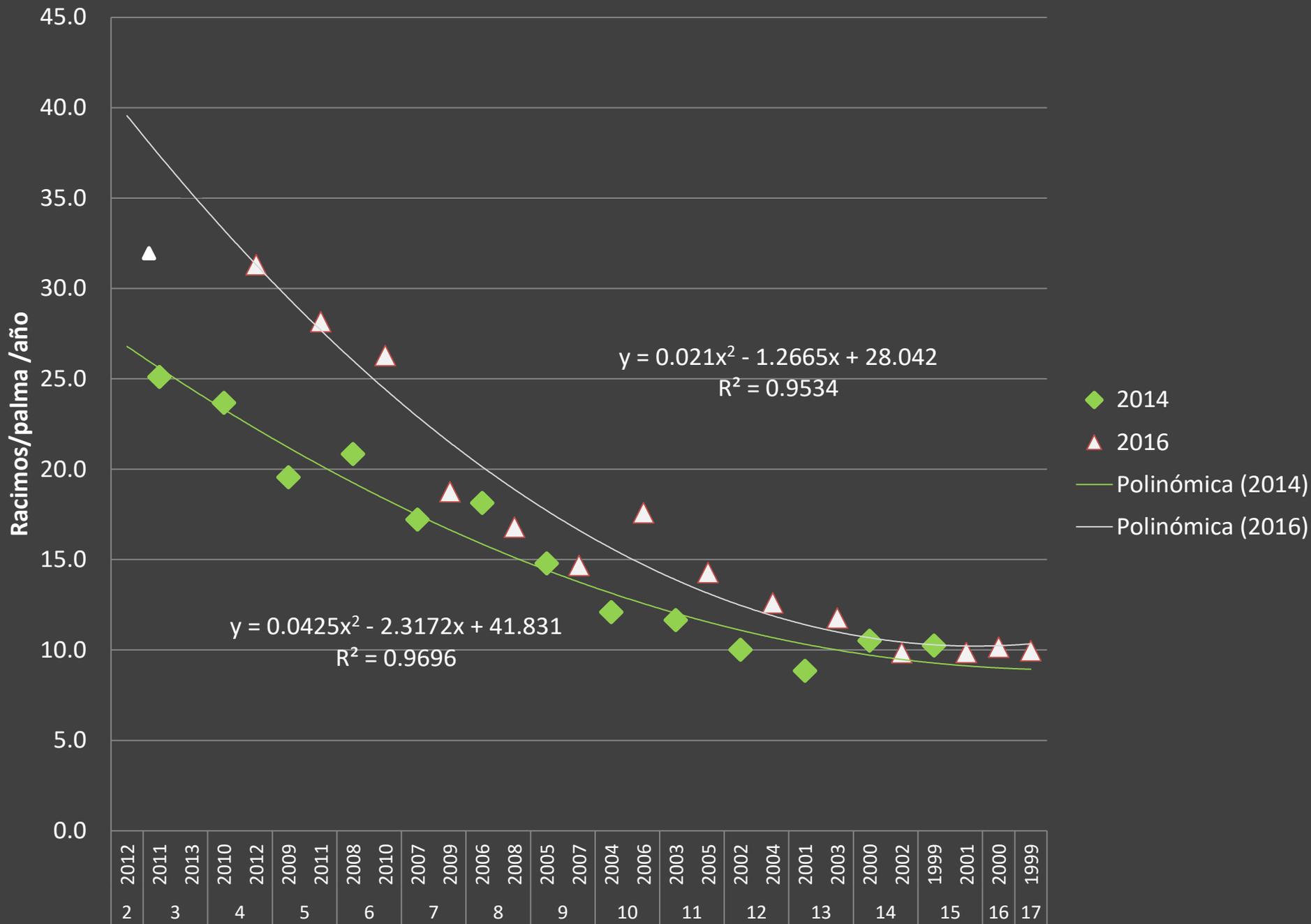
Balance de nutrientes y toneladas / ha producidas

Suma de TM/Ha N	P	K 1	2	3	4	Total General
1	1	19,97	26,25	31,78	16,46	23,62
	2	22,02	30,55	29,25	26,90	27,18
	3	20,00	29,96	30,47	28,89	27,33
	4	23,59	26,74	31,41	29,14	27,72
Total 1		21,40	28,38	30,73	25,35	26,46
2	1	25,39	31,10	26,71	32,10	28,83
	2	36,59	23,90	27,90	34,44	30,71
	3	29,07	28,56	17,69	31,61	26,74
	4	23,34	22,37	30,07	23,85	24,91
Total 2		28,60	26,48	25,60	30,50	27,79
3	1	24,07	35,45	36,99	38,84	33,84
	2	37,75	36,45	27,62	29,38	32,80
	3	32,25	32,98	26,23	35,08	31,63
	4	36,93	27,58	34,64	22,75	30,48
Total 3		32,75	33,11	31,37	31,51	32,19
Total general		27,58	29,32	29,23	29,12	28,81

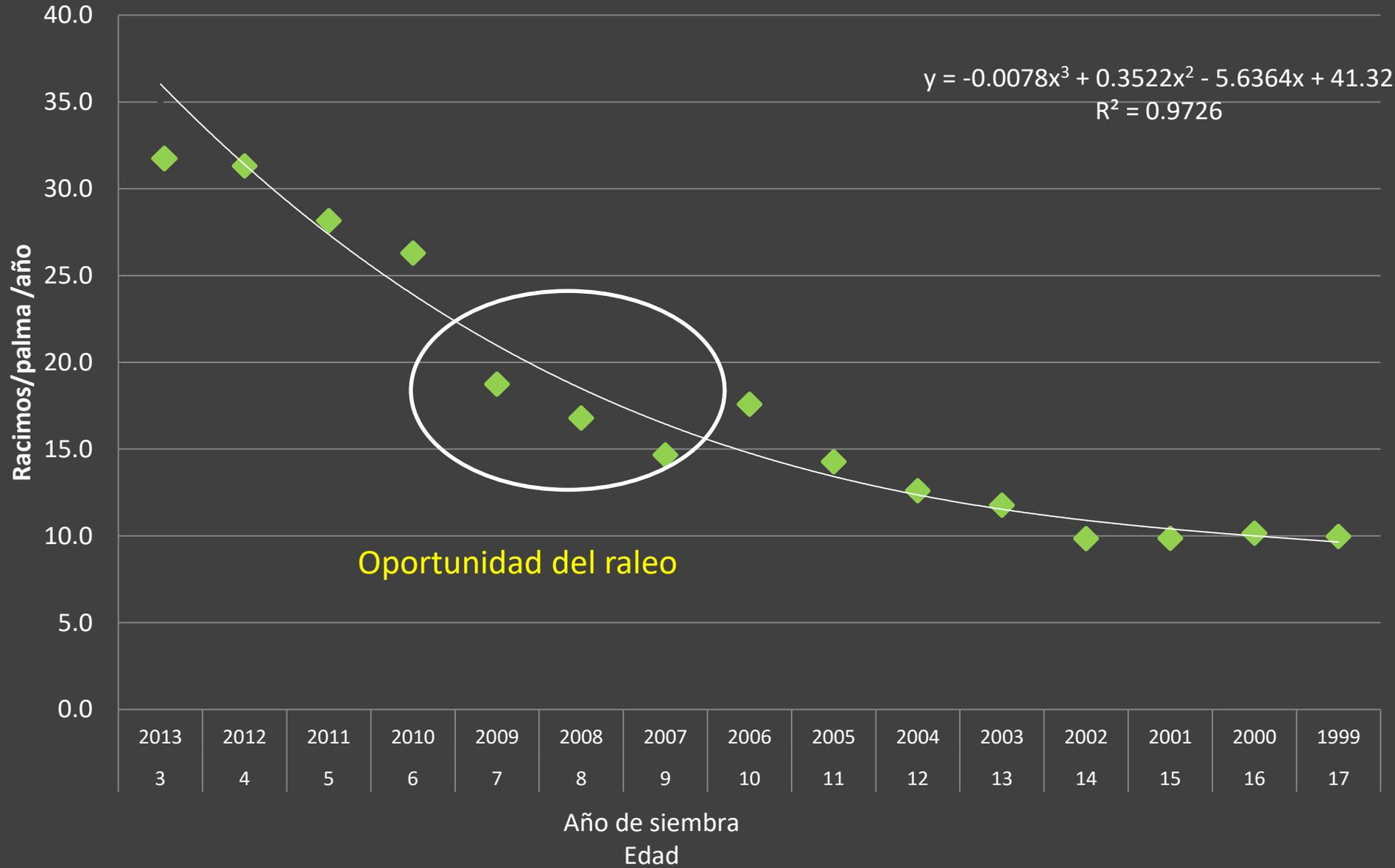
Balance de nutrientes y número de racimos/palma

- El balance adecuado de nutrientes puede influir el número de racimos/palma/año mediante una mayor emisión foliar, pero no afecta la diferenciación sexual.
- En todos los experimentos de la red de Potencial de respuesta (25 replicas distribuidas en Guatemala, Nicaragua, Panamá, Colombia y Brasil), las mayores dosis de nitrógeno están asociadas con una mayor emisión foliar y un mayor número de racimos.

Reducción en el número de racimos por palma /año según la edad de cultivo



Reducción en el número de racimos por palma /año segun la edad de cultivo

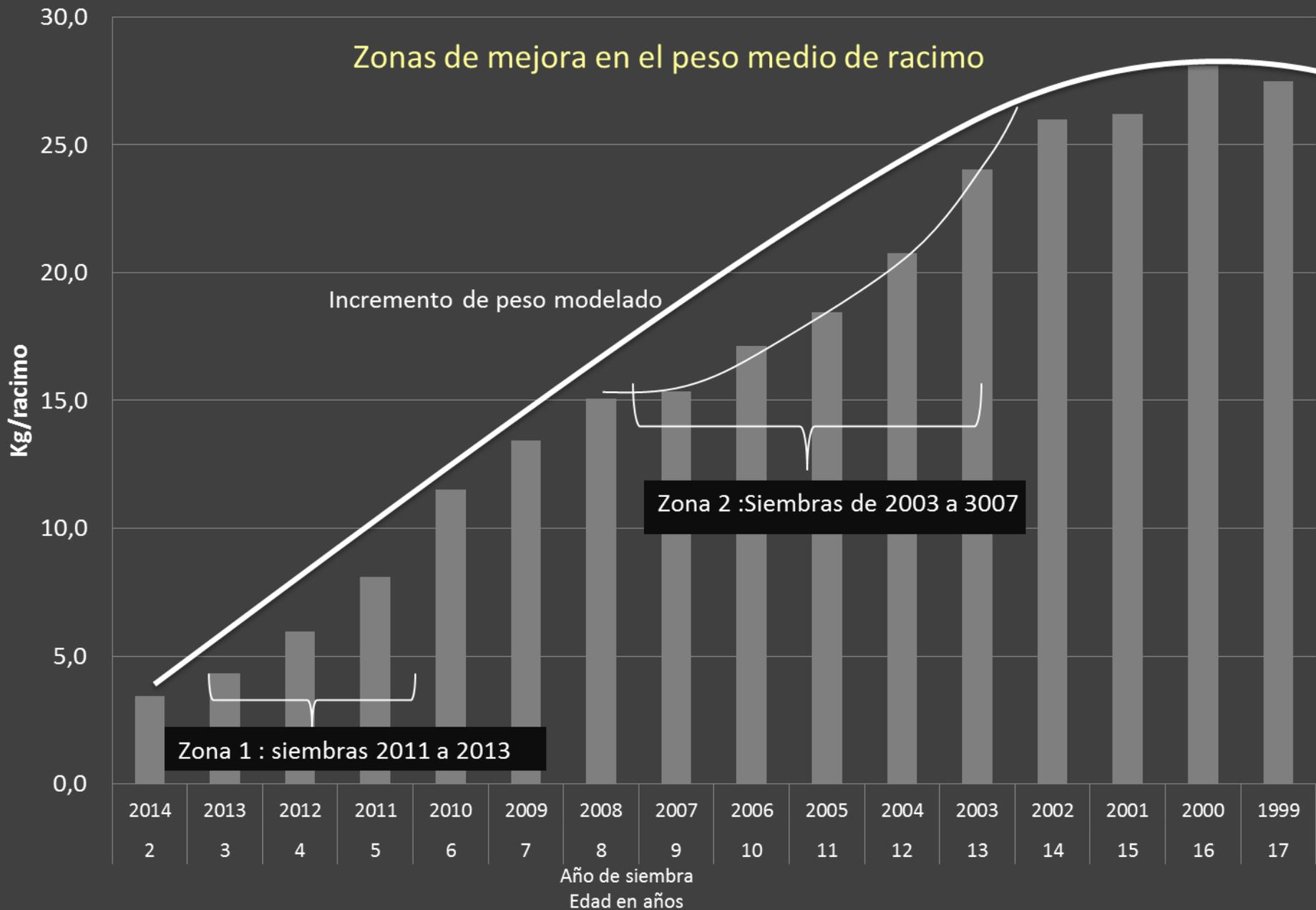


CERRANDO BRECHAS

PESO DE RACIMOS

MASA FOLIAR

Incremento del peso de racimo segun la edad de cultivo



Comportamiento histórico del área foliar por hoja por años de siembra

Promedio de Area Foliar Hoja (m 2)	año muestreo					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Año Siembr						
1999	11,6	12,1	12,4	12,8	12,1	12,3
2000	11,8	10,7	11,2	10,9	11,4	12,6
2001	10,3	10,6	10,4	10,6	11,1	12,0
2002	9,9	11,1	10,8	10,1	9,9	12,3
2003	9,2	8,7	9,5	9,8	11,1	11,4
2004	8,2	8,9	9,8	10,3	11,0	10,9
2005	8,0	9,4	10,0	10,0	10,4	11,0
2006	8,4	8,7	9,7	10,5	11,5	11,5
2007	6,8	7,4	6,7	8,4	9,5	9,8
 2008	5,6	7,2	5,8	7,1	9,0	10,3
2009		3,6	5,1	5,5	7,0	7,9
2010	1,3	2,5	4,0	5,4	6,7	8,3
2011		1,3	2,2	3,1	4,5	5,9
2012				2,6	3,0	4,9
2013					2,6	4,8
2014					1,8	2,3
2015						0,9

A partir del año 8 de cultivo ya se están produciendo hojas con mas de 10 mt2
 10 mt2 x 40 hojas = 400 mt2

Evolución del área foliar por palma por años de siembra

Promedio de Area Foliar Palma (m 2)	año					
	muestreo					
Año Siembr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1999	412,2	420,7	453,0	449,0	421,8	408,1
2000	425,2	384,4	403,5	395,6	392,0	421,0
2001	383,2	405,6	405,2	371,7	384,2	402,9
2002	381,0	433,6	426,4	408,7	379,3	432,2
2003	313,4	296,2	322,1	325,4	391,3	404,8
2004	294,1	321,1	349,5	375,4	378,9	368,5
2005	295,7	339,2	362,7	375,5	368,9	381,3
2006	324,6	320,4	346,3	381,0	394,1	386,6
2007	233,9	257,6	228,6	295,8	334,1	347,1
 2008	202,0	244,1	203,7	242,1	302,9	369,9
2009		122,2	178,5	204,9	272,2	288,2
2010	32,9	68,5	143,8	206,6	247,6	305,5
2011		29,4	67,2	112,5	184,2	218,5
2012				85,0	124,7	189,3
2013					100,0	172,2
2014					57,9	82,3
2015						19,3

A partir del año 8 de cultivo ya se debe contar con 400 mt2 de follaje /palma

Menos área foliar no permite alcanzar el peso potencial del racimo (Perdida de área foliar)

Evolución del peso seco de la hoja 17 por años de siembra

Promedio de Materia Seca Hoja (kg) año muestreo						
Año Siembr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1999	4,7	4,7	6,0	6,1	6,4	6,4
2000	4,9	4,7	5,4	5,4	5,7	5,9
2001	4,6	4,3	5,3	5,1	5,6	5,9
2002	5,2	4,9	5,4	5,4	5,9	6,1
2003	3,9	4,1	4,3	4,8	4,9	5,1
2004	3,8	4,1	4,6	5,0	5,3	5,5
2005	3,3	3,8	4,3	4,4	5,0	5,1
2006	3,2	3,7	3,9	4,5	5,0	5,1
2007	3,2	3,4	3,2	4,0	4,2	5,0
→ 2008	2,2	3,3	2,9	3,4	3,6	4,1
2009		1,7	1,9	2,4	2,9	3,3
2010		1,3	1,7	2,5	2,9	3,5
2011		0,9	1,1	1,4	1,9	2,5
2012				1,3	1,4	2,1
2013					1,3	1,6
2014					0,9	1,1
2015						0,6

En las siembras 2007 y 2008 se debería tener hojas de 5 kg. (Fertilización)

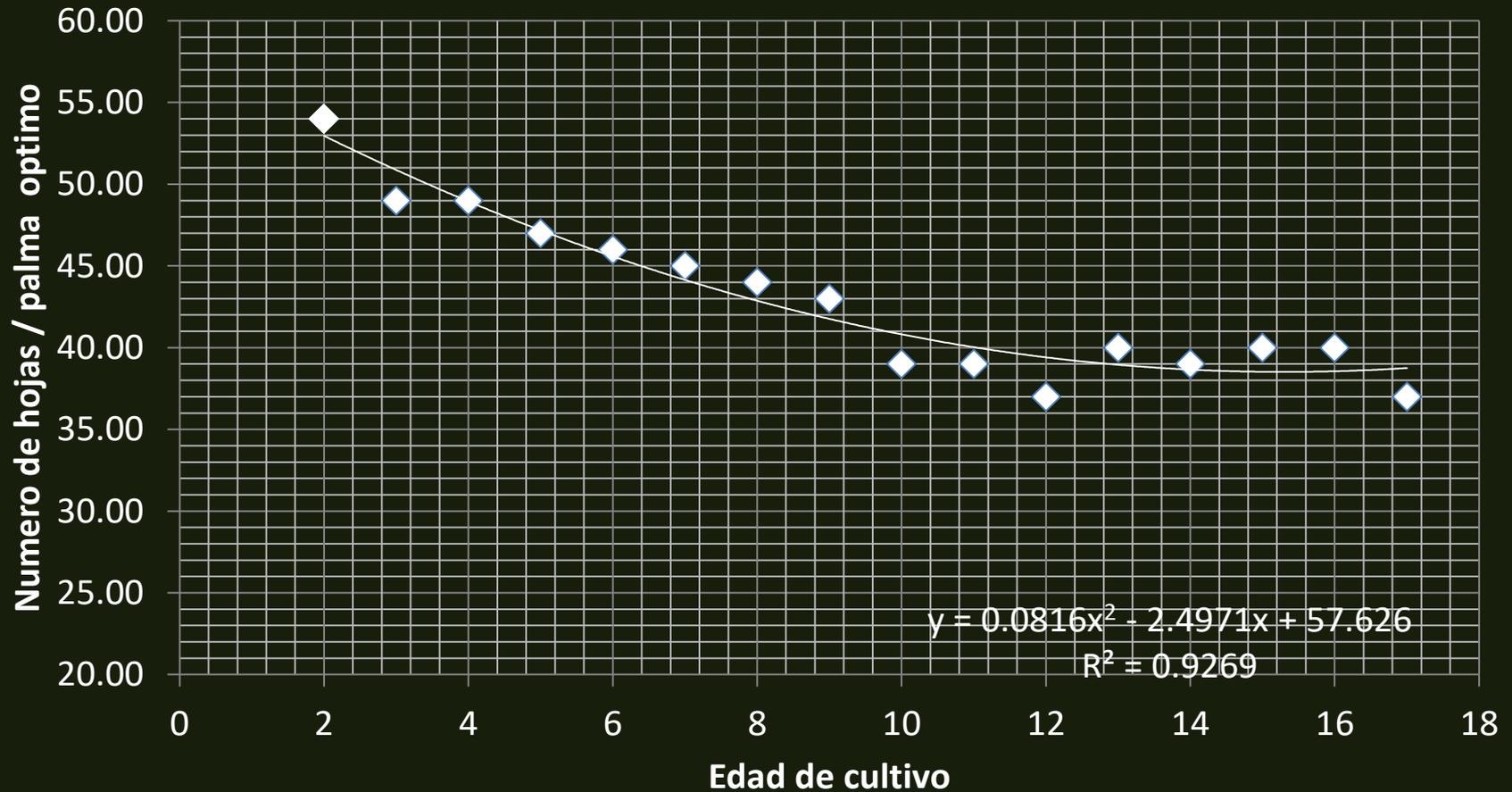
Evolución de la materia seca foliar/palma por años de siembra

Materia Seca Palma (kg)							
		año muestreo					
Año Siembr		2011	2012	2013	2014	2015	2016
1999		166,4	164,8	220,3	213,1	222,9	210,8
2000		177,0	165,6	194,6	198,0	196,0	197,8
2001		171,3	162,5	205,7	180,7	194,1	198,2
2002		201,9	192,0	211,8	217,3	225,7	214,4
2003		133,0	137,7	147,9	160,0	172,5	180,4
2004		137,1	147,2	162,2	180,6	182,1	184,9
2005		120,9	135,3	155,9	164,5	177,9	177,8
2006		124,0	136,3	140,8	161,7	171,2	173,0
2007		110,5	118,5	111,2	141,9	148,1	165,1
 2008		77,8	112,2	100,3	115,0	122,2	148,2
2009			55,9	67,3	88,5	114,0	118,6
2010		27,2	35,0	62,0	94,4	107,5	129,3
2011			20,7	34,5	48,6	77,3	94,3
2012					42,8	56,5	78,8
2013						47,8	59,5
2014						28,4	38,1
2015							13,2

Perdida de materia seca
188
164

A partir del año 8 de cultivo ya se debería contar con una masa foliar de 200 kg de materia seca / palma.

Modelo de número óptimo de hojas /palma para máximo aprovechamiento de energía solar



Estrategias de Nutrición

- Suficiente
 - Ajuste por materia seca foliar faltante
 - Reposición por extracción de fruta
- Oportuna
 - Sincronía entre demanda y oferta de nutrientes
- Balanceada
 - Balance en suelo, raquis de hoja y follaje

Número de axila foliar	Etapa	Descripción	Etapa para la determinación de componente de rendimiento		Meses < madurez del racimo
			Peso del racimo	Número de racimo	
H+30 H+26	7	Madurez			3
			Peso del fruto	Malogro del racimo Malogro inflorescencia	
H+18	6	Antesis			6
H+8	5	Inicio de rápida expansión del eje central	Peso de la estructura (F3)*	Aborto	11
H-2	4	Diferenciación de la espiguilla	Número de espiguillas y peso de la estructura (F2)*		16
H-10	3	Inicio de la espiguilla			
H-18			Flores por espiguilla y peso de la estructura (F1)*	Diferenciación sexual	24
H-24	2	Inicio de la primera bráctea debajo de la espiguilla			
H-48	1	Inicio del primordio floral		Número de primordios florales	39
H-52	0	Inicio del primordio foliar			

Figura 8. Etapas en el desarrollo de la inflorescencia en la palma de aceite (números medios de las axilas de las hojas de varias disecciones en el Sureste de Asia) y las etapas en las cuales se determinan los componentes del rendimiento (Breure y Menéndez, 1990). La hoja más joven completamente abierta se numera como +1. A las hojas más viejas se dan números consecutivamente más altos, y a las hojas más jóvenes, todavía cerradas, números negativos contando hacia el punto de crecimiento.

Niveles foliares según los rangos de producción I

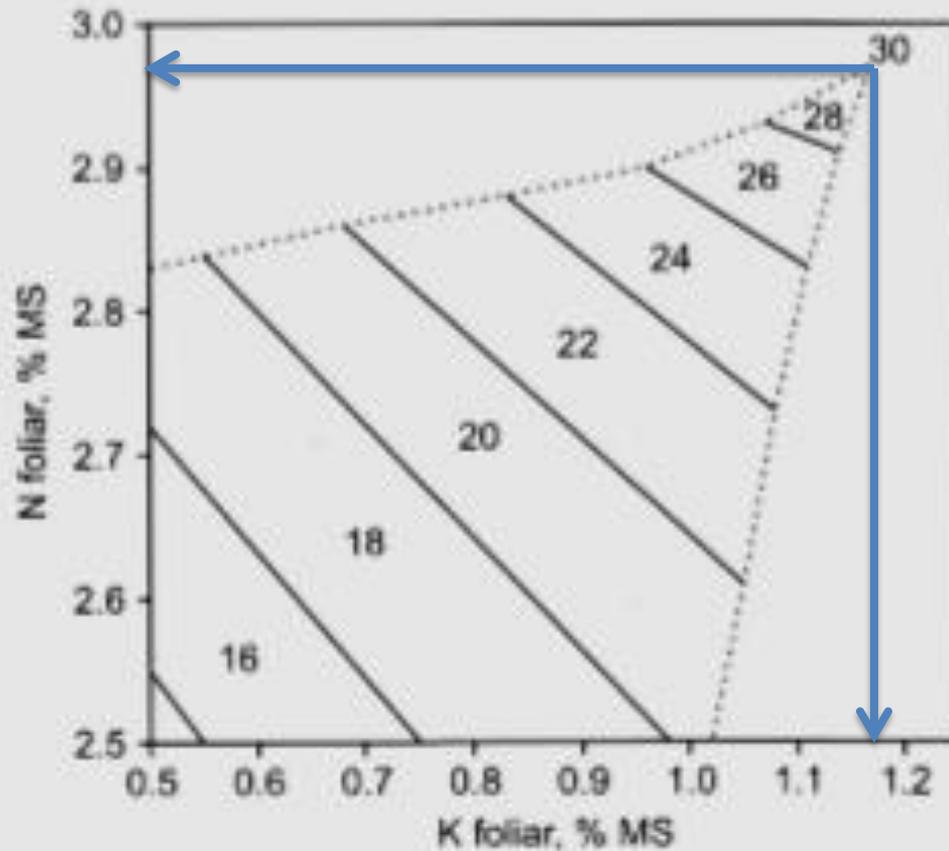
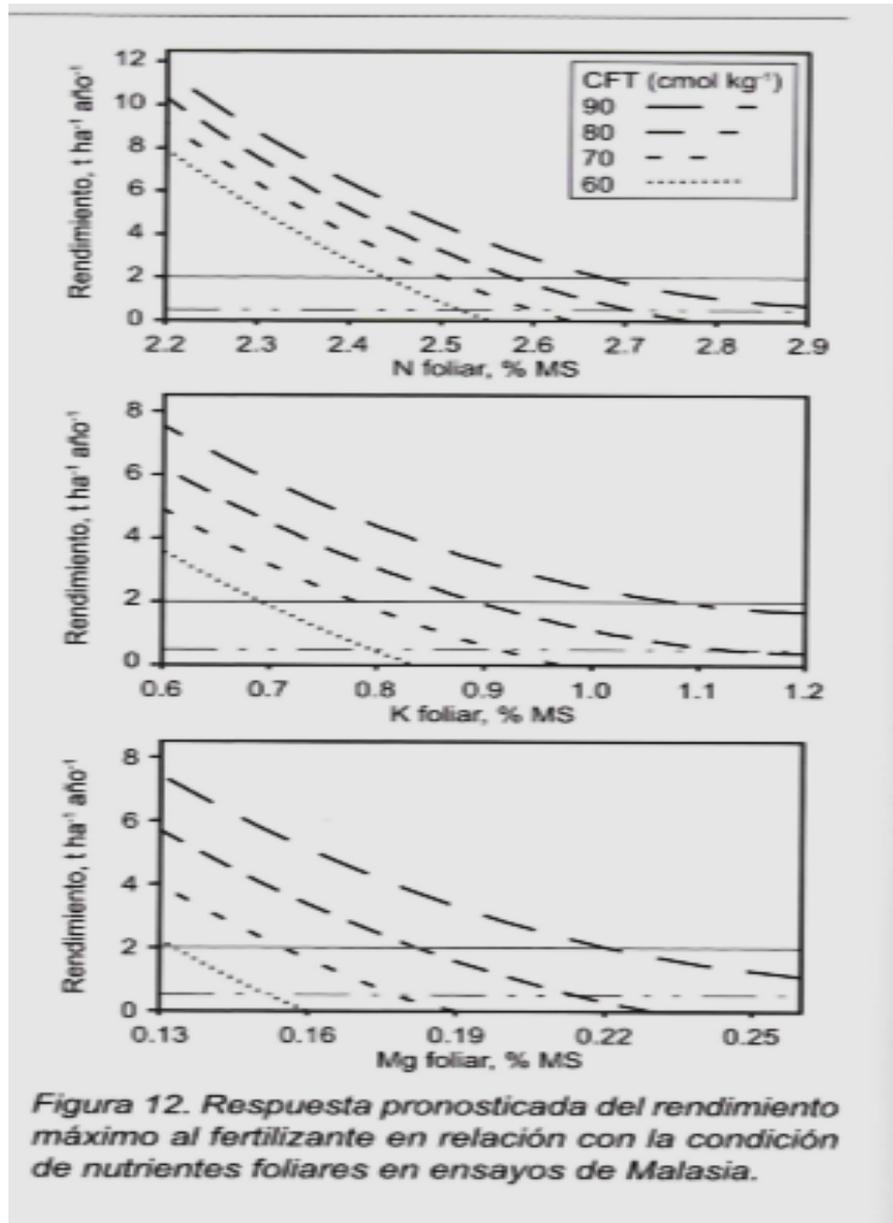


Figura 3. Isocuantas de rendimiento ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$) para un ensayo en un suelo derivado de granito en Malasia (Foster y Chang, 1977a).

Niveles foliares críticos según las bases totales



Entre mayor sea el contenido de bases totales en follaje, los niveles óptimos de N, K y Mg a los cuales hay respuesta en producción son mayores

Niveles críticos variables

Niveles críticos para la concentración de nutrientes en follaje y suelo

NATURACEITES NIVELES CRÍTICOS

TIPO	ELEMENTO		POLOCHIC		FTN	
			ENSAYOS	L. COMERCIALES	ENSAYOS	L. COMERCIALES
FOLIARES	N	%	≥2.72	2,98	≥2.75	2,92
	P		≥0.18	0,18	≥0.18	0,17
	K		1,1	≥1.15	≥1.06	0,94
	Ca		≤0.7	0,7	≤1.1	≤0.92
	Mg		0,38	0,39	≤0.35	0,32
	(Ca+Mg)/K		≤1	0,76	≤1.5	≤1.32
SUELO	P	ppm	≥20	37	≥5	≤12.5
	K	meq/100 g	≥0.40	0.22-0.30	≥0.15	≤0.36
	Ca		≤1	≤0.44	≤4	<4
	Mg		≤0.6	Indefinda	≤0.74	≤1
	(Ca+Mg)/K		≤10.5	≤19	≤40	≤17.8

Comportamiento histórico de la concentración de nutrientes en follaje Izabal

Valores	Año analisis		2013	2014	2015	2016	Total general
	2011	2012					
N (%)	2,82	2,84	2,79	2,86	2,80	2,82	2,82
P (%)	0,160	0,160	0,155	0,162	0,161	0,164	0,161
K (%)	0,93	0,97	0,94	1,03	0,95	0,97	0,97
Ca (%)	0,68	0,67	0,62	0,63	0,68	0,63	0,65
Mg(%)	0,26	0,26	0,25	0,27	0,28	0,27	0,27
S (%)	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16	0,17
B (mg / Kg)	15,16	15,49	17,07	18,46	16,22	17,92	16,80
Analisis	354	375	369	486	498	413	2495

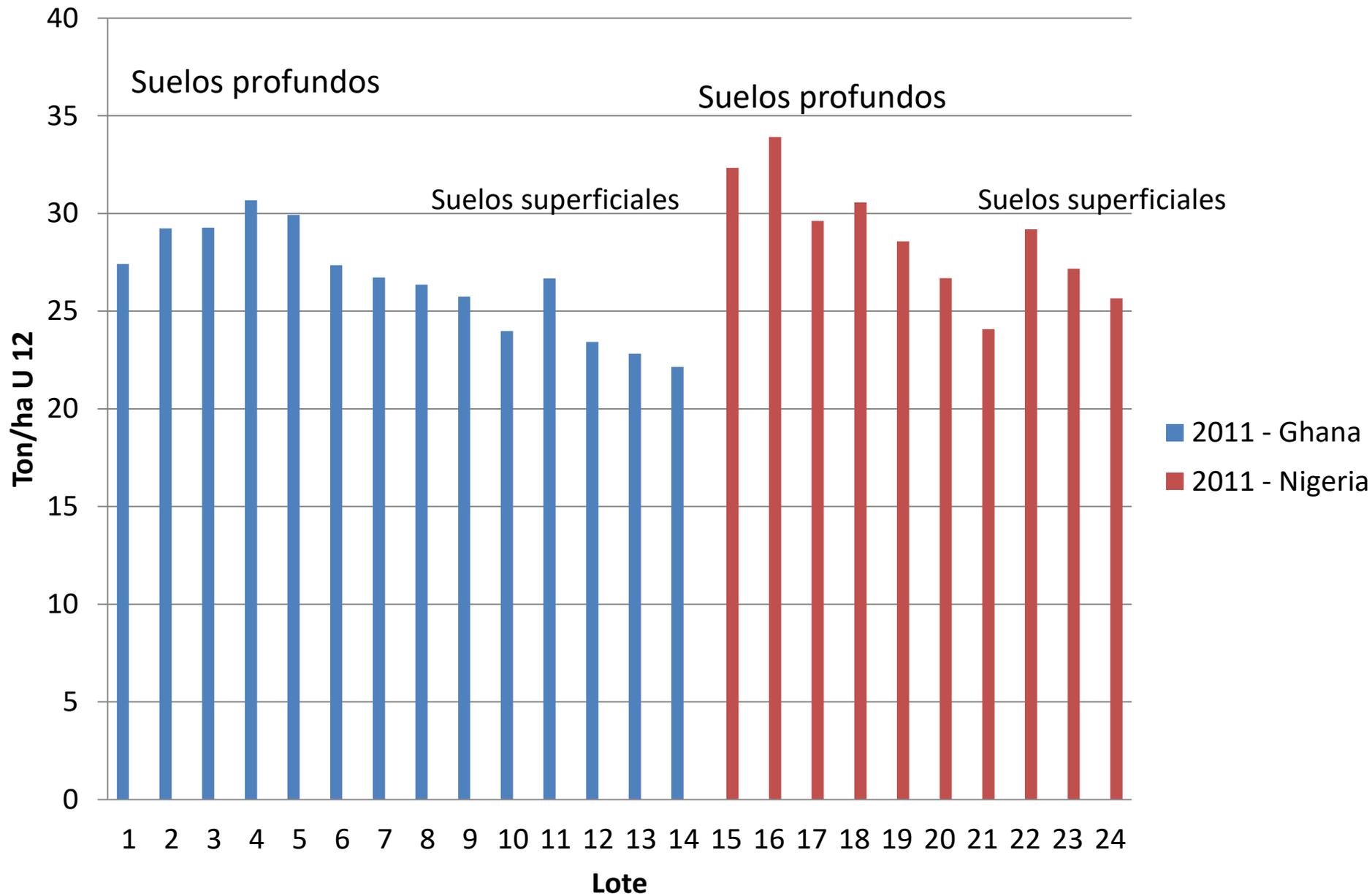
**CERRANDO BRECHAS A NIVEL DE
PARCELAS**

Determinación de potenciales de producción por región

- En cada plantación, el potencial de producción real lo define el lote de máxima productividad.
- Todos aquellos lotes que producen menos que el potencial constituyen posibilidades de mejora.
- Generalmente las variaciones en la productividad de parcelas semejantes (variedad y edad, zona) no obedecen a estrategias del programa de nutrición; obedecen a limitaciones físicas y/o químicas específicas de cada parcela (texturas, compactación, piedra superficial, drenaje impedido, suelos superficiales, suelos de ladera, sales etc) que requieren acciones específicas del equipo de campo.

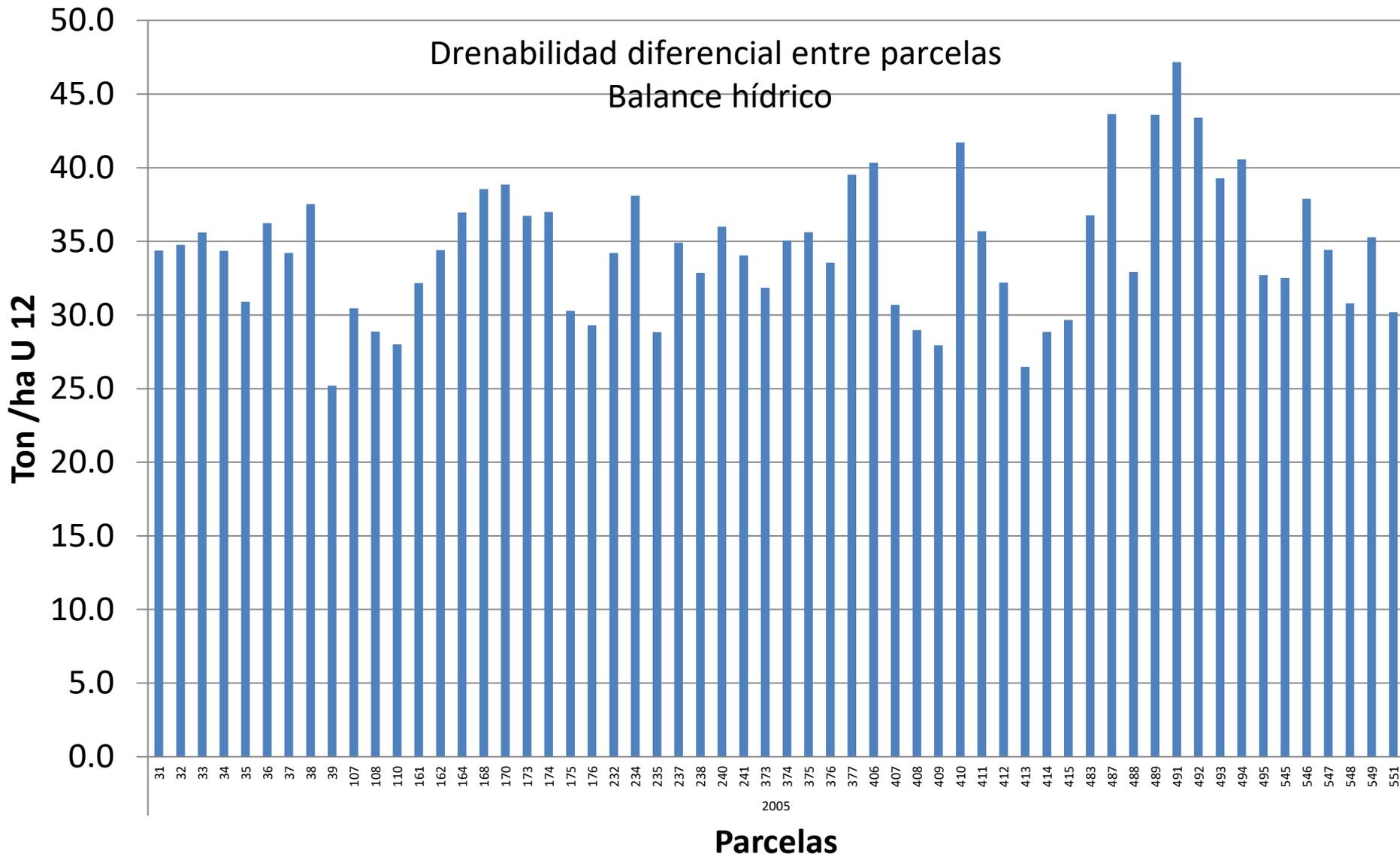
Proyecto 2011

Productividad Racimos/palma a Julio 2016 por Finca y lote



Cerrando brechas de producción entre parcelas Ton/ha U 12 a julio 2016

Lotes de siembra 2005



CERRANDO BRECHAS A NIVEL DE SUB PARCELA

MEJORANDO LA PRECISIÓN DE DIAGNÓSTICO

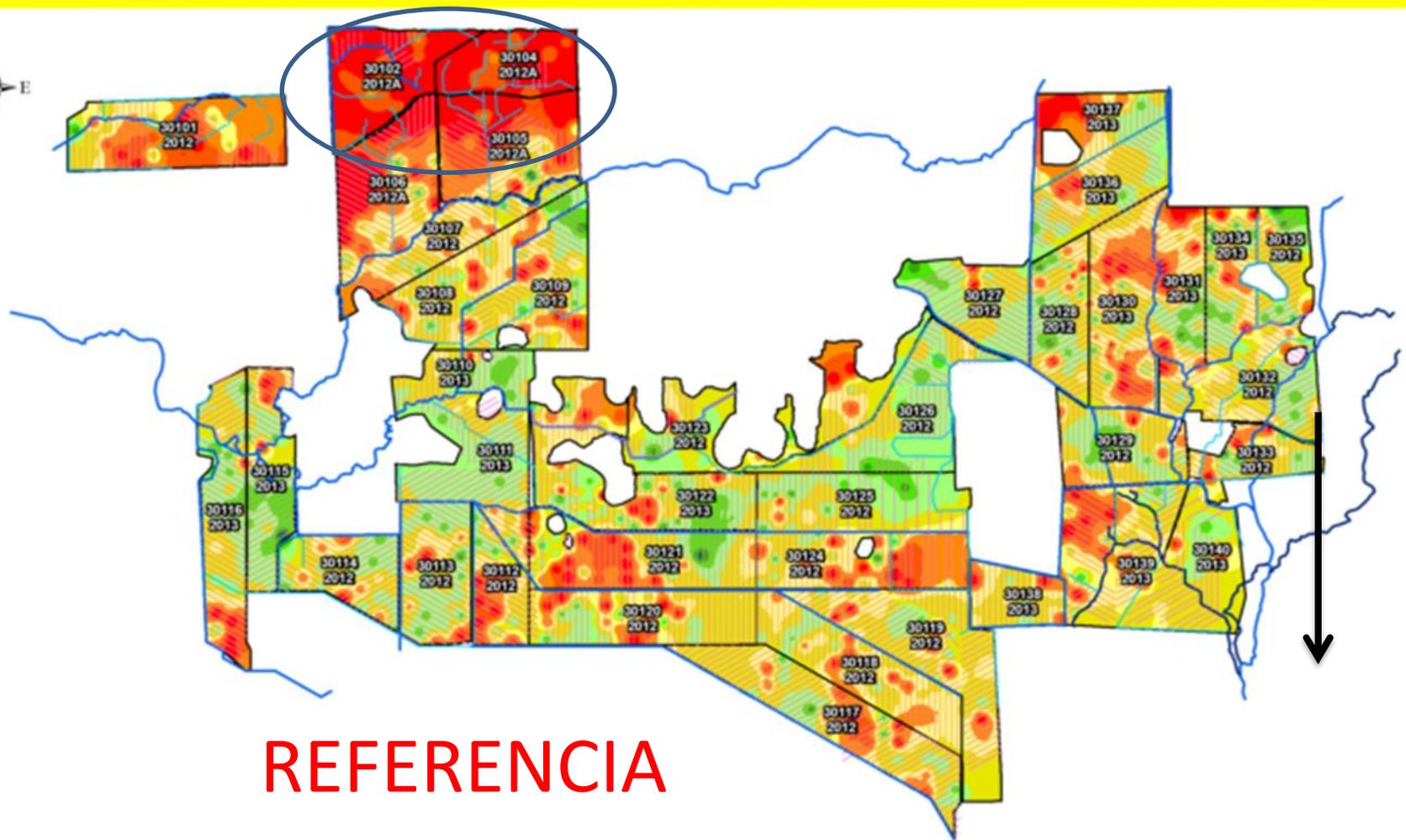
Evaluación de carga georeferenciada

Objetivo

- Determinar problemática del cultivo a nivel de sub parcela con precisión de 1 ha.
- Los conteos de carga de racimos se realizan en las LSU
- Cada LSU esta georeferenciada.
- Con los valores y la georeferenciación se dibuja un mapa de carga por finca.

Región SLP - Finca San Martín

Número de racimos por palma

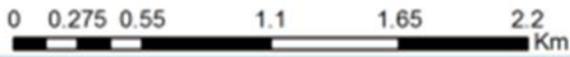


REFERENCIA

Leyenda
Racimos por Palma

0.00 - 2.00	10.00 - 12.00
2.00 - 4.00	12.00 - 14.00
4.00 - 6.00	14.00 - 16.00
6.00 - 8.00	16.00 - 18.00
8.00 - 10.00	

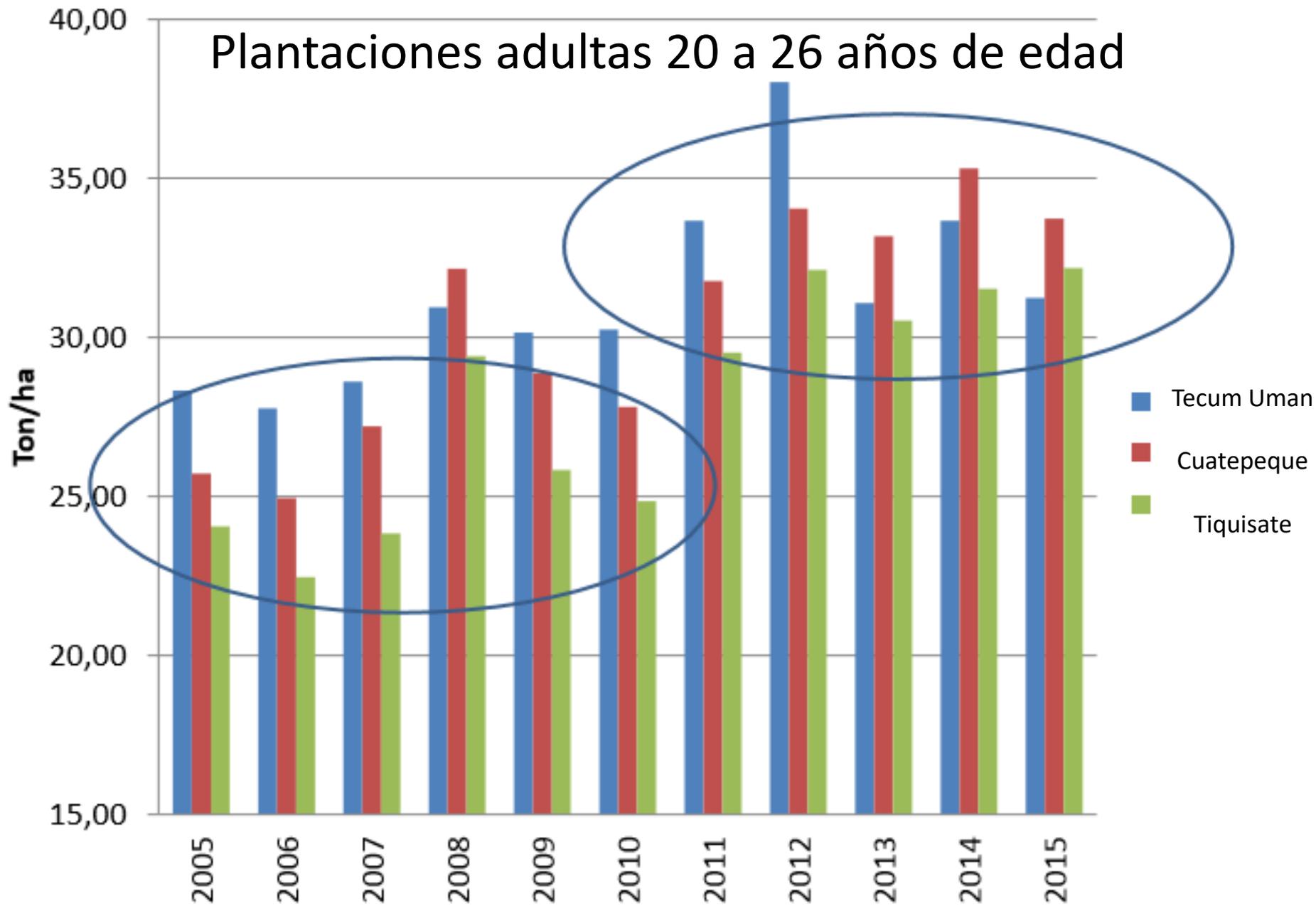
- Drenaje Natural
- Drenaje Primario
- Drenaje Secundario
- Drenaje Terciario



**RESULTADOS OBTENIDOS EN
DIFERENTES REGIONES EN
GUATEMALA**

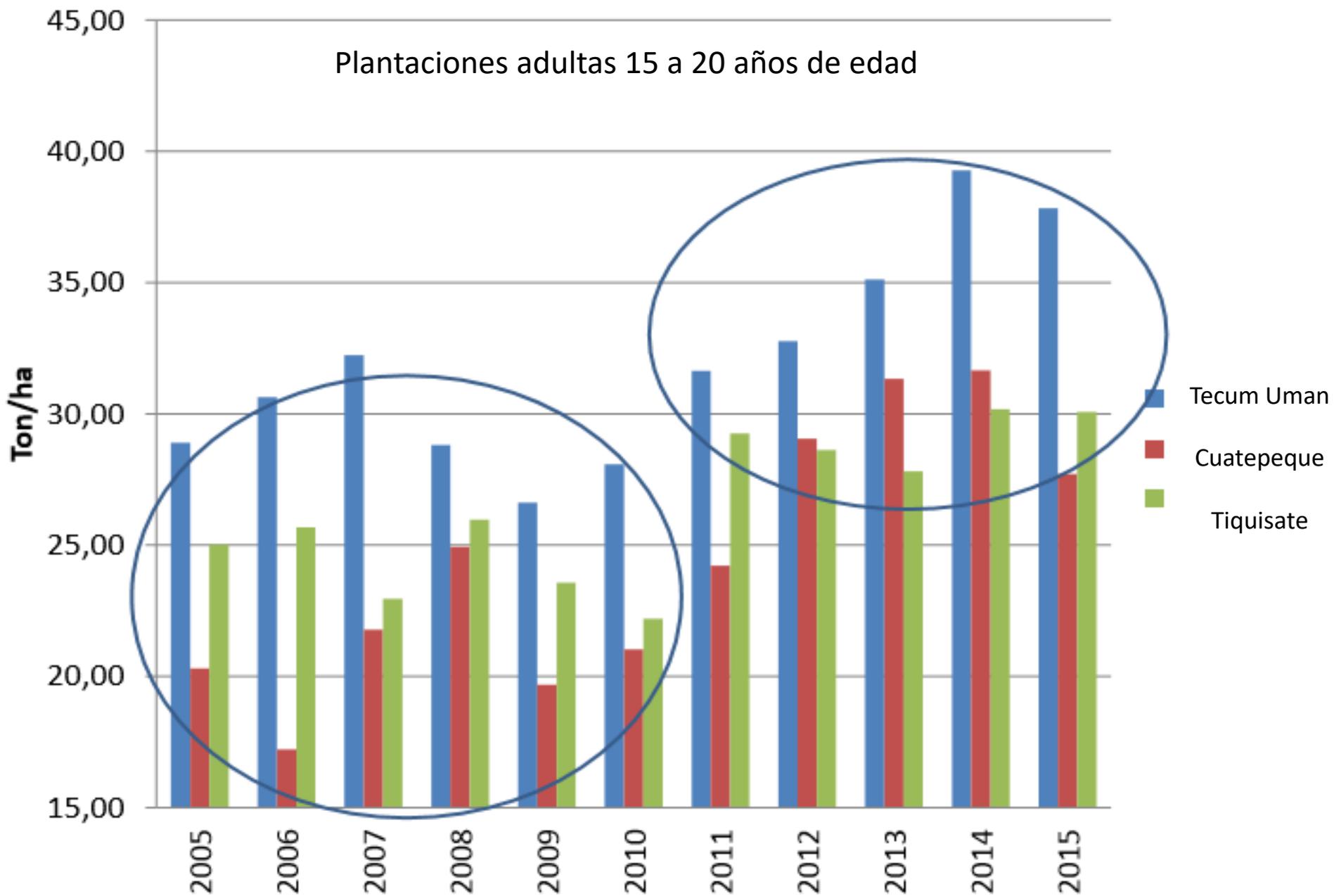
Productividad historica de cultivos de 1990 a 1995

Plantaciones adultas 20 a 26 años de edad



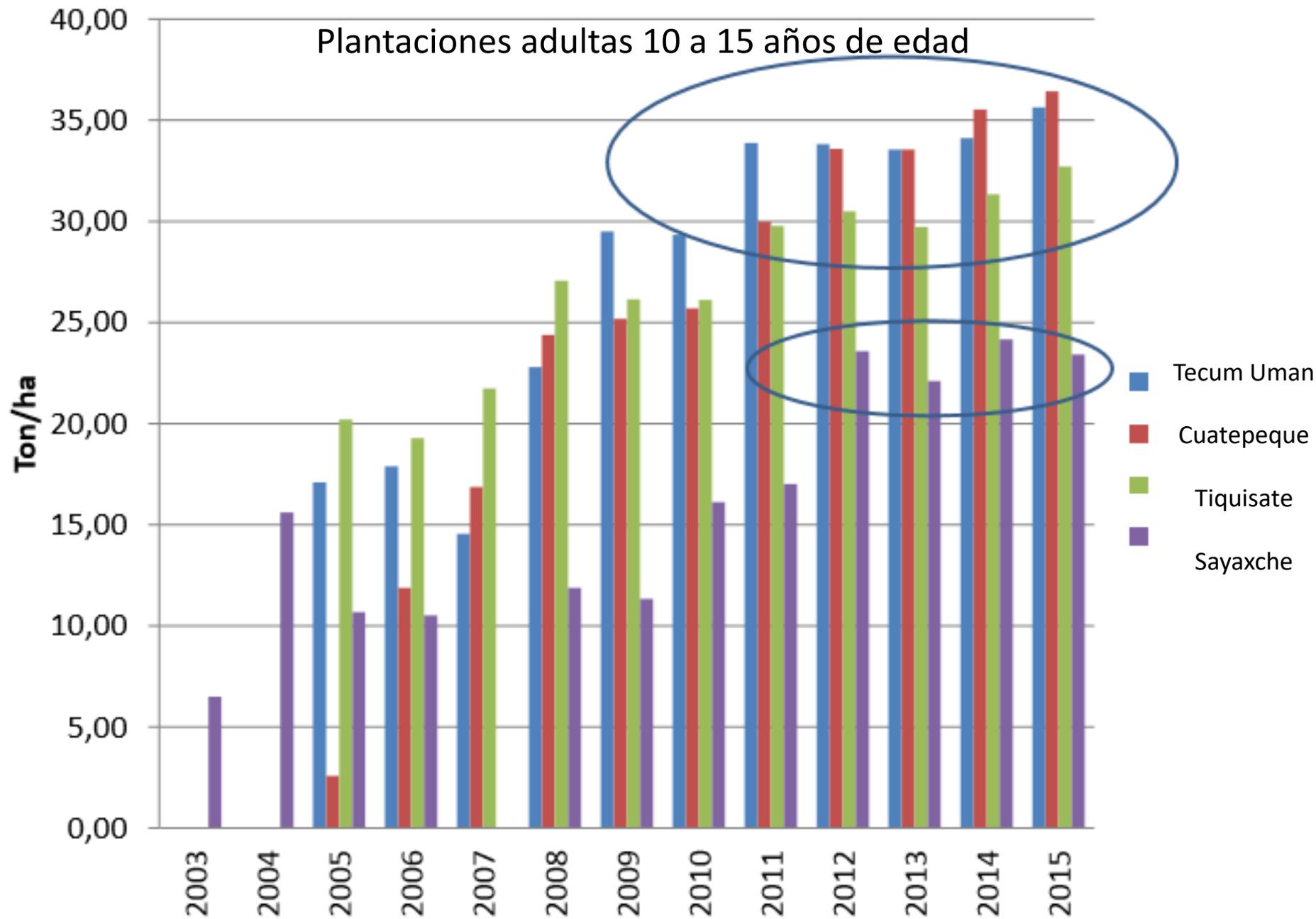
Productividad historica de cultivos de 1996a 1999

Plantaciones adultas 15 a 20 años de edad



Productividad historica de cultivos de 2000 a 2005

Plantaciones adultas 10 a 15 años de edad



Evolución de la productividad por zona y año de siembra Tecún Umán

Promedio de Ton/Ha U 12		Año											
ZONA	SIEMBRA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Años para llegar a 30 Ton/ha
Tecun Uman	1990	25,74	26,71	24,16	30,83	27,50	33,41	31,42	35,17	32,54	31,44	30,89	19
	1992	23,71	25,17	25,12	26,09	22,89	27,18	27,08	32,39	29,54	30,15	30,22	21
	1994	31,96	33,11	35,97	33,18	28,40	34,11	34,65	39,98	38,73	39,71	35,73	12
	1997	29,09	30,04	36,56	32,08	27,94	32,68	37,21	41,91	37,97	38,74	36,61	10
	2003		20,49	26,35	26,07	27,69	30,34	34,41	35,11	33,02	35,93	37,09	8
	2004		1,76	12,49	22,06	23,86	25,25	32,66	34,88	34,92	36,43	35,89	8
	2005			6,48	21,46	27,06	30,94	33,21	32,12	29,66	30,18	32,26	6
	2006				15,05	24,08	25,49	30,19	34,28	31,82	32,23	36,74	6
	2007					11,71	21,64	23,99	22,80	27,87	33,65	28,97	8
	2008							6,81	19,73	29,74	32,93	30,87	7
	2009							20,78	23,54	28,46	29,82	30,35	7
	2010								12,18	22,01	30,34	30,70	5
	2011									12,55	20,64	26,81	
Total Atlantida		26,84	22,60	21,49	25,29	25,41	29,41	28,66	28,08	28,30	30,80	31,50	
Años de siembra con 30 o mas ton/ha		1	2	2	3	0	5	7	8	6	10	10	

Evolución de la productividad por zona y año de siembra Cuatepeque

Promedio de Ton/Ha U 12		Año											
ZONA	SIEMBRA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Años para llegar a 30 Ton/ha
Cuatepeque	1995	25,21	26,65	30,34	32,83	26,61	29,01	33,11	32,86	35,91	34,96	31,87	13
	1999	22,66	21,30	22,71	26,82	20,11	23,63	28,95	30,83	34,41	32,87	30,37	14
	2003	6,65	15,02	17,88	25,35	25,99	27,05	32,26	33,47	34,94	35,91	35,23	9
	2007					7,30	12,31	21,03	24,80	30,75	32,64	30,19	7
	2008							4,79	2,98	19,43	33,18	25,94	7
	2009						0,38	14,88	21,61	31,15	28,86	27,56	5
	2011									11,36	19,12	24,86	
	2012										10,82	23,27	
	2013										0,28	13,24	
Total general		19,29	21,07	23,41	27,95	20,02	19,34	22,36	24,87	29,28	26,40	27,31	
Años de siembra con 30 o mas ton/ha				1	1	0	0	2	3	5	5	4	

Evolución de la productividad por zona y año de siembra Tiquisate

Promedio de Ton/Ha U 12		Año											
ZONA	SIEMBRA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Años para llegar a 30 Ton/ha
Tiquisate	1993	24,71	35,71	28,75	30,13	28,52	31,60	33,24	35,32	32,11	32,76	33,35	14
	1994	22,46	22,44	25,90	26,15	22,54	24,01	27,05	33,22	30,44	30,90	32,93	19
	1999	29,67	28,35	28,52	27,07	21,43	24,67	31,78	29,48	29,73	29,26	32,46	13
	2000	19,85	24,44	28,68	25,84	26,57	28,02	30,18	32,83	31,66	33,55	35,16	12
	2001	12,93	17,52	20,15	22,62	21,90	22,44	22,99	27,48	27,04	26,48	23,80	
	2004		3,59	14,40	22,36	29,18	27,34	28,83	28,62	30,23	33,31	33,86	10
	2007					9,99	25,08	27,06	26,74	28,60	31,70	33,12	8
	2009							12,42	23,85	30,16	31,77	30,28	5
	2010							0,25	17,32	28,23	32,47	31,14	5
	2011									6,16	15,83	21,32	
	2012										8,73	23,35	
	2013											10,85	
Total general		21,67	23,57	26,06	26,48	24,03	26,56	23,22	28,52	29,23	29,99	29,95	
Años de siembra con 30 o mas ton/ha		0	1	0	1	0	1	3	3	5	6	7	

Evolución de la productividad por zona y año de siembra

Izabal

Mes	4										
Promedio de Ton/ha U13	Etiquetas de columna										Años en llegar a 30 ton/ha
Etiquetas de fila	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1999	24,22	24,76	24,71	21,74	23,54	27,54	29,48	31,74	28,47	33,62	14
2000	23,81	24,73	27,56	23,48	22,10	27,96	29,14	32,17	28,36	34,05	13
2001	26,07	24,00	27,84	23,72	22,53	29,66	26,32	26,88	25,88	31,32	14
2002	20,23	26,61	29,45	21,95	23,54	29,22	27,50	28,63	27,81	33,10	13
2003	13,19	24,66	30,54	28,26	27,48	32,78	29,81	33,07	31,17	35,08	8
2004	8,13	14,30	25,26	28,98	27,96	32,43	31,03	32,17	30,37	35,53	7
2005		4,98	11,69	22,80	24,19	31,79	32,97	33,48	30,05	36,12	6
2006			11,68	15,77	19,95	31,49	33,22	33,73	31,93	39,07	5
2007				7,16	11,20	28,28	29,18	31,92	31,14	32,73	6
2008						24,21	31,27	35,44	35,84	35,57	5
2009							12,97	18,90	27,89	32,62	6
2010							13,01	20,26	29,82	35,78	5
2011								10,75	14,16	20,67	
2012									6,38	15,52	
2013										7,24	
2014											
Total general	20,78	19,31	22,04	22,83	23,71	30,03	30,20	31,37	27,97	30,55	
Años de siembra con mas de 30 to/ha	0	0	1	0	0	4	4	8	6	12	

Oportunidades de mejora en peso de racimos

Evolución de la productividad peso medio de racimos

Mes	4									
Promedio de Peso racimoU 12										
Etiquetas de fila	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1999	13,18	16,36	18,49	20,32	22,09	23,01	24,46	24,71	25,73	26,82
2000	10,45	12,89	15,75	18,07	20,10	22,47	23,93	24,17	25,58	26,23
2001	11,04	13,46	16,09	18,50	20,39	21,59	22,81	23,15	24,93	24,80
2002	8,56	9,94	12,13	15,49	18,02	20,17	21,74	21,97	24,17	24,58
2003	4,34	7,87	10,03	13,05	16,23	19,80	21,25	22,52	23,01	23,61
2004	3,13	4,89	7,28	10,78	12,62	16,02	18,38	20,03	21,48	22,20
2005		3,30	5,15	7,98	9,67	13,50	15,86	16,81	18,76	20,47
2006			4,81	5,24	7,76	11,60	14,31	14,62	17,76	18,53
2007				3,05	4,83	10,13	10,84	12,11	14,94	16,75
2008						7,70	9,85	10,99	13,56	16,13
2009							4,65	6,45	9,82	12,17
2010							4,84	6,55	8,95	10,29
2011								3,19	4,28	5,38
2012										3,61
2013										2,32
2014										
Total general	10,00	10,19	11,37	12,88	14,88	17,07	18,29	18,53	18,86	17,42



Brecha de peso de racimo por recuperar

Mejoramiento continuo de la producción de racimos/palma U 12

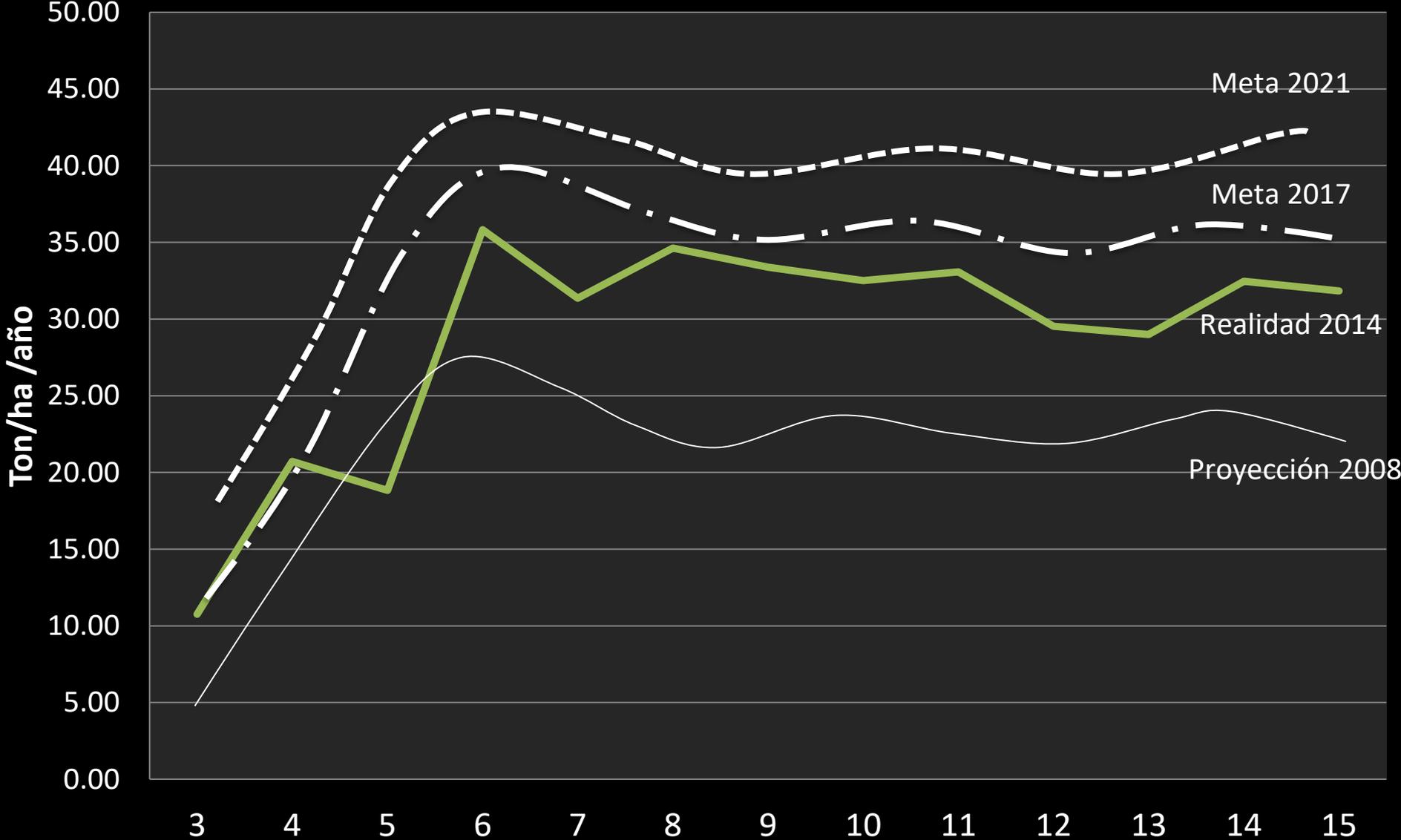
Mes	4									
Promedio de racimos/palma U13	Etiquetas de columna									
Etiquetas de fila	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1999	14,54	12,34	10,85	8,67	8,58	9,70	10,26	10,89	9,56	11,06
2000	18,24	16,23	14,51	10,55	8,85	9,94	10,38	11,07	9,44	11,17
2001	17,99	13,92	13,64	10,47	8,86	10,80	9,23	9,28	8,48	10,62
2002	21,00	22,92	21,07	12,32	11,34	12,43	10,57	10,81	9,66	11,39
2003	23,31	23,83	23,07	16,38	13,10	12,70	11,91	12,36	11,66	13,17
2004	19,79	21,82	27,06	20,93	17,35	15,75	13,69	13,54	12,41	13,83
2005		9,82	17,63	21,96	19,87	18,17	16,33	15,48	13,40	14,50
2006			17,73	20,82	19,25	20,51	18,49	18,73	16,01	18,87
2007				17,20	16,05	21,17	19,45	18,70	15,75	14,43
2008						23,88	23,61	23,29	19,34	16,55
2009							21,39	22,15	21,12	19,45
2010							19,73	23,17	24,26	26,82
2011								25,27	24,36	31,02
2012									2,82	32,46
2013										25,27
2014										
Total general	17,52	15,92	17,46	16,23	14,40	15,06	14,54	14,98	14,26	18,52

Comportamiento de la productividad por **Distrito**, año de siembra y finca

Ton/ha U 12

Promedio de Ton/ha U12 meses			Año							
Dist	Año siembra	Finca	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3	2006	1	16,68	32,51	32,42	36,78	35,50	38,17	32,50	43,06
		2		11,60	11,32	39,15	37,38	32,55		46,00
		3		11,60	13,68	34,52	36,37	36,80		42,66
		4	4,17	17,18	24,22	33,91	32,00	32,59	34,96	41,84
		5	4,17	15,54	23,04	34,75	39,64	35,12	28,94	36,34
	Total 2006		11,68	19,39	22,86	35,58	35,82	35,13	32,79	41,77
	2007	1		8,55	20,98	32,28	28,28	31,62	34,28	34,84
	Total 2007			8,55	20,98	32,28	28,28	31,62	34,28	34,84
	2009	1					11,64	23,72	31,36	30,96
	Total 2009						11,64	23,72	31,36	30,96
	2010	1					13,01	24,38	29,25	37,00
		2						18,72	28,92	33,02
	Total 2010						13,01	21,95	29,11	35,29
	2011	1							7,34	12,88
		2							12,30	23,07
	3							19,58	41,11	
	4							20,40	45,31	
	5							17,12	26,83	
Total 2011								12,12	18,60	
2012	1								8,07	
	2								17,70	
Total 2012									13,32	
2013	1								7,65	
Total 2013									7,65	
Total 3			11,68	19,06	22,79	35,48	31,77	31,94	21,00	24,44

Curva de productividad por edad Realidad Abr2014 y metas



Evolución de la productividad por zona y año de siembra Izabal

Mes	4										
Promedio de Ton/ha U13	Etiquetas de columna										Años en llegar a 30 ton/ha
Etiquetas de fila	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1999	24,22	24,76	24,71	21,74	23,54	27,54	29,48	31,74	28,47	33,62	14
2000	23,81	24,73	27,56	23,48	22,10	27,96	29,14	32,17	28,36	34,05	13
2001	26,07	24,00	27,84	23,72	22,53	29,66	26,32	26,88	25,88	31,32	14
2002	20,23	26,61	29,45	21,95	23,54	29,22	27,50	28,63	27,81	33,10	13
2003	13,19	24,66	30,54	28,26	27,48	32,78	29,81	33,07	31,17	35,08	8
2004	8,13	14,30	25,26	28,98	27,96	32,43	31,03	32,17	30,37	35,53	7
2005		4,98	11,69	22,80	24,19	31,79	32,97	33,48	30,05	36,12	6
2006			11,68	15,77	19,95	31,49	33,22	33,73	31,93	39,07	5
2007				7,16	11,20	28,28	29,18	31,92	31,14	32,73	6
2008						24,21	31,27	35,44	35,84	35,57	5
2009							12,97	18,90	27,89	32,62	6
2010							13,01	20,26	29,82	35,78	5
2011								10,75	14,16	20,67	
2012									6,38	15,52	
2013										7,24	
2014											
Total general	20,78	19,31	22,04	22,83	23,71	30,03	30,20	31,37	27,97	30,55	
Años de siembra con mas de 30 to/ha	0	0	1	0	0	4	4	8	6	12	

Evolución de la productividad por zona y año de siembra

Peten

Promedio de Ton/Ha U 12		Año											
ZONA	SIEMBRA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Años para llegar a 25 Ton/ha
Repsa	2003		4,21	10,33	18,33	15,07	20,82	23,68	26,47	25,28	24,75	26,04	10
	2004			0,65	6,60	10,37	17,41	22,24	28,83	27,67	27,19	28,45	9
	2005				2,40	8,33	13,04	21,38	26,64	29,84	25,50	28,06	8
	2006					1,65	3,98	12,88	21,31	26,22	20,58	29,54	8
	2007						3,99	11,55	21,78	26,75	22,58	25,18	7
	2008								13,21	21,75	24,97	25,59	7
	2009								8,20	13,41	22,77	25,12	7
	2010									9,50	15,29	23,81	
	2011									1,65	9,24	14,04	
	2012										7,62	5,48	
Total general			4,21	6,30	11,23	11,50	14,59	20,01	21,23	17,65	20,00	20,91	
Años de siembra con 25 o mas ton/ha									3	5	3	7	

Consideraciones finales

- Las curvas de producción en las tres zonas Costa Sur, Izabal y Peten vienen mejorando
- En todas las edades de cultivo se están logrando mejoras en la productividad.
- Cada año se están logrado mayores productividades en respuesta a mejoras en el manejo agronómico.
- Cada mejora es una oportunidad de negocio que plantea el cultivo.
- Nuestra responsabilidad como técnicos es identificar las oportunidades de mejora y definir estrategias para lograr aprovecharlas eficientemente.
- Por ahora, los techos de productividad en palma de aceite todavía no están definidos para Guatemala.

Gracias