



III CONGRESO PALMERO MEXICANO

CULTIVANDO RIQUEZA SUSTENTABLE, COSECHANDO UN
FUTURO PRODUCTIVO PARA LA PALMA DE ACEITE EN MÉXICO

<https://congreso.femexpalma.com.mx>





III CONGRESO
PALMERO MEXICANO

Optimización Nutricional en Palma de Aceite mediante DRIS: De datos a decisiones productivas

Franz Betancourt Mahecha (Gerente técnico)

Manuela del Carmen Valenzuela Arcos (Jefe de Calidad y Sanidad)

4 y 5 de Junio

Villahermosa, Tabasco.



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

FEMEXPALMA
FEDERACIÓN MEXICANA DE PALMA DE ACEITE



CIISPALMA®

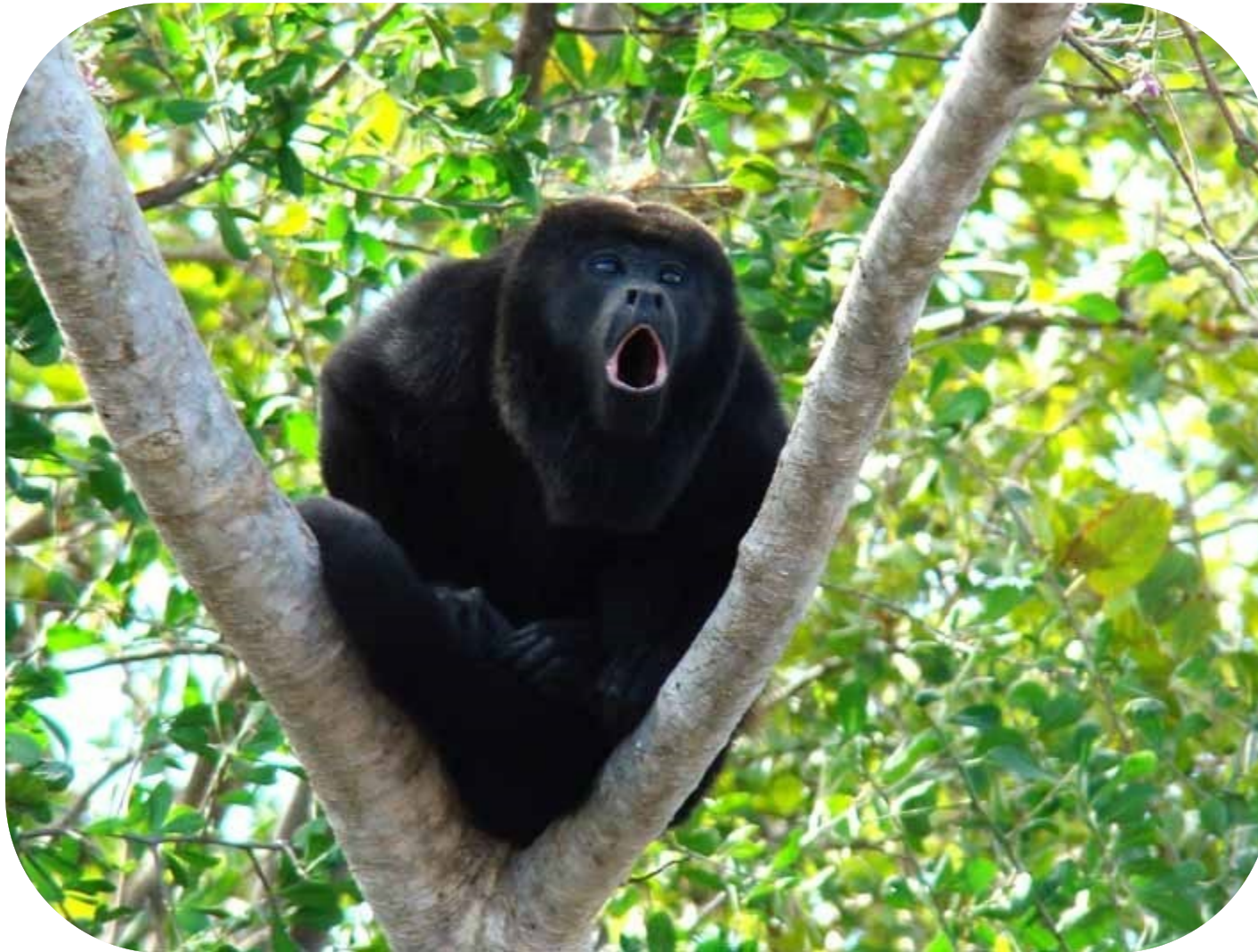


Franz Betancourt Mahecha

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, MBA en administración de empresa agroalimentarias de la Universidad de Álava (España) experiencia laboral en investigación, Desarrollo y transferencia de tecnología, en empresas como La corporacion centro de investigacion en palma de aceite (CENIPALMA), Colombia, grupo H e H, Nirsa y Grupo gloria Ecuador y ahora en Agroindustrial Uumbal México.

<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

Contenido



- 1 Introducción
- 2 Objetivos
- 3 Fundamento teórico
- 4 Metodología aplicada
- 5 ¿Qué se obtuvo?
- 6 Conclusiones



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>



La nutrición como factor crítico de la productividad

- ✓ Importancia de la nutrición mineral
- ✓ Desafíos en el manejo nutricional
- ✓ Necesidad de diagnóstico integral
- ✓ Metodología DRIS

<https://congreso.femexpalma.com.mx/>



Pregunta clave: ¿Estamos fertilizando bien o solo mas?



**Dilema en
fertilización
actual**



**Importancia del
balance nutricional**



**De fertilización
reactiva a
estratégica**



Objetivo

Implementar un sistema de diagnóstico y recomendación nutricional para AIU cuyos productos sean:



Clasificación de los nutrimentos por orden de suficiencia



Implementación de niveles críticos para AIU.



Establecer la capacidad de respuesta de las unidades productivas a la aplicación de abonos



Fundamento teórico



Análisis basado en relaciones



Índices numericos de nutrición



Identificación de limitantes ocultos



Aplicación de cultivos perennes

<https://congreso.femexpalma.com.mx/>



Diferencias clave entre DRIS y rangos críticos



Enfoque Comparativo del DRIS



Bases de Datos y Sensibilidad



Priorización de Nutrientes

<https://congreso.femexpalma.com.mx/>



III CONGRESO
PALMERO MEXICANO

Metodología aplicada

1. Recolección de datos
2. Depuración de datos
3. Clasificación por rendimiento
4. Cálculo de relaciones
5. Normas DRIS
6. Selección por varianza
7. Funciones DRIS
8. Indices DRIS
9. Cálculo IBN
10. Interpretación



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>



1. Recolección de datos

Integración de datos nutricionales y productivos.

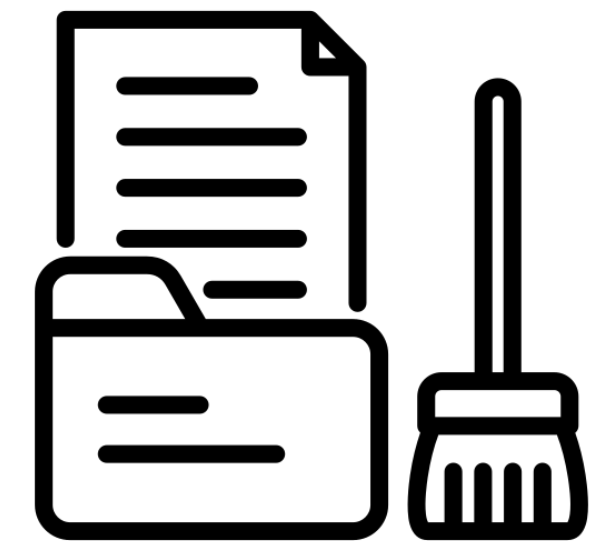
Se recopiló información foliar de macronutrientes y micronutrientes junto con datos de rendimiento por lote para análisis preciso. (2021-2025) (1176 muestras) Plantaciones >7 años



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

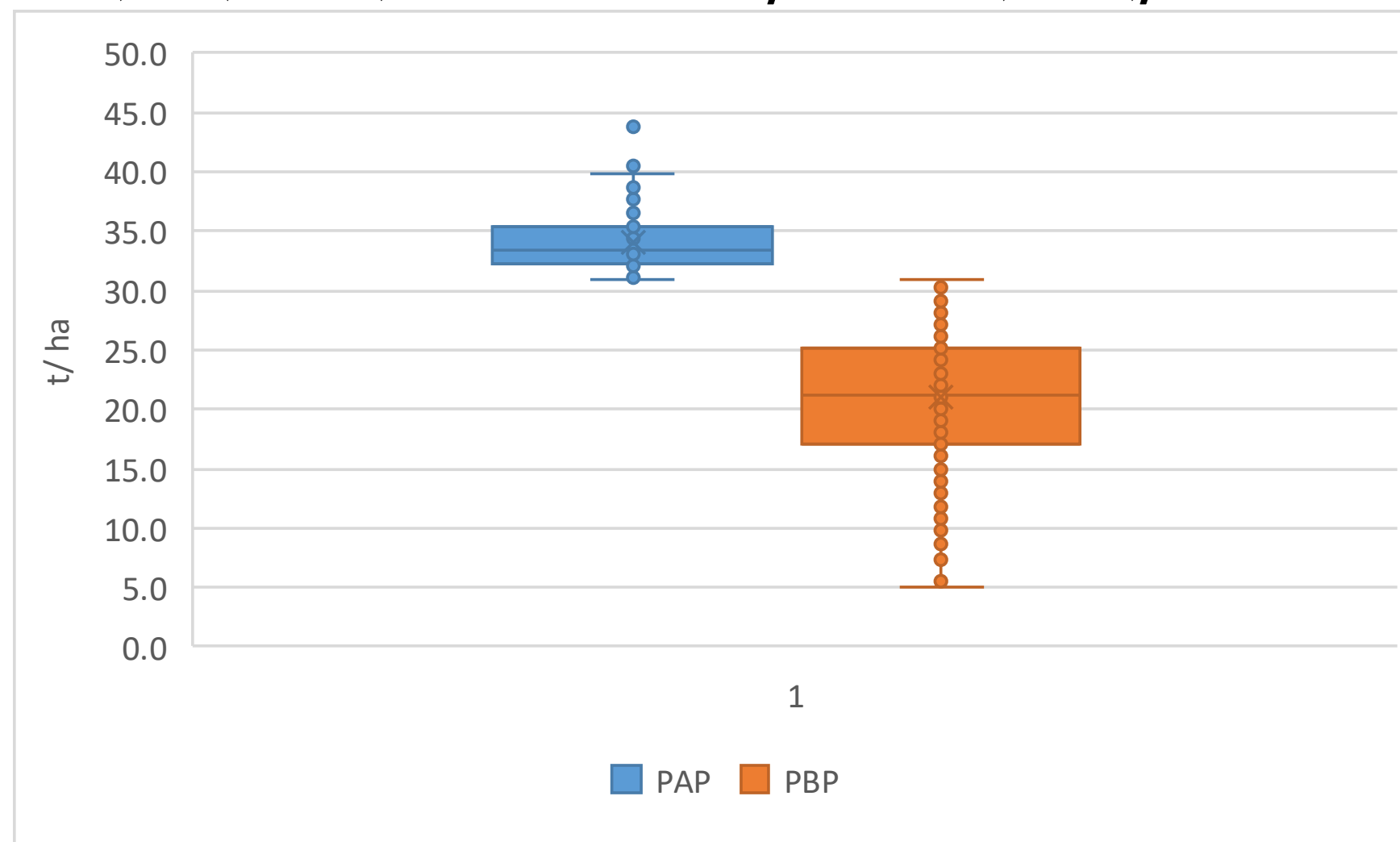
2. Depuración de datos

Eliminación de datos atípicos



3. Clasificación por rendimiento

Determinación de las poblaciones de referencia por criterio de Letzch & Sumner (1984) PAP (Poblacion de alta producción) PBP (poblacion de baja*



***Letzsch, W. S. y M. E. Sumner.** 1984 Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. Commun. Soli Sci. Plant Anal 15: 997-1006.



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

Calculo de relaciones.

Delimitación de las poblaciones de referencia

t/ha RFF	TIPO DE POBLACIÓN	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	N/S	N/Si	100N/B
Media	PAP	16.62	3.16	3.72	9.36	14.47	1.09	12.34
S	PAP	1.02	0.45	0.67	1.88	0.95	0.35	3.61
CV	PAP	0.06	0.14	0.18	0.20	0.07	0.32	0.29
S^2_A	PAP	1.05	0.21	0.45	3.52	0.90	0.12	13.04
Media	PBP	16.83	3.18	4.04	9.42	14.52	1.24	12.39
S	PBP	1.04	0.48	0.80	1.59	0.95	0.52	3.38
CV	PBP	0.06	0.15	0.20	0.17	0.07	0.42	0.27
S^2_B	PBP	1.07	0.23	0.64	2.51	0.90	0.27	11.43
	S^2_B/S^2_A	1.02	1.10	1.42	0.72	0.99	2.19	0.88



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

Calculo de relaciones.

Selección de formas de expresión adecuadas

PAP					PBP					
Relación	Media	S	CV	S2 A	Media	S	CV	S2 B	S2 B/S2 A	Selección
N/K	3.16	0.45	0.14	0.21	3.18	0.48	0.15	0.23	1.10	**
K/N	0.32	0.05	0.14	0.00	0.32	0.05	0.14	0.00	1.02	*

Se seleccionó la relación de varianzas más alta para la interpretación y diagnóstico nutricional.

Implementación del sistema de diagnóstico y recomendación nutricional (DRIS) en una plantación de la Zona Norte

Álvaro Hernán Rincón Numpaque¹, Víctor Orlando Rincón Romero², Nolver Atanacio Arias Arias³

¹Asistente de Investigación I, correo: arincon@cenipalma.org; ²Investigador Asociado II; ³Coordinador del Programa de Agronomía.

Unidad de Investigación e Innovación Tecnológica de Cenipalma



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

Normas DRIS.

Relación	PAP			
	Media	S	CV	S2 A
N/K	3.16	0.45	0.14	0.21
N/Ca	3.72	0.67	0.18	0.45
N/S	14.47	0.95	0.07	0.90
N/Si	1.09	0.35	0.32	0.12
100N/B	12.34	3.61	0.29	13.04
100N/Mn	0.62	0.30	0.48	0.09
P/N	0.06	0.00	0.06	0.00
P/K	0.19	0.02	0.12	0.00
P/Ca	0.22	0.04	0.20	0.00
P/Si	0.07	0.02	0.32	0.00
K/Ca	1.22	0.35	0.29	0.12
K/Si	0.36	0.14	0.40	0.02
Ca/Si	0.29	0.07	0.24	0.01
Mg/N	0.11	0.02	0.18	0.00
Mg/P	1.83	0.30	0.17	0.09
Mg/K	0.35	0.08	0.24	0.01
Mg/Ca	0.41	0.09	0.22	0.01
Mg/S	1.59	0.27	0.17	0.07
Mg/Si	0.12	0.04	0.33	0.00
S/P	1.15	0.09	0.08	0.01
S/K	0.22	0.04	0.17	0.00
S/Ca	0.26	0.04	0.16	0.00
S/Si	0.08	0.02	0.30	0.00
B/100P	1.48	0.46	0.31	0.22
B/100K	0.28	0.11	0.39	0.01
B/100Ca	0.32	0.09	0.27	0.01
B/100Mg	0.82	0.27	0.33	0.07
B/100S	1.27	0.36	0.28	0.13
B/100Si	0.09	0.03	0.33	0.00
B/Cu	3.70	1.30	0.35	1.70
Cu/100N	0.02	0.00	0.14	0.00
Cu/100P	0.41	0.05	0.13	0.00
Cu/100K	0.08	0.01	0.16	0.00

Relación	PAP			
	Media	S	CV	S2 A
Cu/100Ca	0.09	0.02	0.23	0.00
Cu/100Mg	0.23	0.04	0.18	0.00
Cu/100S	0.36	0.05	0.15	0.00
Cu/100Si	0.03	0.01	0.36	0.00
Cu/Fe	0.09	0.02	0.18	0.00
Cu/Zn	0.50	0.08	0.16	0.01
Fe/100N	0.27	0.05	0.19	0.00
Fe/100P	4.43	0.83	0.19	0.69
Fe/100K	0.84	0.21	0.25	0.04
Fe/100Ca	0.98	0.20	0.21	0.04
Fe/100Mg	2.47	0.52	0.21	0.27
Fe/100S	3.85	0.65	0.17	0.43
Fe/100Si	0.29	0.09	0.32	0.01
Fe/B	3.26	0.96	0.30	0.93
Fe/Mn	0.16	0.08	0.50	0.01
Mn/100P	34.38	17.43	0.51	303.77
Mn/100K	6.66	3.91	0.59	15.28
Mn/100Ca	7.59	3.75	0.49	14.05
Mn/100Mg	19.18	9.56	0.50	91.44
Mn/100S	30.08	15.50	0.52	240.20
Mn/100Si	2.19	1.17	0.53	1.37
Mn/B	26.65	17.11	0.64	292.82
Mn/Cu	85.53	44.04	0.51	1939.19
Mn/Zn	44.26	27.82	0.63	773.88
Zn/100N	0.05	0.01	0.18	0.00
Zn/100P	0.83	0.14	0.16	0.02
Zn/100K	0.16	0.02	0.16	0.00
Zn/100Ca	0.19	0.05	0.28	0.00
Zn/100Mg	0.47	0.10	0.22	0.01
Zn/100S	0.73	0.14	0.20	0.02
Zn/100Si	0.06	0.02	0.43	0.00
Zn/B	0.62	0.22	0.36	0.05
Zn/Fe	0.19	0.04	0.22	0.00

Relación	PAP			
	Media	S	CV	S2 A
N/P	16.62	1.02	0.06	1.05
N/Mg	9.36	1.88	0.20	3.52
100N/Cu	41.57	5.98	0.14	35.78
100N/Fe	3.85	0.62	0.16	0.38
100N/Zn	20.63	4.16	0.20	17.29
P/Mg	0.56	0.10	0.18	0.01
P/S	0.87	0.07	0.08	0.00
100P/B	0.75	0.23	0.31	0.05
100P/Cu	2.50	0.32	0.13	0.10
100P/Fe	0.23	0.04	0.15	0.00
100P/Mn	0.04	0.02	0.50	0.00
100P/Zn	1.24	0.22	0.18	0.05
K/N	0.32	0.05	0.14	0.00
K/P	5.35	0.67	0.12	0.44
K/Mg	3.03	0.76	0.25	0.57
K/S	4.69	0.78	0.17	0.60
100K/B	4.04	1.48	0.37	2.20
100K/Cu	13.33	2.13	0.16	4.53
100K/Fe	1.25	0.27	0.22	0.07
100K/Mn	0.20	0.11	0.53	0.01
100K/Zn	6.57	1.15	0.18	1.32
Ca/N	0.28	0.06	0.20	0.00
Ca/P	4.63	0.96	0.21	0.92
Ca/K	0.89	0.28	0.31	0.08
Ca/Mg	2.58	0.59	0.23	0.35
Ca/S	4.00	0.65	0.16	0.43
100Ca/B	3.33	0.82	0.25	0.68
100Ca/Cu	11.61	3.19	0.28	10.21
100Ca/Fe	1.06	0.20	0.19	0.04
100Ca/Mn	0.17	0.09	0.52	0.01
100Ca/Zn	5.79	1.90	0.33	3.62
100Mg/B	1.35	0.43	0.32	0.19



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

Calculo de funciones de relación.



Se calculan las relaciones binarias para una muestra foliar específica y se comparan con la norma DRIS respectiva, ponderando su desviación con respecto a la referencia dada:

- a) Cuando la relación de la muestra (A/B) es mayor que la relación de la norma (a/b).

$$F(A/B) = \left[1 - \left(\frac{a/b}{A/B} \right) \right] * \left(\frac{1000}{CV} \right)$$

- b) b) Cuando la relación de la muestra (A/B) es menor que la relación de la norma (a/b).

$$F(A/B) = \left[\left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 \right] * \left(\frac{1000}{CV} \right)$$

Donde CV es el coeficiente de variación de la norma



Calculo de Funciones de relación.

Con las funciones de relación se calculan los índices DRIS de la siguiente manera.

$$\text{A index} = \frac{[f(A/B) + f(A/C) + f(A/D) \dots + f(A/N)]}{z}$$

$$\text{B index} = \frac{[-f(A/B) + f(B/C) + f(B/D) \dots + f(B/N)]}{z}$$

$$\text{N index} = \frac{[-f(A/N) - f(B/N) - f(C/N) \dots - f(M/N)]}{z}$$



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

**The Diagnosis and Recommendation Integrated
System (DRIS)***

J.L. Walworth and M.E. Sumner

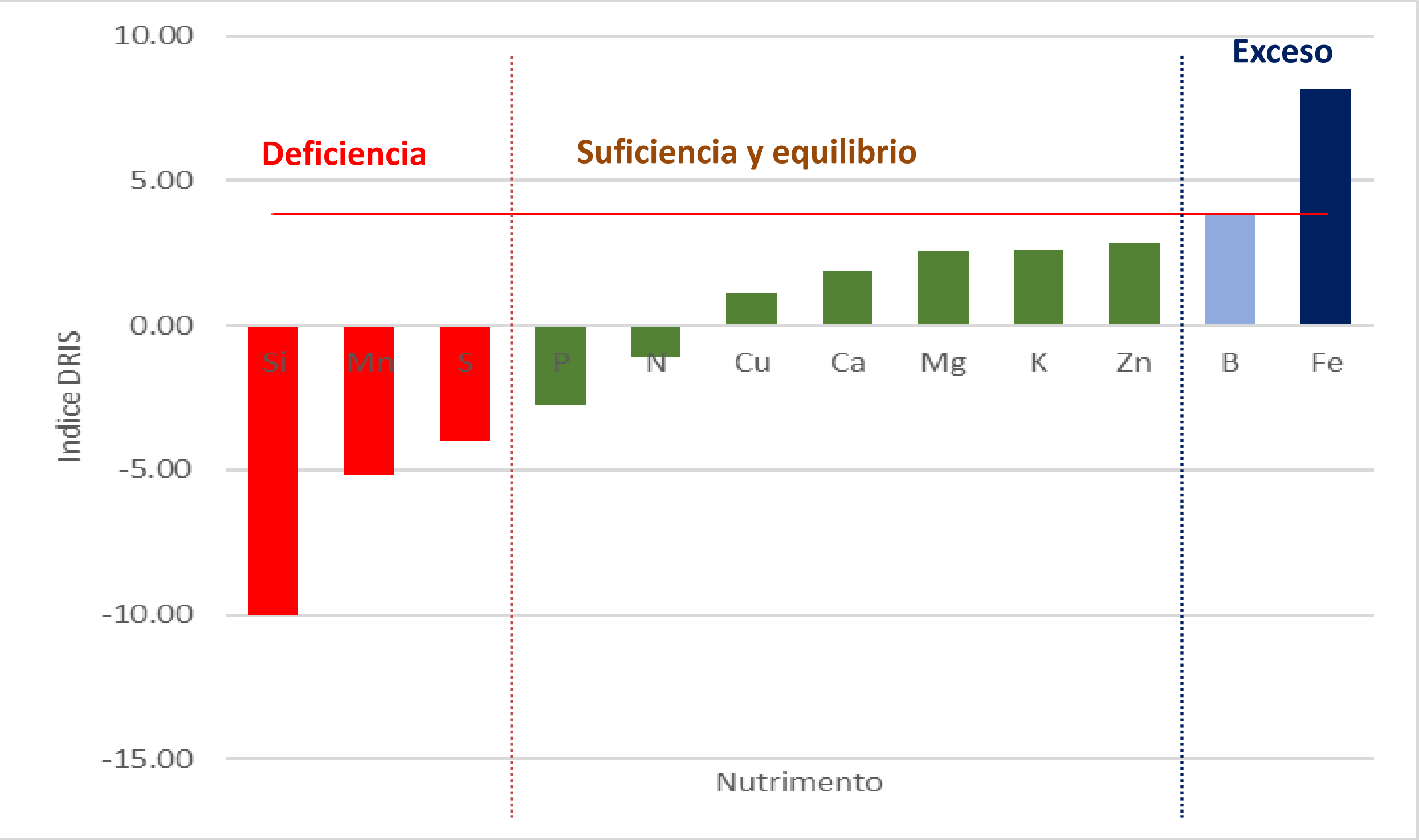
¿Qué se obtuvo?



Clasificación de los nutrimentos por orden de suficiencia

¿Qué se obtuvo?

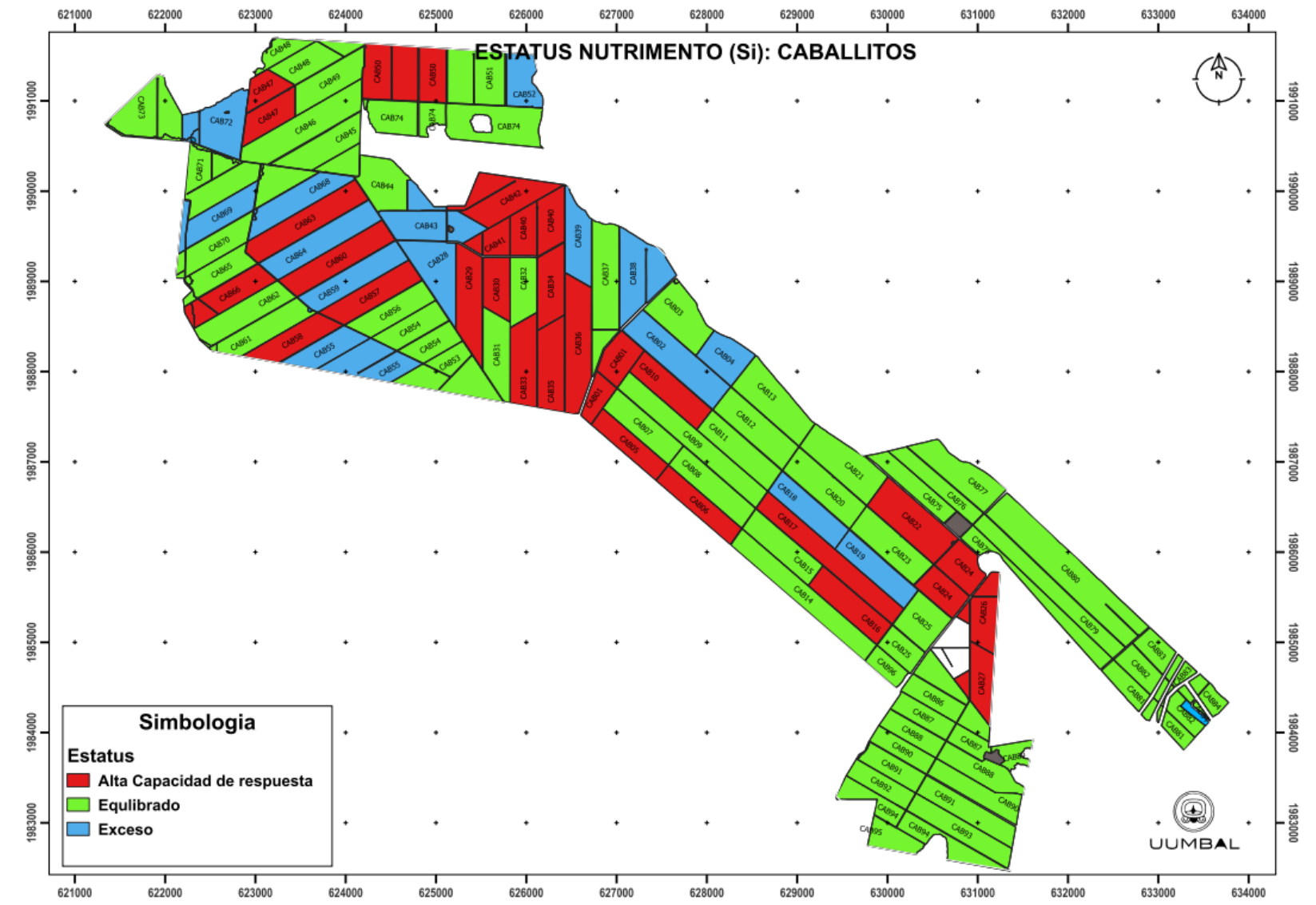
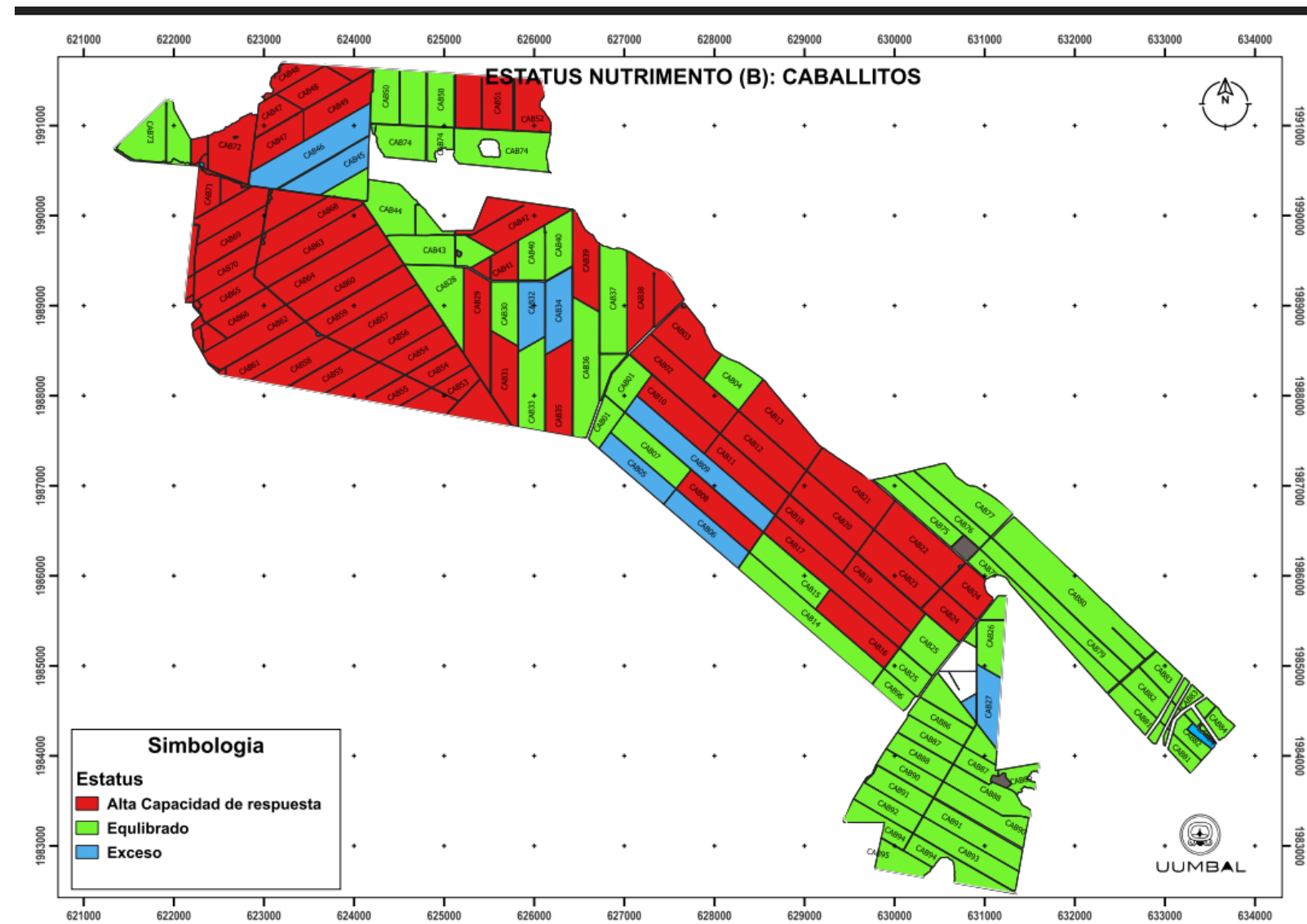
Clasificación de nutrimentos por orden de requerimiento



Indice DRIS y Balance nutricional, Chacamax lote 6 foliar 2025	
Elemento	
Si	-10.00
Mn	-5.17
S	-4.00
P	-2.76
N	-1.13
Cu	1.11
Ca	1.88
Mg	2.54
K	2.60
Zn	2.83
B	3.91
Fe	8.19
IBN	46.11
IBNm	3.84

¿Qué se obtuvo?

Clasificación de nutrimentos por orden de requerimiento



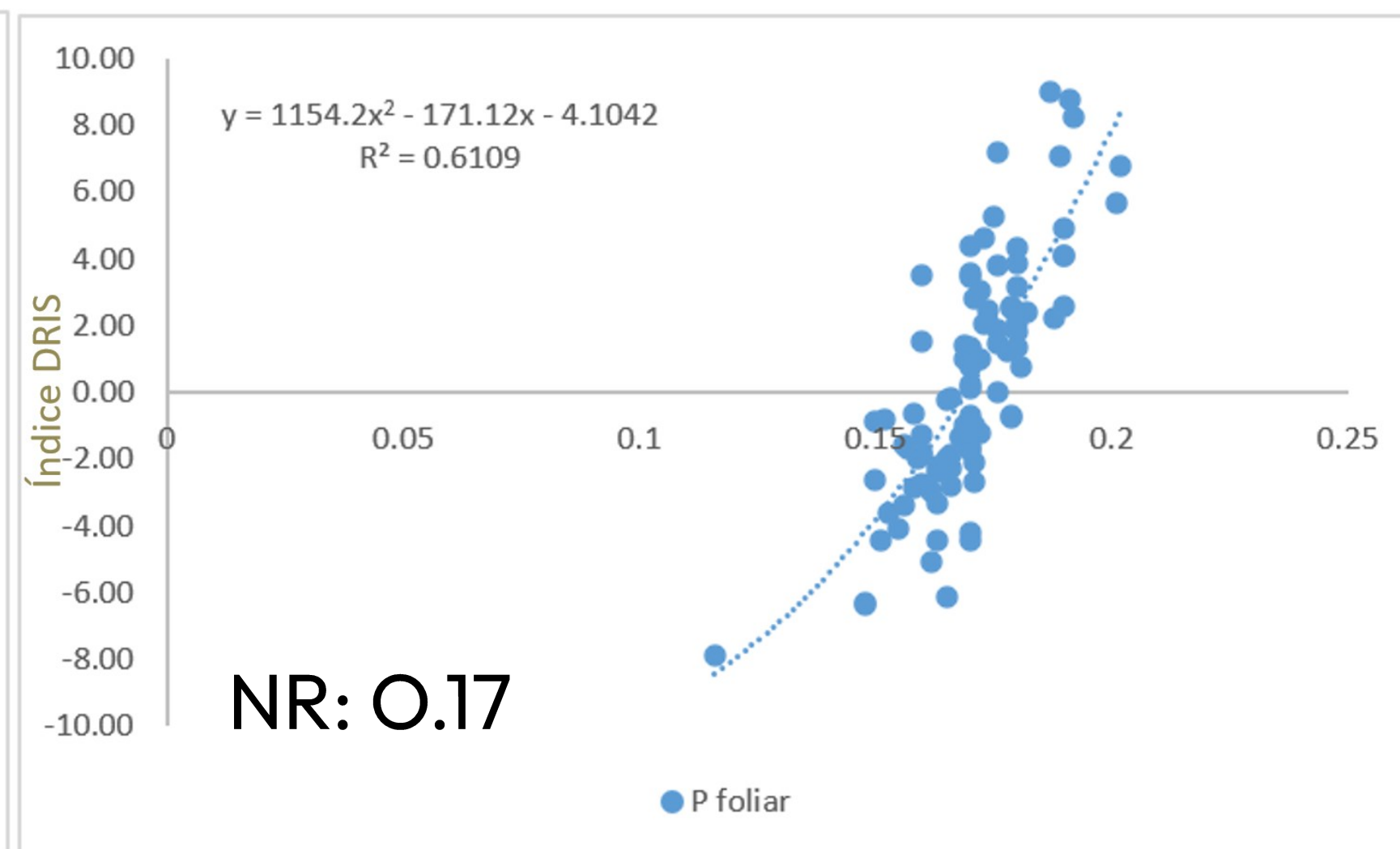
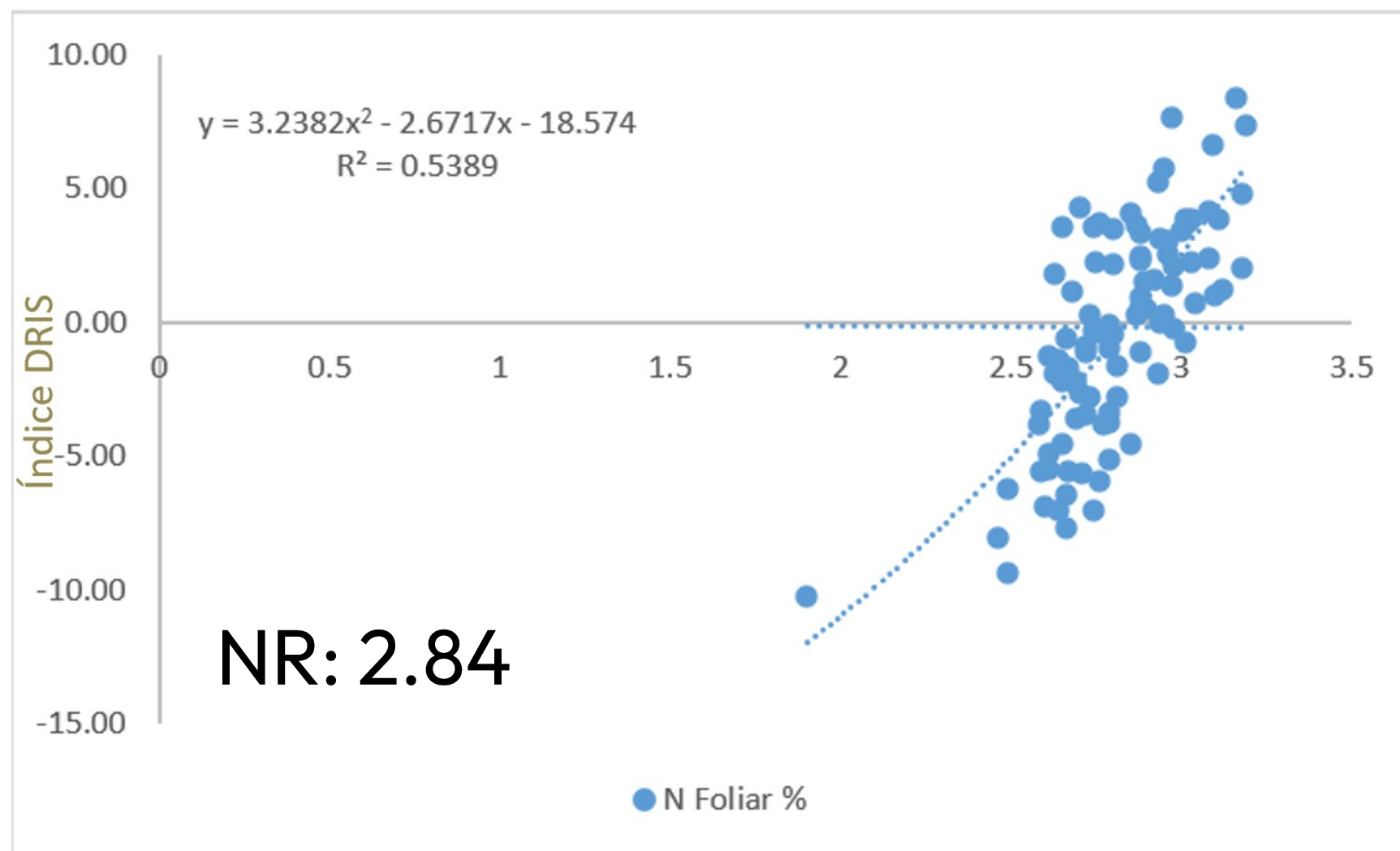
<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿Qué se obtuvo?



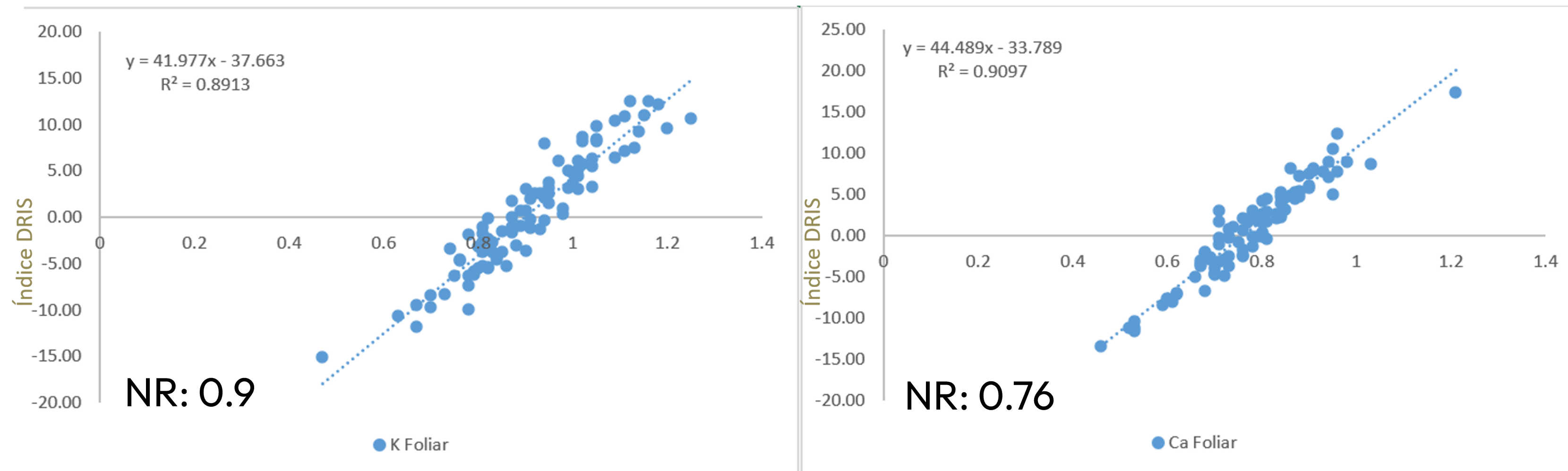
**Implementación de niveles críticos
para AIU.**

¿Qué se obtuvo?



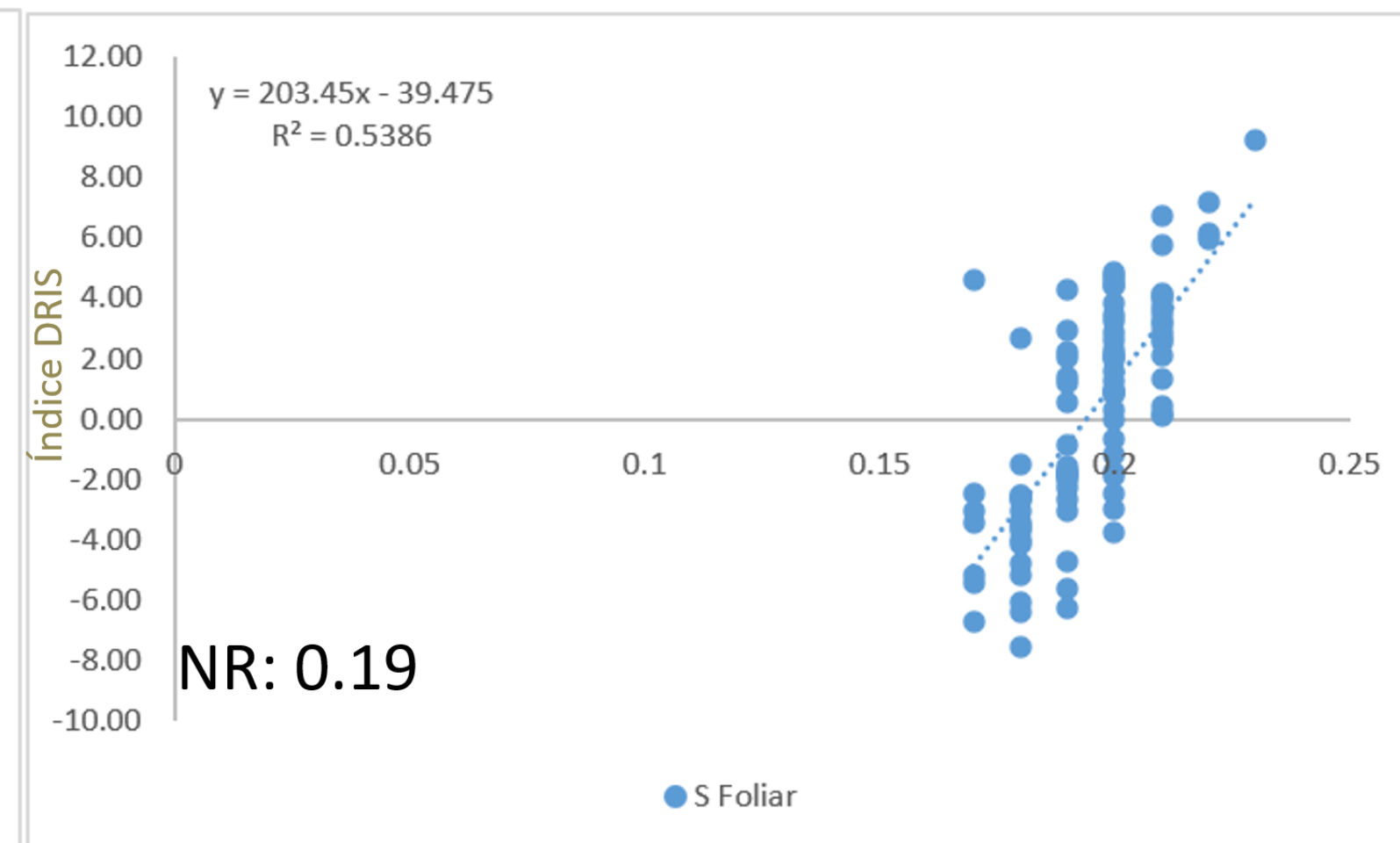
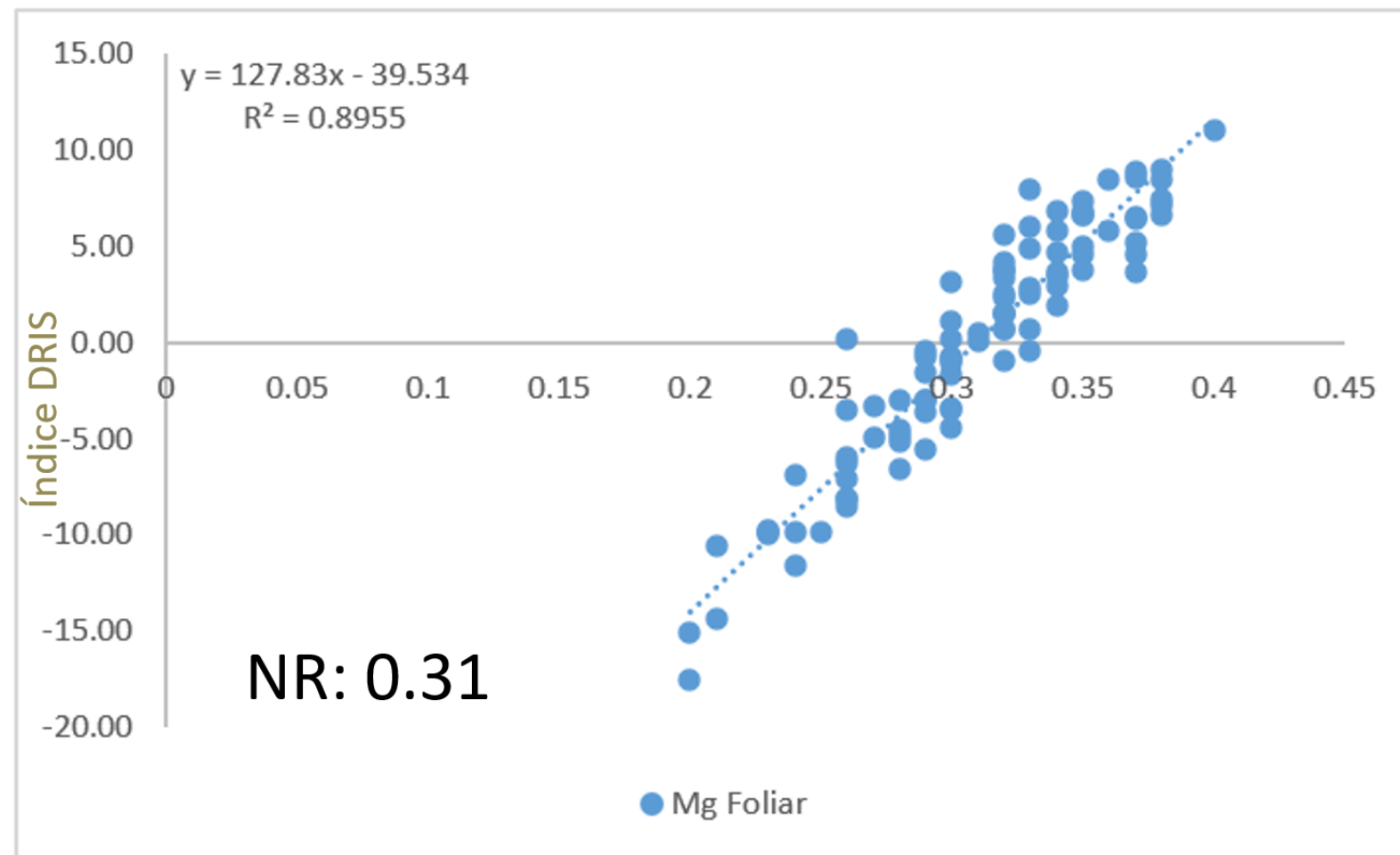
<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿Qué se obtuvo?



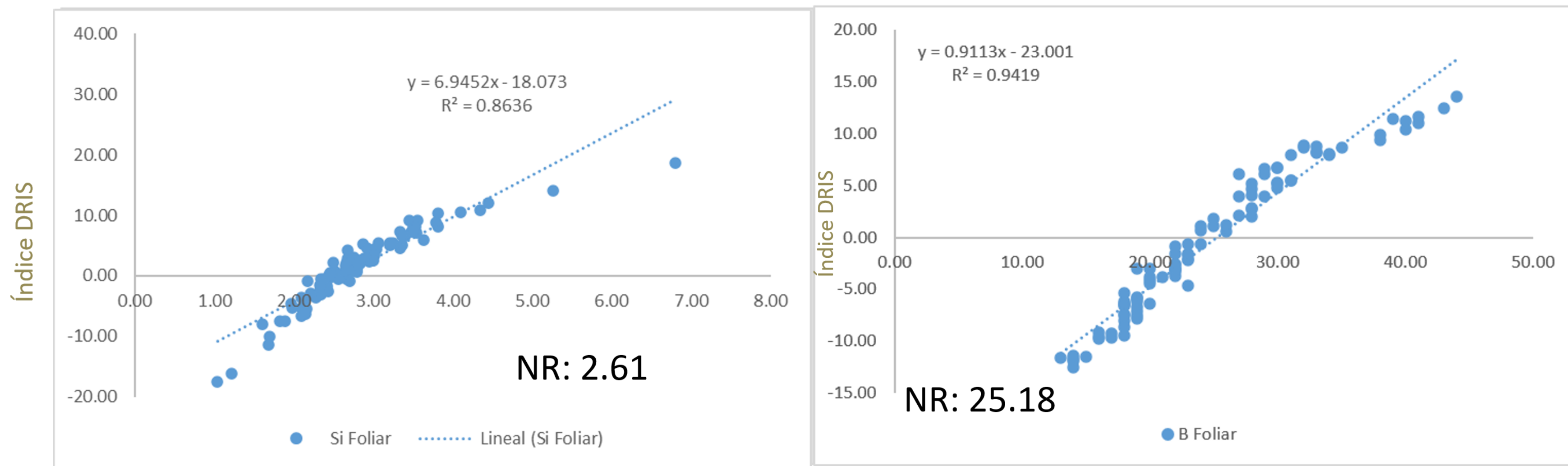
<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿Qué se obtuvo?



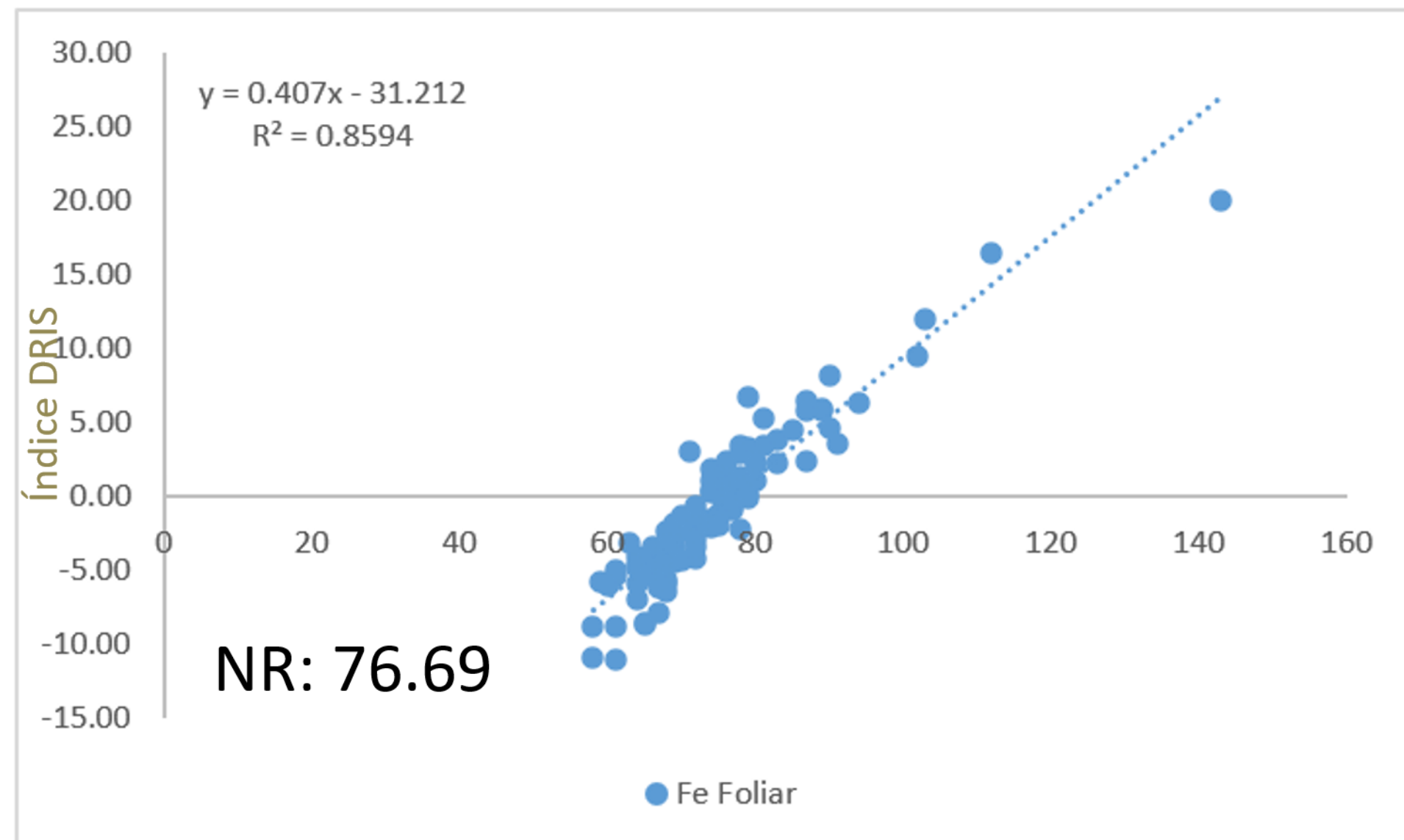
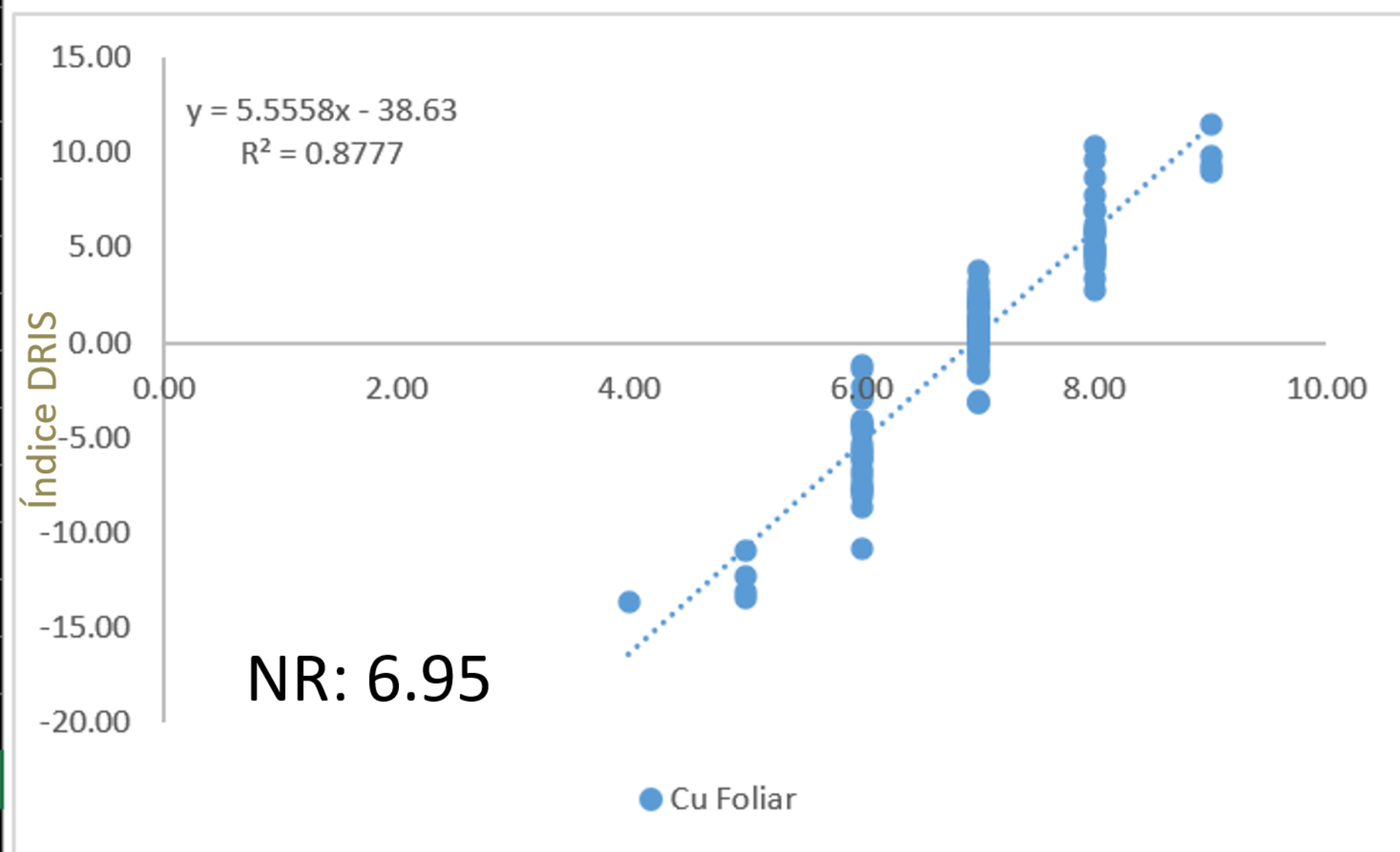
<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿Qué se obtuvo?



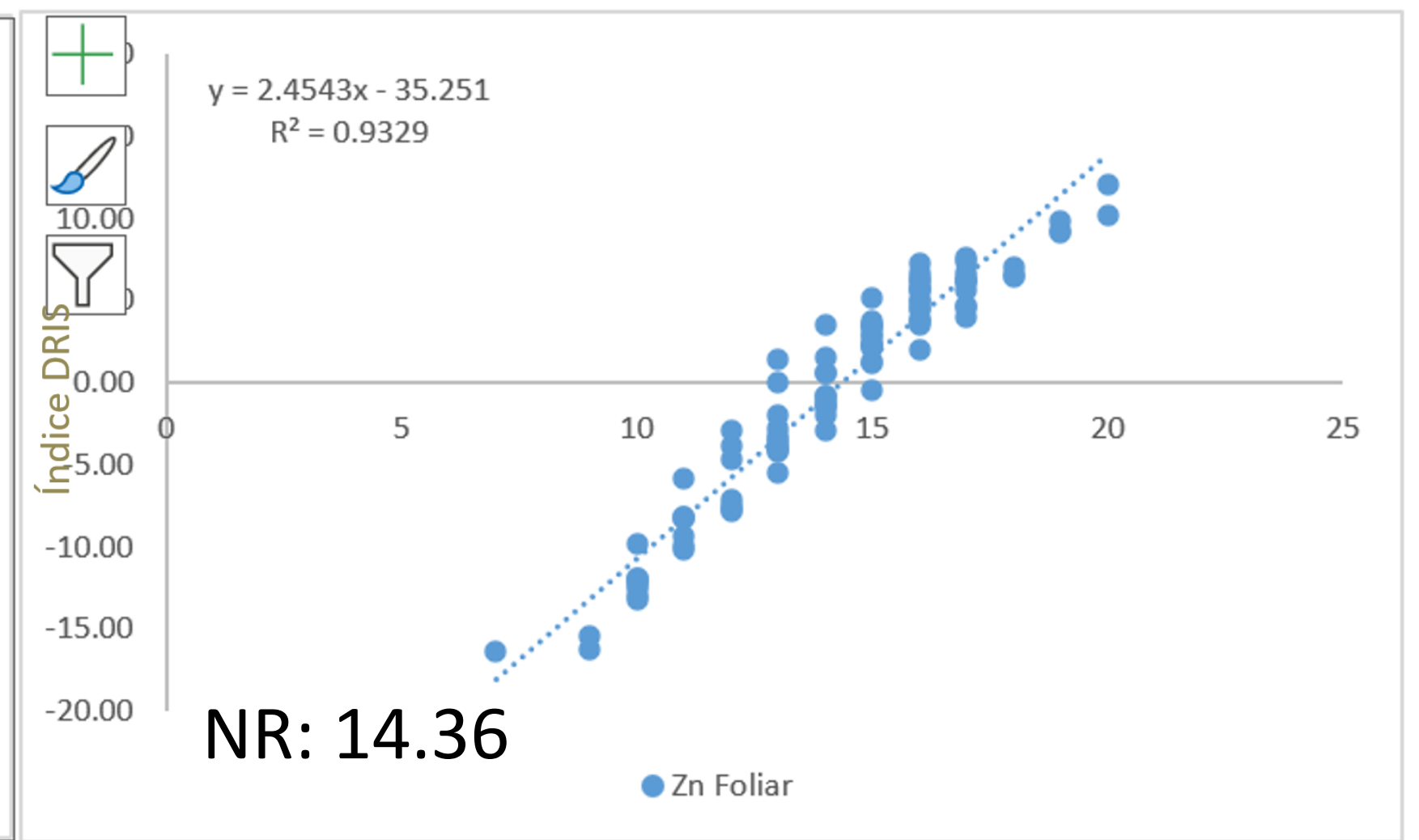
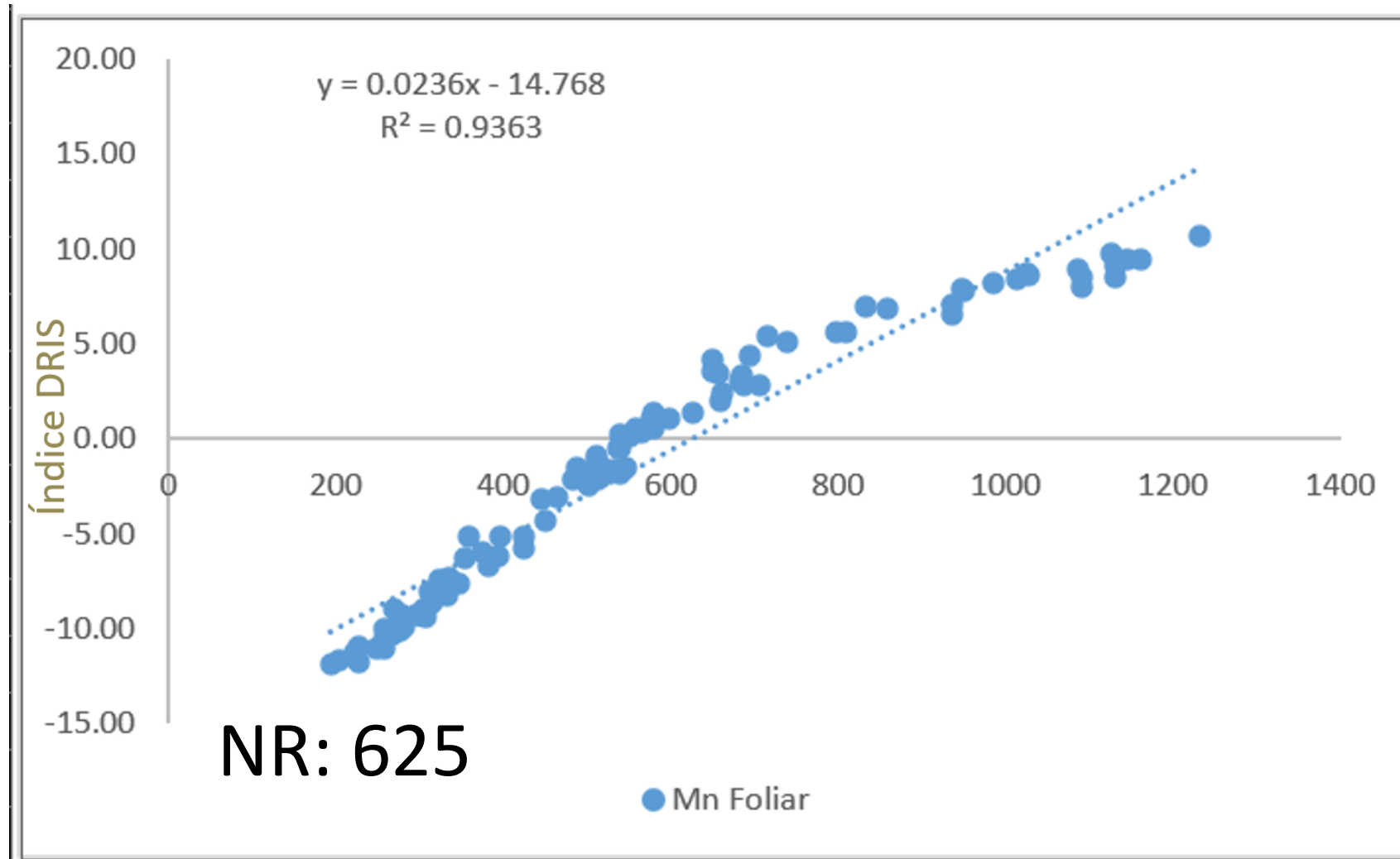
<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿ Que se obtuvo?



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿Qué se obtuvo?



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

¿Qué se obtuvo?



Establecer la capacidad de respuesta de las unidades productivas a la aplicación de abonos

Determinación de franjas de suficiencia basado en índices DRIS*

A partir de los valores óptimos de DRIS se determina los valores de la desviación estándar de los índices DRIS para cada nutrimento siguiendo este criterio

	Deficiente	Tendencia a deficiencia	Suficiencia	Tendencia a exceso	Exceso
Nutriente	Posibilidad, alta probabilidad	Positiva, Baja Probabilidad	Respuesta nula	Negativa, Baja probabilidad	Negativa, Alta probabilidad
Elemento	- 3/4	- 2/3	0	2/3	3/4



Obtención del sistema integrado de diagnóstico y recomendación integral (DRIS) en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.)



<https://congreso.femexpalma.com.mx/>

I.A. Gustavo Enrique Herrera Peña

Determinación de franjas de suficiencia basado en índices DRIS*

Nutriente	Deficiente	Tendencia a deficiencia	Suficiencia	Tendencia a exceso	Exceso
	Posibilidad, alta	Positiva, Baja Probabilidad	Respuesta nula	Negativa, Baja probabilidad	Negativa, Alta
N	<2.47	2.47-2.67	2.67-3.01	3.01-3.16	>3.16
P	<0.14	0.14-0.16	0.16-0.18	0.18-0.19	>0.19
K	<0.70	0.70-0.80	0.80-0.99	0.99-1.09	>1.09
Ca	<0.59	0.59-0.68	0.68-0.84	0.84-0.93	>0.93
Mg	<0.24	0.24-0.28	0.28-0.34	0.34-0.37	>0.37
S	<0.17	0.17-0.18	0.18-0.21	0.21-0.22	>0.22
Si	<2.01	2.01-2.21	2.21-2.99	2.99-3.19	>3.19
B	<14.92	14.92-20.06	20.06-30.31	30.31-35.44	>35.44
Cu	<5.62	5.62-6.29	6.29-7.60	7.60-8.28	>8.28
Fe	<59.00	59.00-67.84	67.84-85.53	85.53-94.38	>94.38
Mn	<236.36	236-432	432 - 818	818.-1010	>1010
Zn	<10.62	10.49-12.49	12.49-16.24	16.24-18.11	>18.11



Conclusiones

Aspecto evaluado	Conclusión principal	Implicación práctica
Enfoque del DRIS	Evalúa relaciones y balance entre nutrientes	Apoyo a un diagnostico nutricional
Normas nutricionales	Difieren de la literatura internacional en elementos como N, K, B, Mn	Necesidad de calibración regional
Relación con rendimiento	Índices cercanos a cero se asocian a mayor productividad	Mejor toma de decisiones agronómicas



¡Gracias!

