

Distribución de la Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en Plantaciones de Caña de Azúcar de la Zona Alta de la Región Turrialba



Erick Chavarría Soto

V Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)

5 al 7 de septiembre del 2012

Grecia, Alajuela

Costa Rica

Agradecimiento:

Un agradecimiento al Sr. Rolando Guardia Carazo, gerente general de Hacienda Juan Viñas por el apoyo; y al Sr. Victor Sojo Redondo por la valiosa colaboración en la ejecución de este trabajo.

Resumen:

La actividad azucarera de Costa Rica está dividida en seis regiones con características climáticas y edáficas específicas para cada una, y la Región de Turrialba se destaca por poseer mucha influencia climática de la cuenca del Caribe, por lo que es particularmente lluviosa y no tiene una Estación Seca bien definida. Predominan los suelos de ladera de fertilidad media que se distribuyen en tres órdenes: ultisoles, inceptisoles y andisoles.

La Región de Turrialba representa aproximadamente el 7,5% del área sembrada con caña de azúcar a nivel Nacional, y es una de las regiones más tradicionales en lo que se refiere a la actividad azucarera, la cual se caracteriza por tener un componente importante de participación de pequeños productores.

Parte de las peculiaridades de esta región es que el 37 % del área sembrada con caña se ubica a una altitud que va de los 700 a los 1.600 msnm. Estas son condiciones muy especiales que demandan de

capacidades de adaptación de las variedades para la cosecha en ciclos que van de los 18 a los 24 meses, en donde los materiales de origen hawaiano han tenido mucho éxito.

La región como tal muestra un componente varietal balanceado con predominio de la variedad H77-4643, no obstante esta variedad predomina en condiciones de altura (especialmente por encima de los 900 msnm) en donde ha generado dependencia debido a sus excelentes características de producción. El 84,5 % del área entre los 700 y los 1.600 msnm está sembrado con la variedad H77-4643, sin encontrarse hasta el momento una variedad que se le compare y que contribuya a complementar el panorama varietal.

Desde que la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) ingresó al país a mediados del 2007, se ha sabido que la H77-4643 no era completamente resistente a la enfermedad, mostrando síntomas muy leves y sin importancia en pruebas realizadas en el campo. Para el año 2009 esta variedad había mostrado síntomas

Resumen:

importantes en condiciones marginales de siembra en la Región de San Carlos, en la zona Norte del país.

Para el 2011 los síntomas de la roya naranja (*P. kuehni*) se evidenciaron con fuerza en la Zona Alta de la Región de Turrialba, situación que generó preocupación ante la perspectiva de una epifitía como la sufrida en la zona Sur del país.

Ante esta situación se procedió a estimar la severidad del daño ocasionado por la enfermedad a nivel foliar, mediante la evaluación visual y el cálculo del área foliar afectada (AFA) en porcentaje sobre la hoja +3 (tercera hoja hacia abajo contada a partir de la primer hoja con la lígula visible) de los tallos de la caña de azúcar de la variedad H77-4643 con 6 semanas de edad, tanto en caña soca como caña planta. Las estimaciones se realizaron cada dos semanas hasta las 18 semanas de edad de las plantaciones.

Con los datos se aplicaron modelos epidemiológicos para analizar la evolución en el tiempo y determinar la tasa de infección relativa (TIR

o r). Los modelos epidemiológicos son ecuaciones matemáticas que tratan de representar el comportamiento de la enfermedad en el tiempo aplicando el concepto de la TIR, que consiste en una constante que expresa la magnitud del aumento o disminución de la enfermedad en un periodo de tiempo dado; además los modelos también toman en cuenta el nivel de daño inicial, definido como AFA_0 , para el cálculo de la tendencia.

Con los resultados obtenidos de la TIR se pudo establecer que hay un efecto diferenciado en el comportamiento de la severidad dependiendo de la ubicación de la variedad en la zona. En los casos en que los valores de severidad son bajos ($< 5\%$ AFA), las fluctuaciones estacionales son más fuertes lo que resulta en ajustes muy pobres de los modelos epidemiológicos. No obstante, la información obtenida de la TIR será muy útil para comparaciones a futuro que permitan determinar si la enfermedad se está comportando que mayor severidad en ciclos sucesivos del cultivo.

Resumen:

Adicionalmente, se realizó un análisis espacial de la distribución de la enfermedad en la Zona Alta con la ayuda de sistemas de información geográfica, con el fin de identificar las áreas más problemáticas para definir las zonas de exclusión en las que definitivamente habrá que abstenerse de sembrar la H77-4643 y buscar otra alternativa.

Los resultados de las primeras cuatro semanas muestran anomalías no esperadas con la formación de “corredores” libres de la enfermedad en los patrones de distribución. Los resultados que se esperaban iban sobre la línea de que en al aumentar la altitud el patrón de distribución mostraría una disminución de la severidad de la enfermedad. Esta tendencia se logró observar a partir de la semana 10 en la que súbitamente los niveles de severidad disminuyeron por cinco semanas, estableciéndose luego a partir de ese momento los patrones de distribución espacial esperados.

Basado en el análisis de la información obtenida se puede concluir que la roya naranja (*P. kuehni*) en las

plantaciones de caña de la variedad H77-4643 de la Zona Alta de la Región de Turrialba, se presenta con mayor fuerza durante los primeros 12 meses de edad del cultivo, ya sea después de la germinación en caña planta o después del rebrote en las socas. La manifestación de la severidad es mayor en el rango altitudinal que va de los 700 a los 900 msnm, especialmente en los lotes de caña que se cosechan con ciclos de 12 meses.

Por arriba de los 900 msnm la severidad de la enfermedad muestra fluctuaciones y las tendencias de los lotes son muy variables, sobre todo en los casos en los que la severidad muestra valores inferiores al 10% del AFA en la hoja +3. La severidad de los ataques tienden a disminuir a partir de los 12 meses de edad, y durante el estudio no se observaron síntomas en lotes comerciales que cumplieran con esa condición, por lo que se puede decir que el periodo crítico al ataque de la roya naranja (*P. kuehni*) de la variedad H77-4643 es el periodo que comprende entre los 6 y los 12 meses de edad.

Resumen:

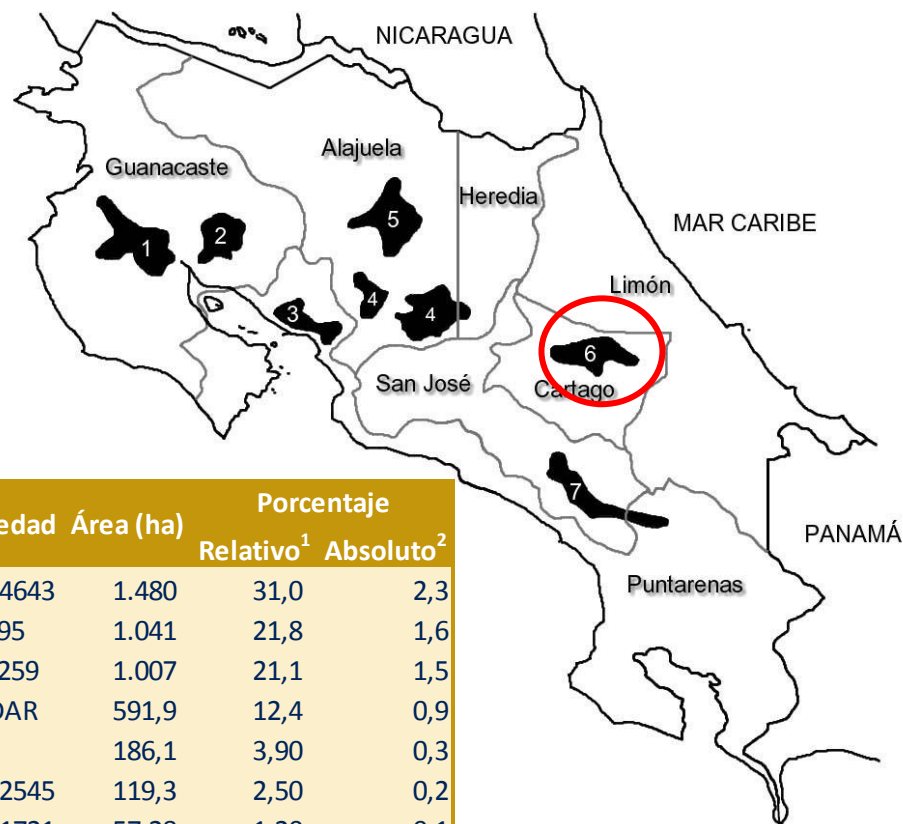
Pese a los ataques de roya naranja (*P. kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba, la H77-4643 presenta un desarrollo aceptable en condiciones de buen manejo en las áreas por arriba de los 900 msnm.

Es altamente recomendable sustituir gradualmente la variedad H77-4643 por otras alternativas en aquellas áreas que se ubiquen por debajo de los 900 msnm y que son cosechadas en ciclos anuales.

La recolección de datos en ciclos sucesivos darán una idea de la evolución en la interacción entre la roya naranja (*P. kuehnii*) y la H77-4643, de manera que facilitará el análisis para determinar si la enfermedad está aumentando en virulencia. Será importante también incorporar otras variables, especialmente las de clima, para determinar la influencia de estos factores en la severidad de los ataques.

Región de Turrialba:

- Rendimiento promedio: 107,1 kg sacarosa 96° POL/t.
- Rendimiento promedio de campo: 63,8 t/ha.



Variedad	Área (ha)	Porcentaje	
		Relativo ¹	Absoluto ²
H77-4643	1.480	31,0	2,3
B77-95	1.041	21,8	1,6
B76-259	1.007	21,1	1,5
PINDAR	591,9	12,4	0,9
Q96	186,1	3,90	0,3
H77-2545	119,3	2,50	0,2
H61-1721	57,28	1,20	0,1
H74-1715	47,73	1,00	0,1
Otras	243,4	5,10	0,4
Total	4.773	100	7,4

1. En relación a la región.
2. En relación al área total nacional.

Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Estación Lluviosa	Ciclo del Cultivo	Órdenes de Suelo
		Mínima	Media	Máxima			
550 - 1.600	2.880	14,9	22,3	29,3	Indefinida	11 a 24 meses	Ultisoles, Inceptisoles y Andisoles

Características de la Zona Alta:

Geográficamente está comprendida entre los cantones de Jiménez y Alvarado de la provincia de Cartago.

Rangos de Altitud (msnm)	Área (ha)	Porcentaje (%)
700-900	114,5	6,5
900-1.100	87,0	4,9
1.100-1.300	1.076,4	61,0
1.300-1.500	459,8	26,0
1.500-1.700	28,2	1,6
Total	1.765,8	100,0

Representa el 37% del área de caña de la Región de Turrialba.

Características de la Zona Alta:

- ✓ Topografía es irregular.
- ✓ Alrededor del 25% de la caña se cosecha a mano.
- ✓ El ciclo del cultivo es de 18 a 24 meses. Aunque en algunos casos se puede cosechar entre los 12 y 14 meses con pérdidas en el tonelaje.

Características de la Zona Alta:

Variedad	Área (ha)	%
H77-4643	1.200	84,5
H77-2545	52,4	3,69
H61-1721	49,0	3,45
H68-1158	21,3	1,50
H74-1715	32,7	2,30
H62-4671	21,0	1,48
H75-6208	12,1	0,852
H78-2313	9,00	0,633
H65-7052	7,90	0,556
H60-8521	3,80	0,267
Otras ¹ (< 2 ha)	11,6	0,816
Total	1.421	100

✓ 80,4 % de la caña de la Zona Alta son plantaciones de Hacienda Juan Viñas.

✓ 185,0 t/ha.

✓ 108,1 kg sacarosa 96° POL /t.

✓ 3.200 mm/año.

1. Otras variedades com menos de 2 há sembradas:

H93-4398

H87-5794

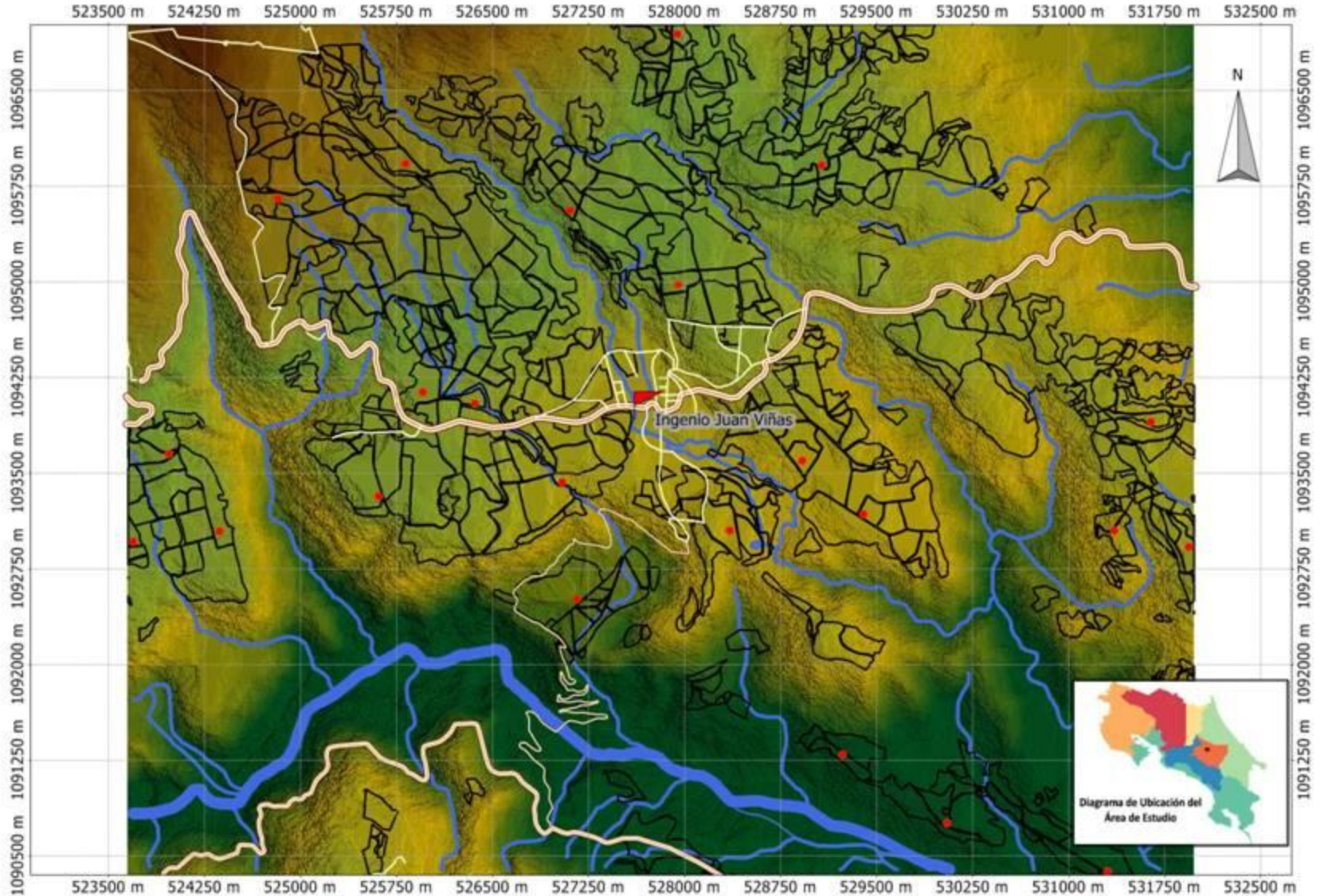
H83-7206

H32-8560

H71-4441

H78-7750

Delimitación del Área de Estudio de la Distribución de la Roya Naranja de la Caña de Azúcar (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región Turrialba. Cantones de Jiménez y Alvarado, provincia de Cartago. Costa Rica.



Simbología	
	Ruta 10
	Ruta 225
	Ruta 410
	Caminos vecinales
	Ubicación Ingenio Juan Viñas
	Puntos de muestreo
	Áreas con caña
	Cuerpos de agua
	Piso Altitudinal (msnm): 1.500 - 1.700
	1.300 - 1.500
	1.100 - 1.300
	900 - 1.100
	700 - 900

0 2 km

Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarría Soto
Departamento de Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar
Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
Agosto del 2012

Objetivo:

Determinar la evolución de la enfermedad para estimar su posible efecto a futuro sobre la variedad H77-4643 en la zona de alta de la Región de Turrialba

Puntos de Muestreo:

ID	Sector	Finca	Lote	Variedad	Área	Cortas	Edad	Latitud	Longitud	Altitud
1	A	Mesas	Colonias	H77-4643	14,47	4	6	9,890756	-83,781433	1.272
2	A	Mesas	Cedros	H77-4343	10	5	6	9,884532	-83,783971	1.265
3	A	Mesas	Cipres	H77-4343	17,14	5	6	9,885265	-83,777792	1.260
4	A	Naranjo	Puerto Arturo	H77-4643	3,7	0	3	9,888717	-83,753396	1.184
5	A	Naranjo	San Froilán	H77-4343	24,15	0	4	9,887714	-83,766471	1.254
6	A	Rorhomoser	Repasto	H77-4343	16,7	1	8	9,908832	-83,773659	1.506
7	A	Rorhomoser	Caledonia	H77-4643	22,1	5	6	9,895120	-83,763328	1.249
8	A	Durán		81 H77-4343	7,79	3	6	9,911312	-83,764523	1.440
9	A	Durán	Casalta	H77-4343	21,2	5	5	9,894298	-83,759580	1.246
10	B	Victoria	Rollos	H77-4643	30	4	7	9,884075	-83,708738	1.204
11	B	Victoria	Sancho	H77-4343	4,75	1	7	9,885237	-83,714051	1.198
12	B	Vergel	Loaiza	H77-4343	2	0	5	9,892959	-83,711439	1.188
13	B	Lara		5 H77-4343	5	4	6	9,907942	-83,752851	1.341
14	B	Echandi	Palmira	H77-4343	4	4	7	9,902747	-83,745107	1.290
15	B	Bierman	España	H77-4343	4	4	6	9,911176	-83,734923	1.293
16	B	Sitio	Toronjas	H77-4343	1	0	7	9,920479	-83,745157	1.357
17	B	Cuba	Cubano	H77-4643	12	2	5	9,885254	-83,741457	1.151
18	B	Ángeles	Flores	H77-4343	6	2	5	9,886402	-83,731926	1.140
19	B	Ángeles	Bananal	H77-4343	5	0	4	9,890244	-83,736314	1.149
20	F	Gloria	Rincón del Indio	H77-4643	8	7	4	9,861083	-83,714595	770
21	F	Gloria	Mañaní	H77-4943	10	7	4	9,864547	-83,725990	829
22	F	Gloria		100 H77-4643	7	9	4	9,869405	-83,733467	898
23	F	Gloria	Papalico	H77-4643	15	4	7	9,880444	-83,752330	991

Recolección de Datos:

- Se estimó la severidad de la enfermedad en intervalos de dos semanas.
- Las estimaciones de la severidad se basaron en la valoración visual directa sobre la hoja +3 del área foliar afectada (AFA) expresada en porcentaje, y obtenido a partir del promedio de 10 lecturas individuales por punto de muestreo.



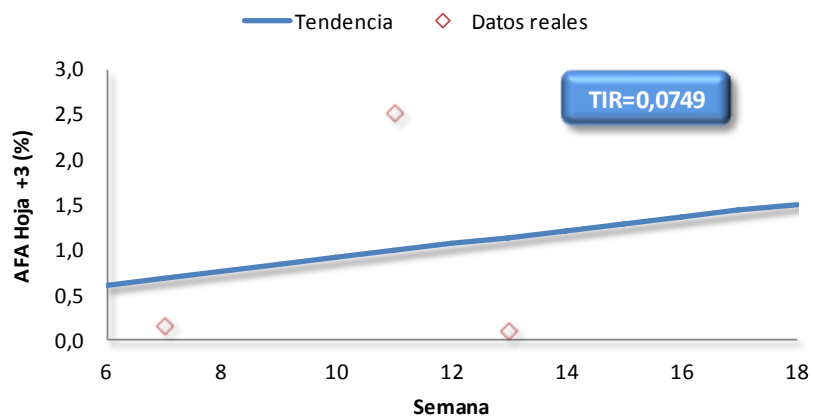
Evolución de la Enfermedad en el Tiempo:

- Se aplicaron modelos matemáticos para establecer la tendencia del nivel de daño en el tiempo, en aquellos casos en que habían suficientes datos.
- Estos modelos toman en cuenta el nivel de daño inicial y la Tasa de Infección Relativa.

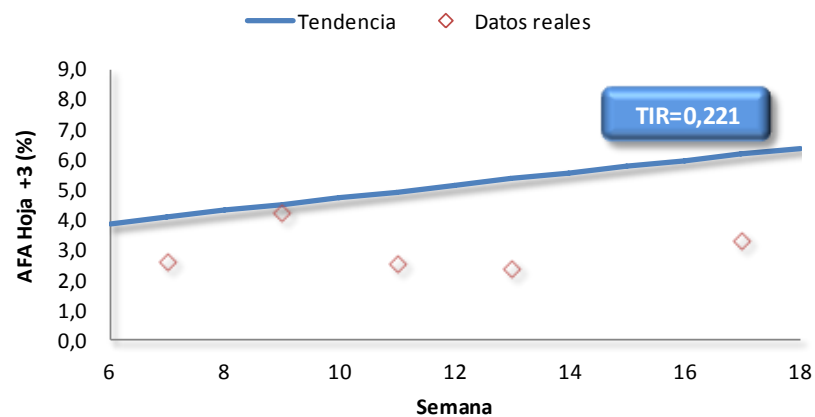
Tasa de Infección Relativa (TIR)

Es un valor que expresa el cambio en el nivel de daño en un periodo de tiempo dado.

Sector A, Finca Mesas, lote Cedros

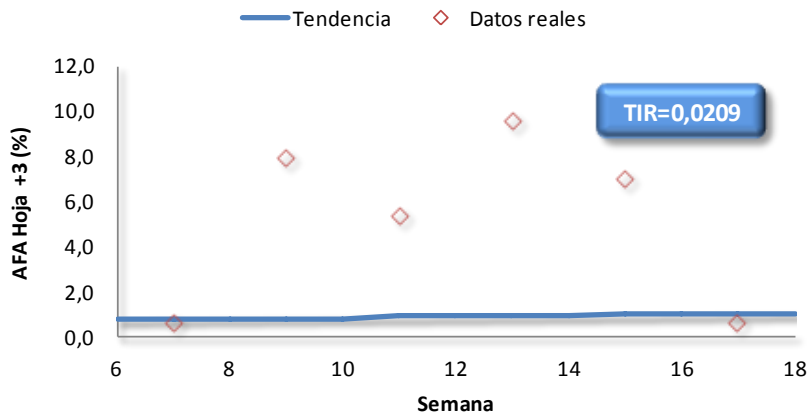


Sector A, Finca Mesas, lote Ciprés

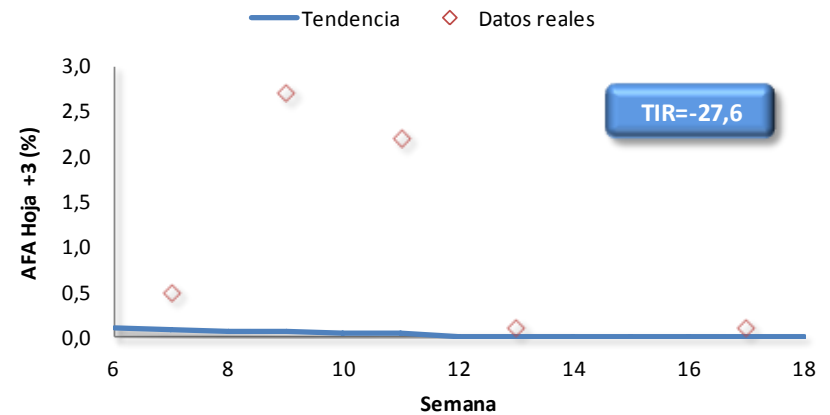


TIR: tasa de infección relativa.

Sector A, Finca Naranjo, lote Puerto Arturo

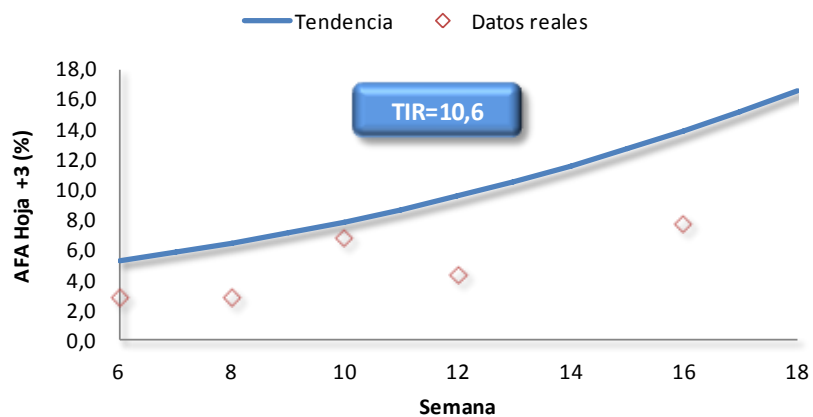


Sector A, Finca Naranjo, lote San Froilán

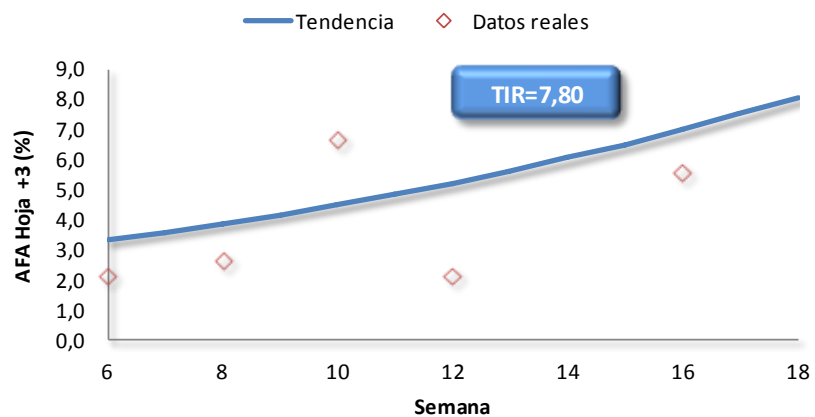


TIR: tasa de infección relativa.

Sector B, Finca Victoria, lote Rollos

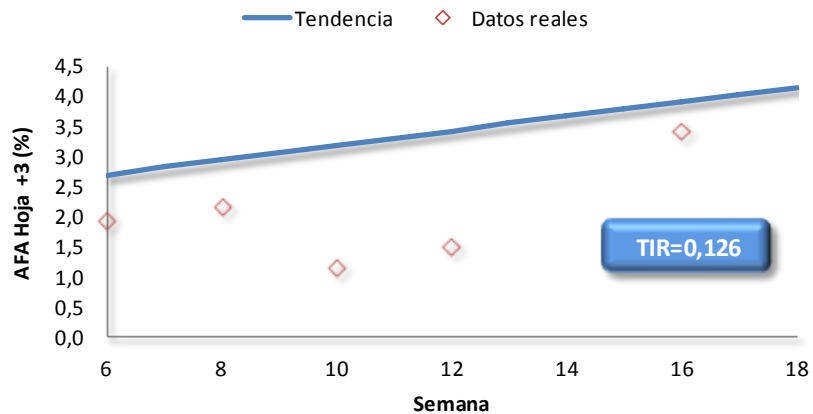


Sector B, Finca Victoria, lote Sancho

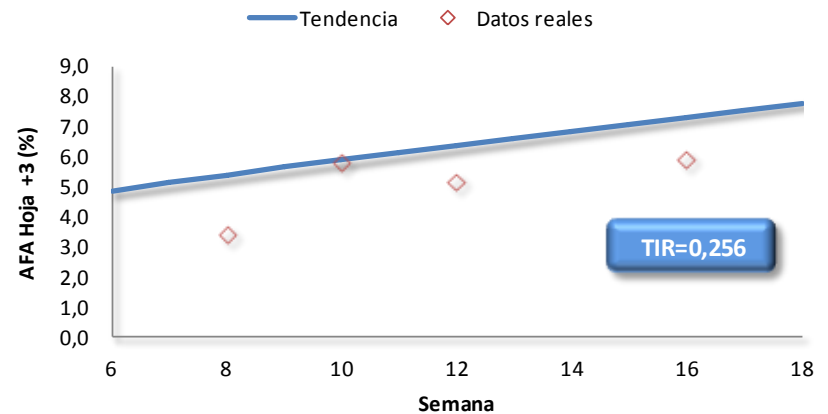


TIR: tasa de infección relativa.

Sector B, Finca Vergel, lote Loiza

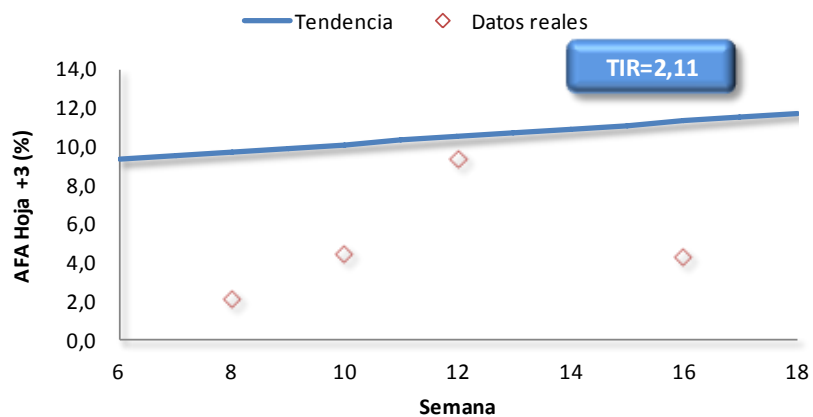


Sector B, Finca Cuba, lote Cubano

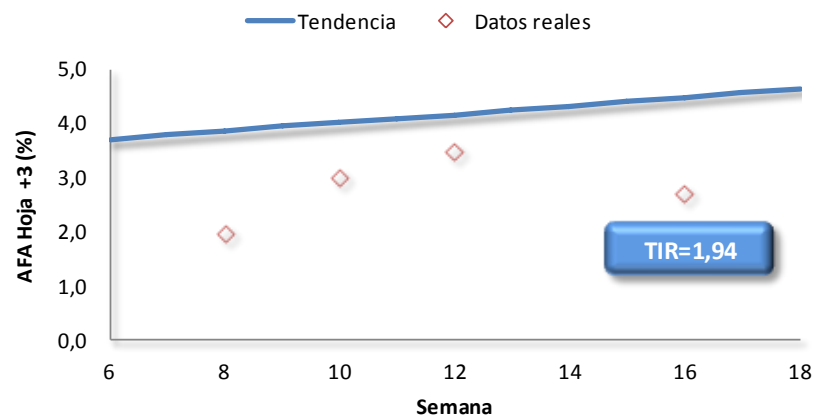


TIR: tasa de infección relativa.

Sector B, Finca Ángeles, lote Flores

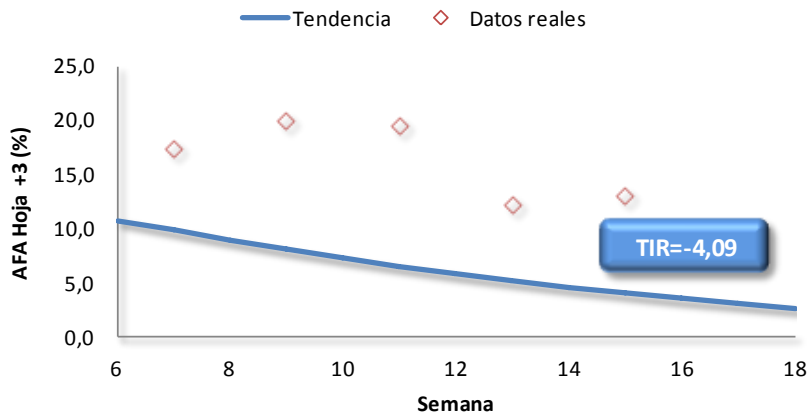


Sector B, Finca Ángeles, lote Bananal

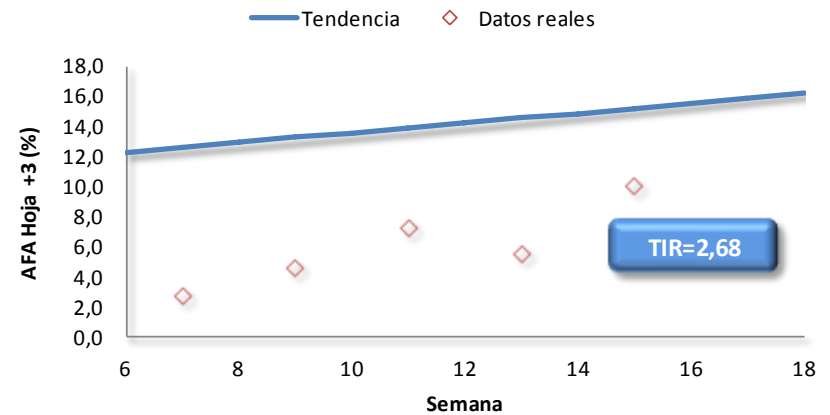


TIR: tasa de infección relativa.

Sector F, Finca La Gloria, lote Rincón del Indio

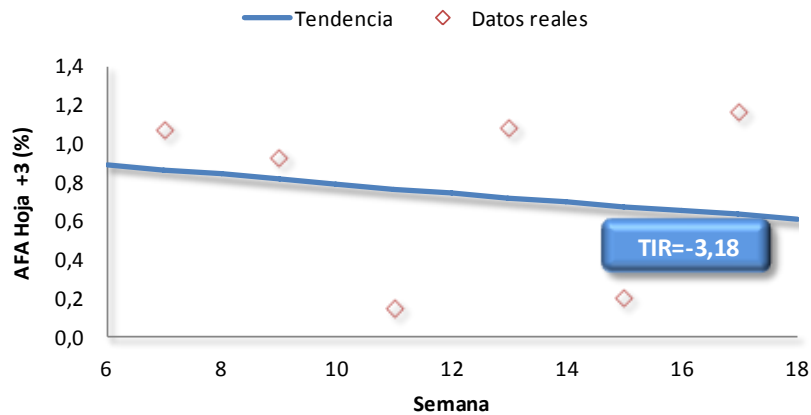


Sector F, Finca La Gloria, lote Mañaní

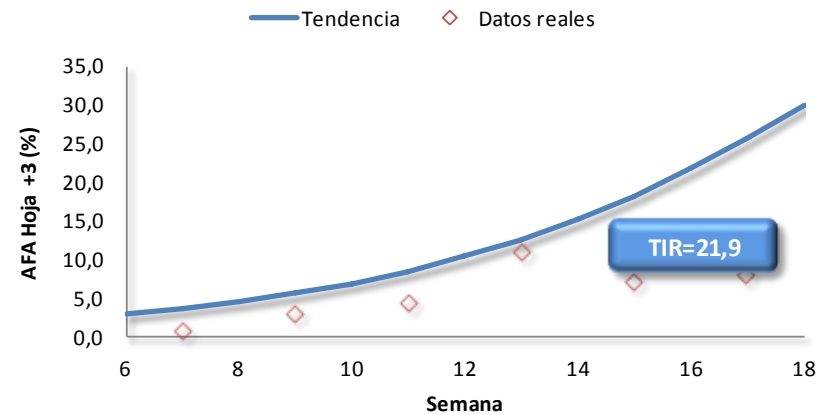


TIR: tasa de infección relativa.

Sector F, Finca La Gloria, lote 100



Sector F, Finca La Gloria, lote Papalico



TIR: tasa de infección relativa.

Parámetros Estimados:

Sector	Finca	Lote	Modelo	Ecuación	r	AFA ₀
A	Mesas	Colonias	N/A			
A	Mesas	Cedros	Monomolecular	$AFA = 100 * (1 - ((AFA_0) * e^{-(r/100 * X)}))$	0,0749	0,00167
A	Mesas	Cipres	Monomolecular	$AFA = 100 * (1 - ((AFA_0) * e^{-(r/100 * X)}))$	0,221	0,0256
A	Naranjo	Puerto Arturo	Monomolecular	$AFA = 100 * (1 - ((AFA_0) * e^{-(r/100 * X)}))$	0,0209	0,00643
A	Naranjo	San Froilán	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	-27,6	0,00500
A	Rorhomoser	Repasto	N/A			
A	Rorhomoser	Caledonia	N/A			
A	Durán	81	N/A			
A	Durán	Casalta	N/A			
B	Victoria	Rollos	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	10,6	0,0283
B	Victoria	Sancho	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	7,80	0,0211
B	Vergel	Loaiza	Monomolecular	$AFA = 100 * (1 - ((AFA_0) * e^{-(r/100 * X)}))$	0,126	0,0194
B	Lara	5	N/A			
B	Echandi	Palmira	N/A			
B	Bierman	España	N/A			
B	Sitio	Toronjas	N/A			
B	Cuba	Cubano	Monomolecular	$AFA = 100 * (1 - ((AFA_0) * e^{-(r/100 * X)}))$	0,256	0,0340
B	Ángeles	Flores	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	2,11	0,0833
B	Ángeles	Bananal	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	1,94	0,0330
F	Gloria	Rincón del Indio	Gompertz	$AFA = 100 * e^{(\ln(AFA_0) * e^{-r * X})}$	-4,09	0,174
F	Gloria	Mañaní	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	2,68	0,107
F	Gloria	100	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	-3,18	0,0107
F	Gloria	Papalico	Logístico	$AFA = 100 * 1 / (1 + (e^{-(\ln(AFA_0 / (1 - AFA_0)) + (R/100 * X))}))$	21,9	0,00833

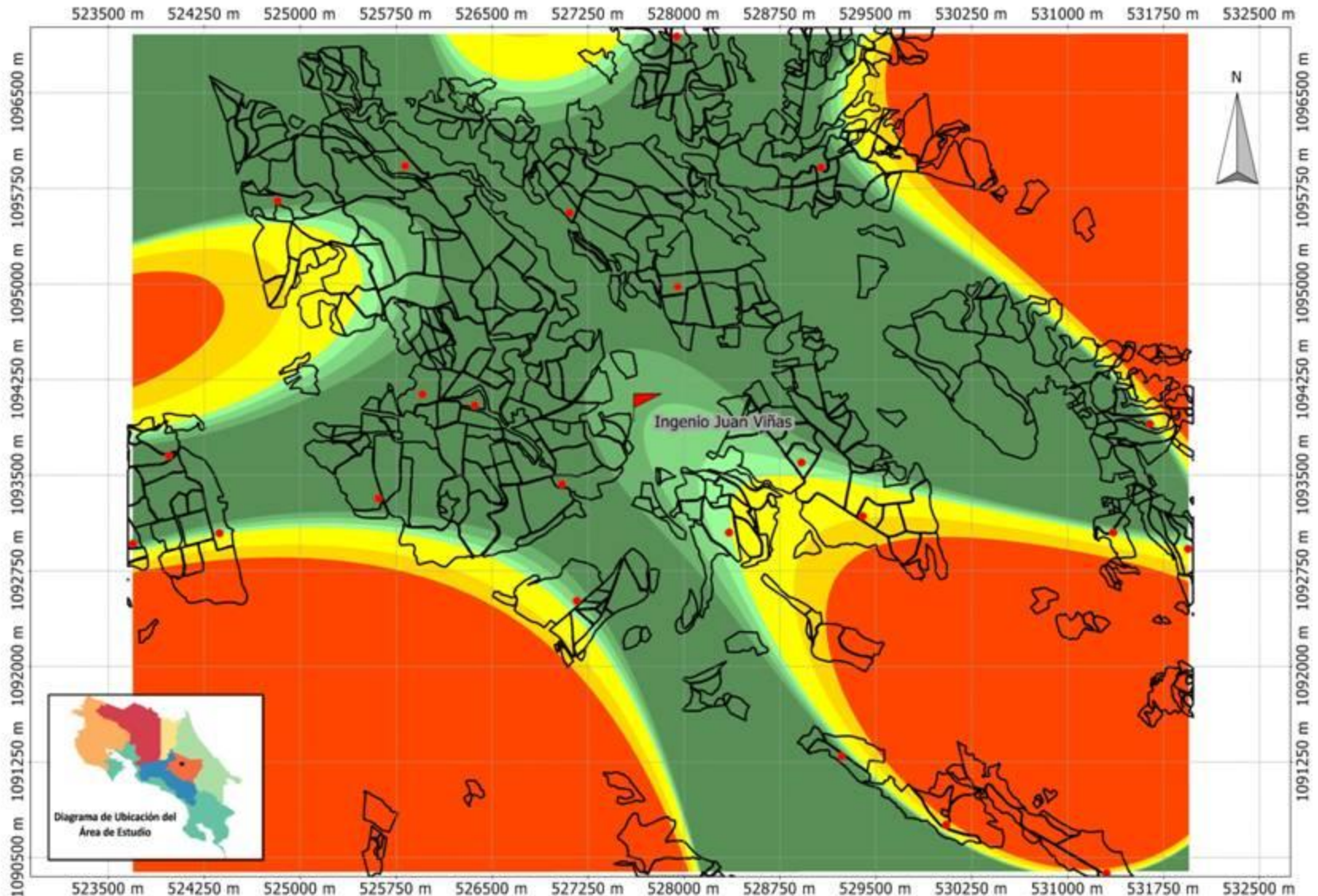
r = Tasa de infección relativa (TIR)

AFA₀ = Infección inicial.

Distribución de la Enfermedad en la Zona:

- Con la ayuda de programas de sistemas de información geográfica (SIG).
- Se categorizó el nivel de daño en rangos según la escala de referencia para evaluación de la enfermedad.
- Se realizó una distribución espacial de las categorías según los datos del muestreo.

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 1 de noviembre del 2011.



0 2 km

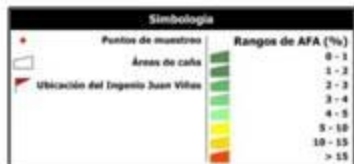
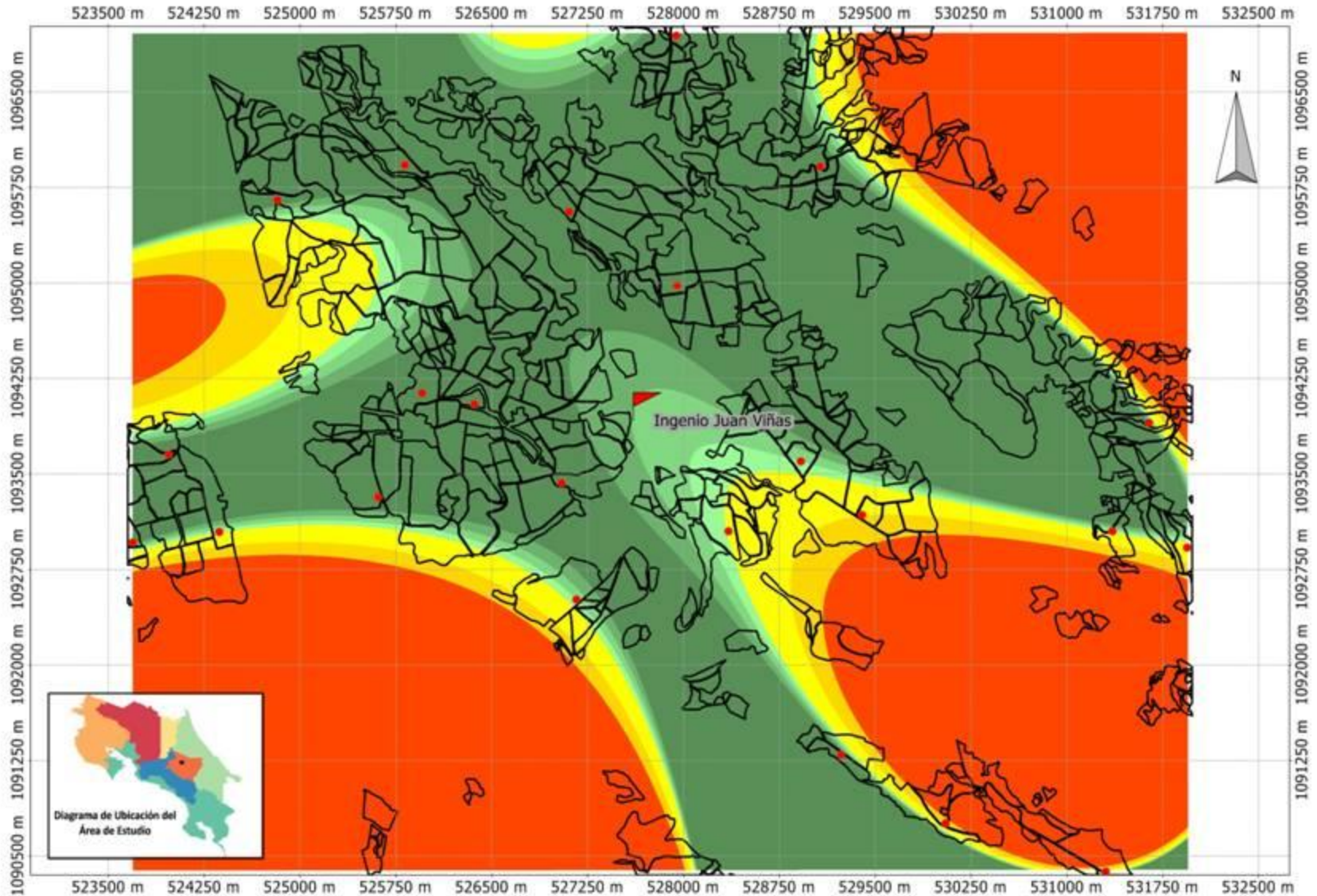
Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 8 de noviembre del 2011.



0 2 km

Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

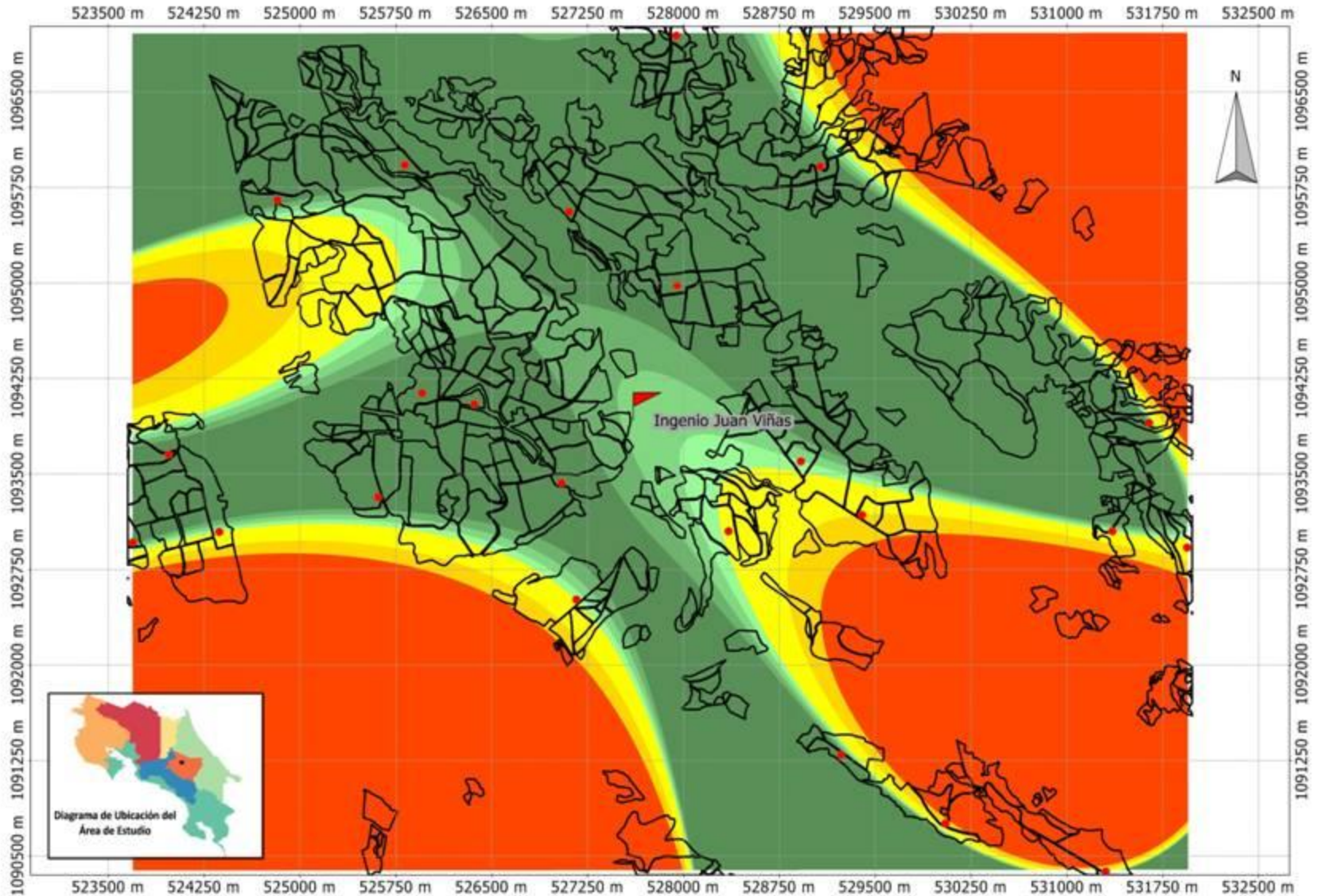
Elaborado por: Erick Chavarria Soto

Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar

Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 15 de noviembre del 2011.



0 2 km

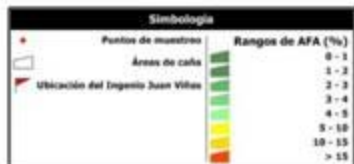
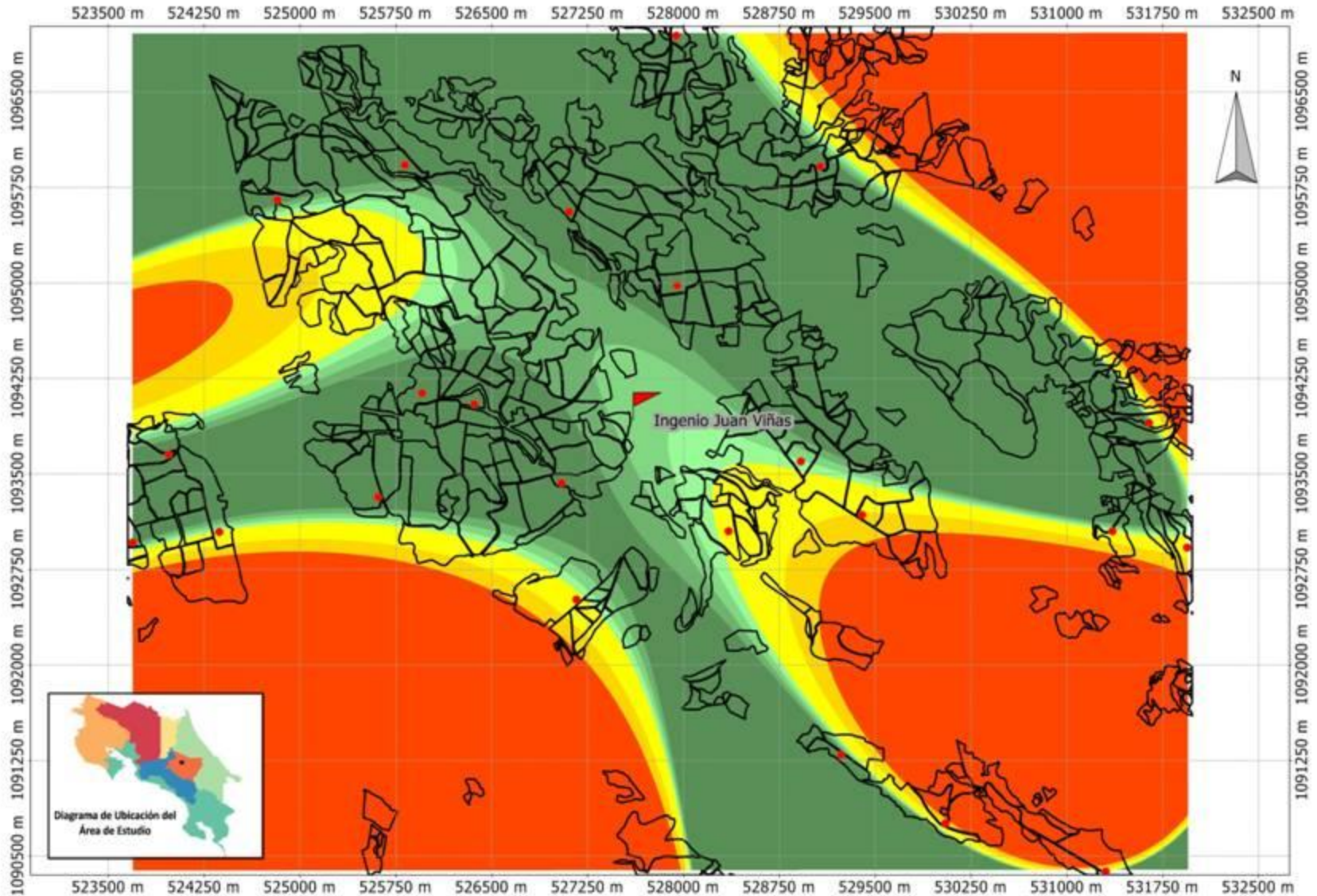
Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 22 de noviembre del 2011.



0 2 km

Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

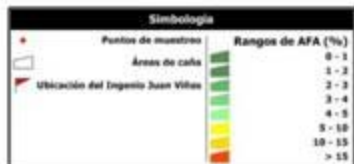
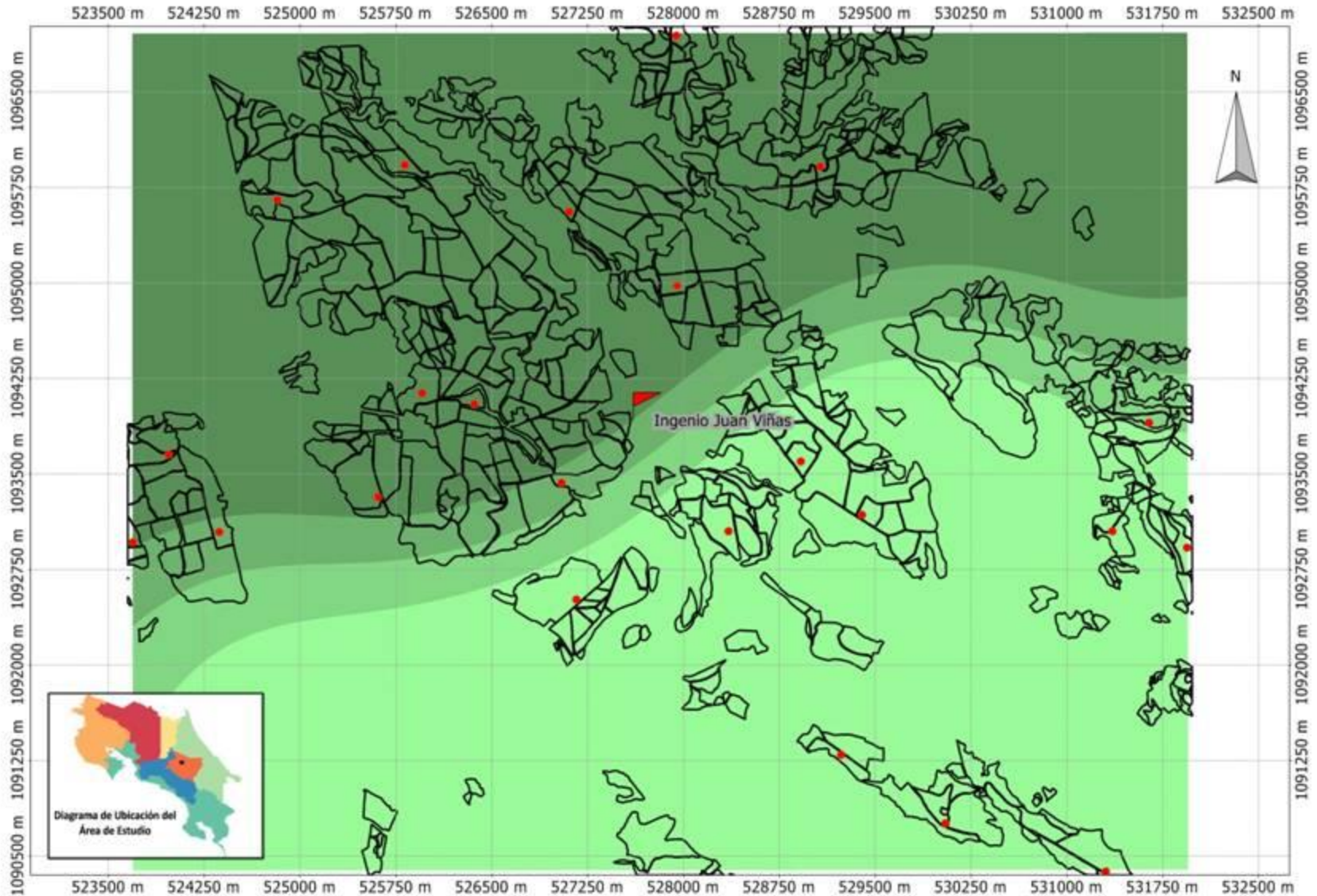
Elaborado por: Erick Chavarria Soto

Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar

Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 29 de noviembre del 2011.



0 2 km

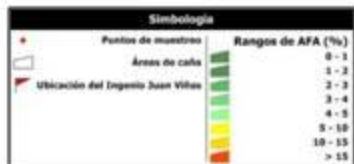
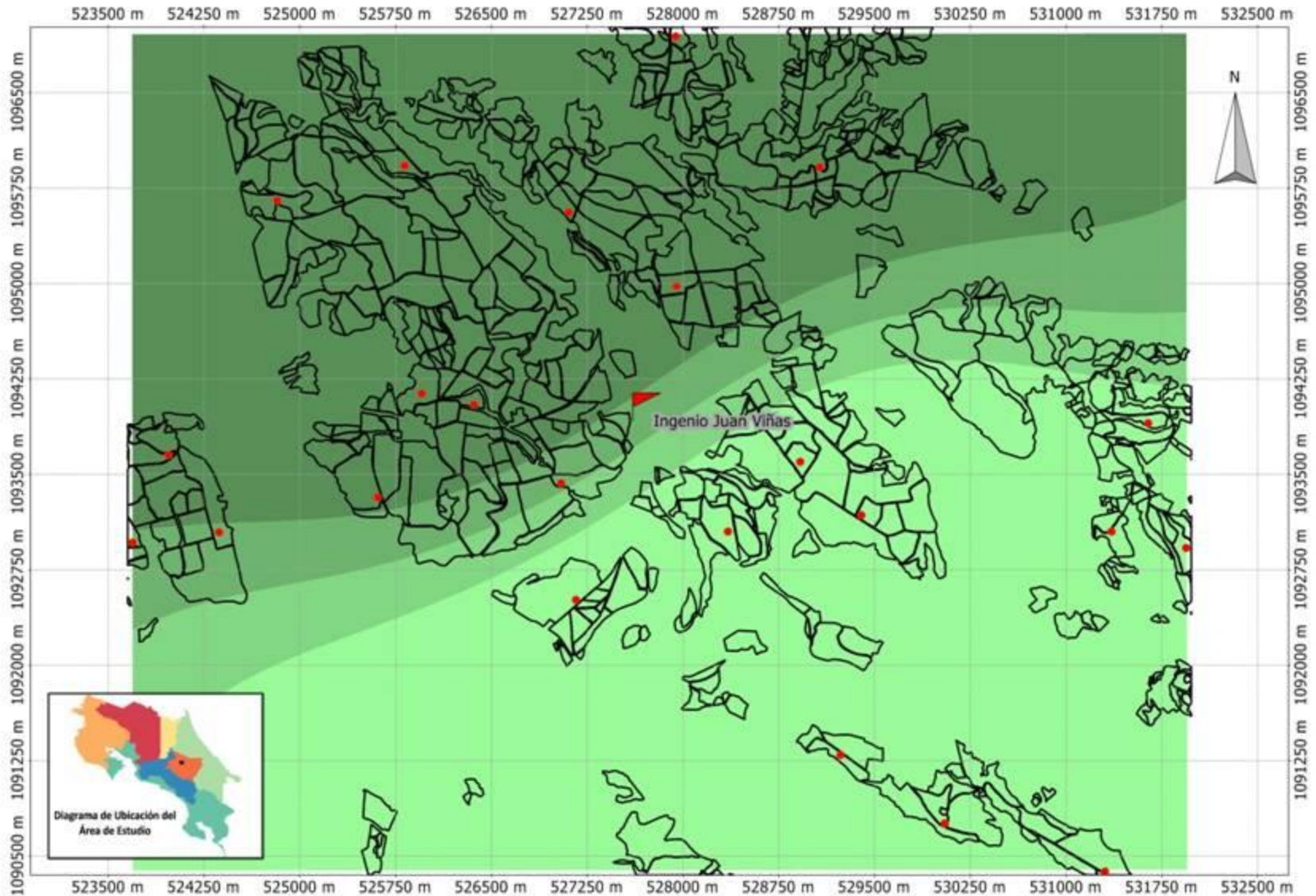
Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 6 de diciembre del 2011.



0 2 km

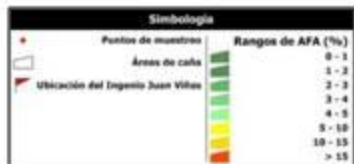
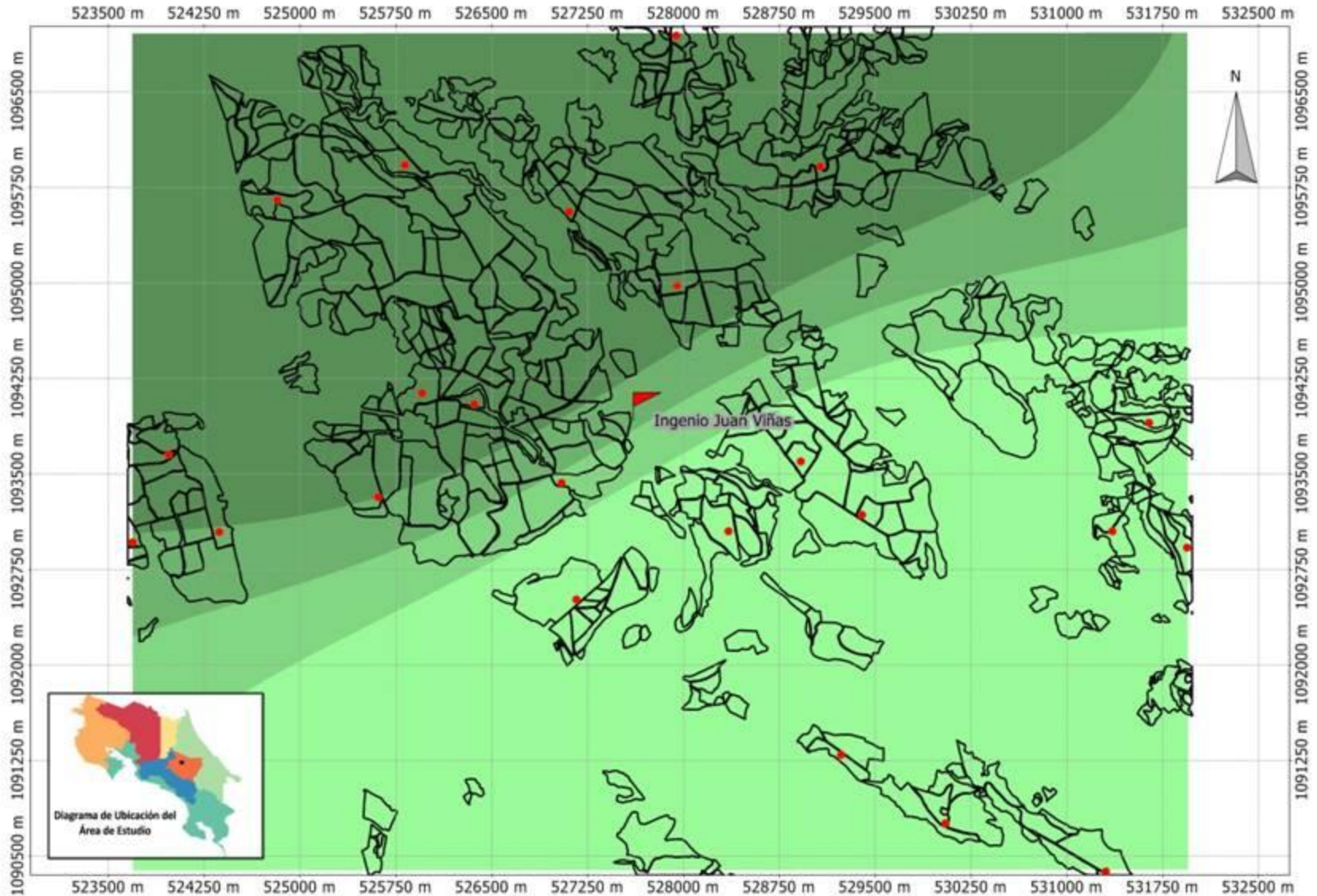
Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

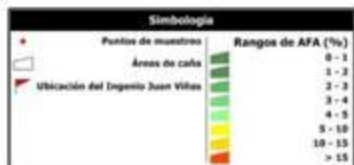
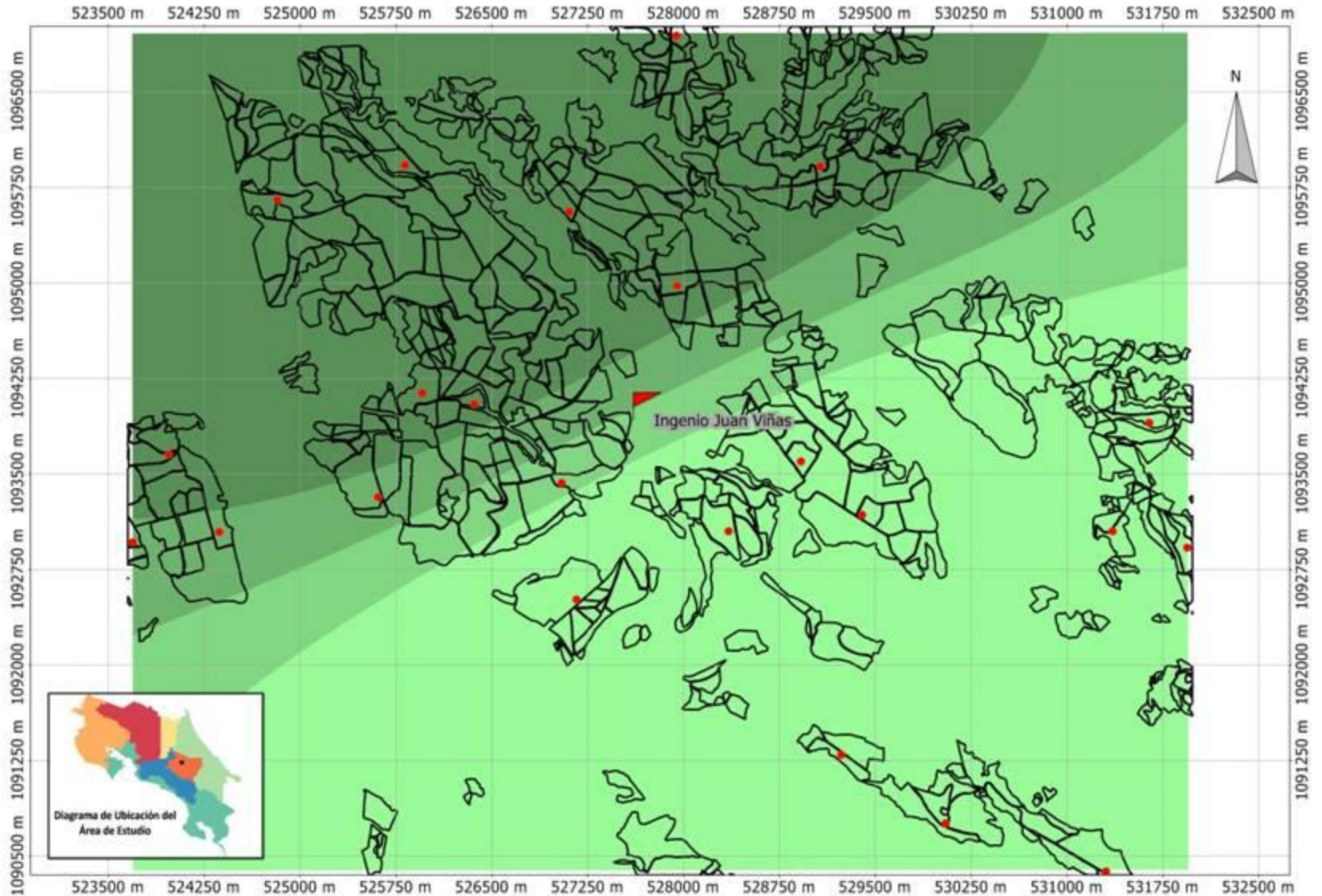
Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 13 de diciembre del 2011.



0 2 km
Escala: 1:44.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005
Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
Departamento de Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar
Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 20 de diciembre del 2011.



0 2 km

Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

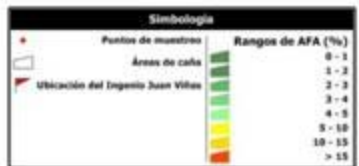
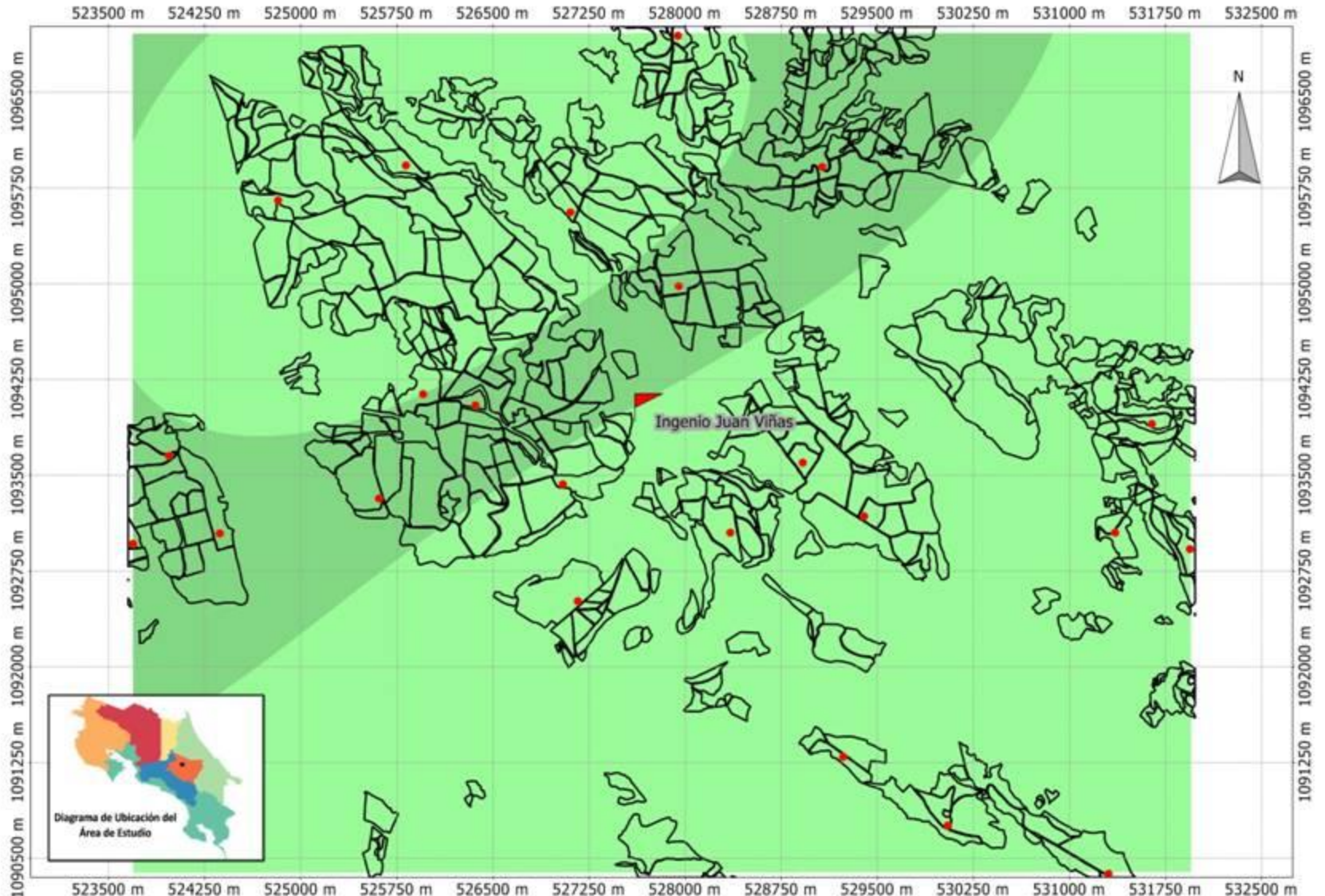
Elaborado por: Erick Chavarria Soto

Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar

Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

Agosto del 2012

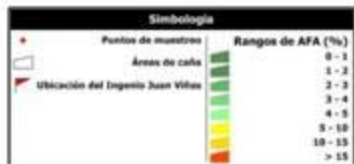
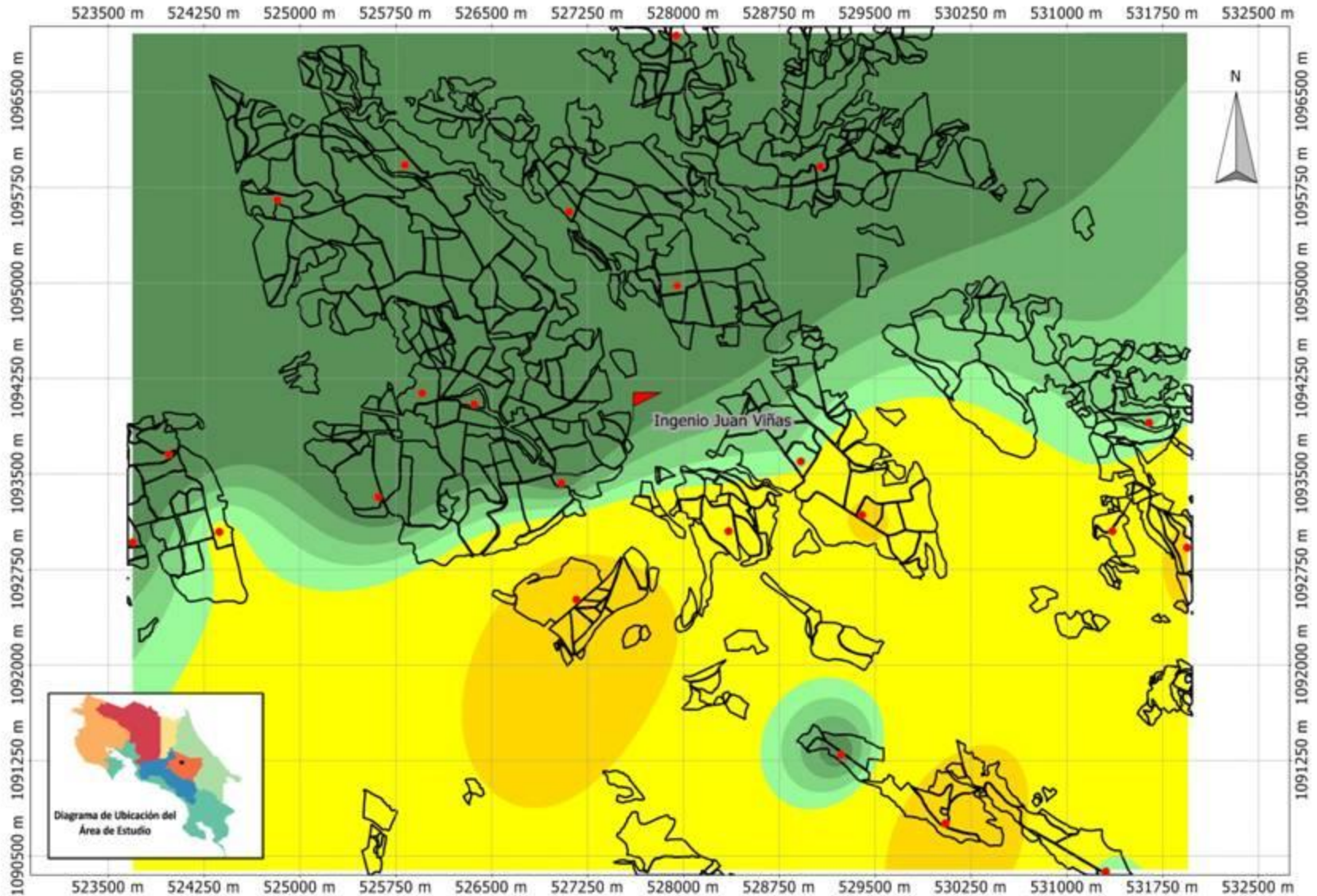
Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 27 de diciembre del 2011.



Escala: 1:44.000
 Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005
 Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 3 de enero del 2012.



0 2 km

Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

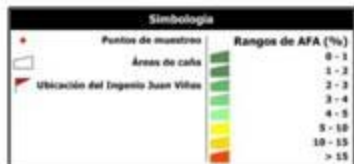
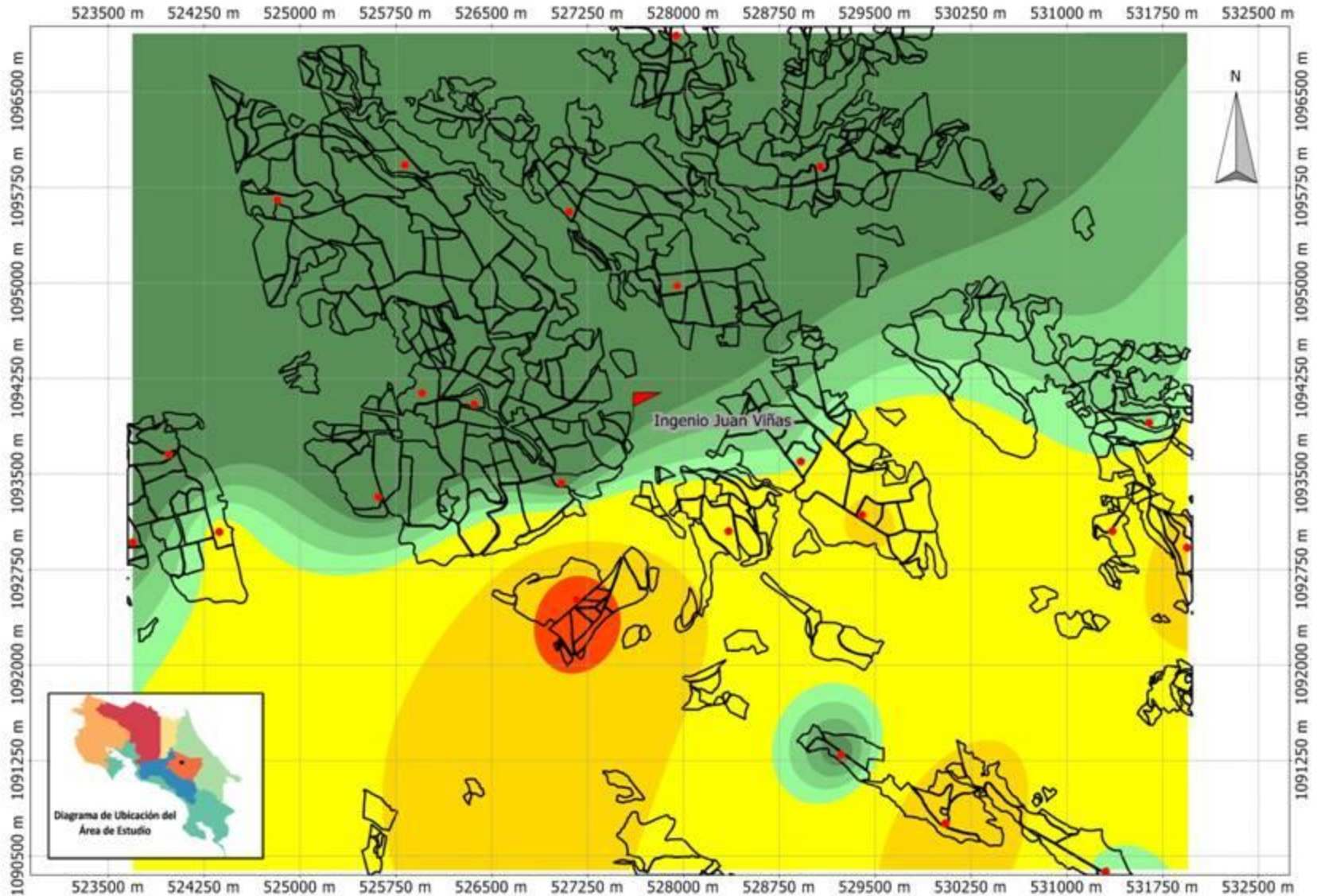
Elaborado por: Erick Chavarria Soto

Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar

Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

Agosto del 2012

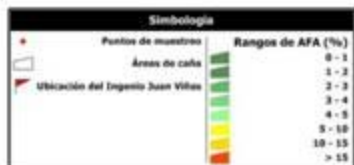
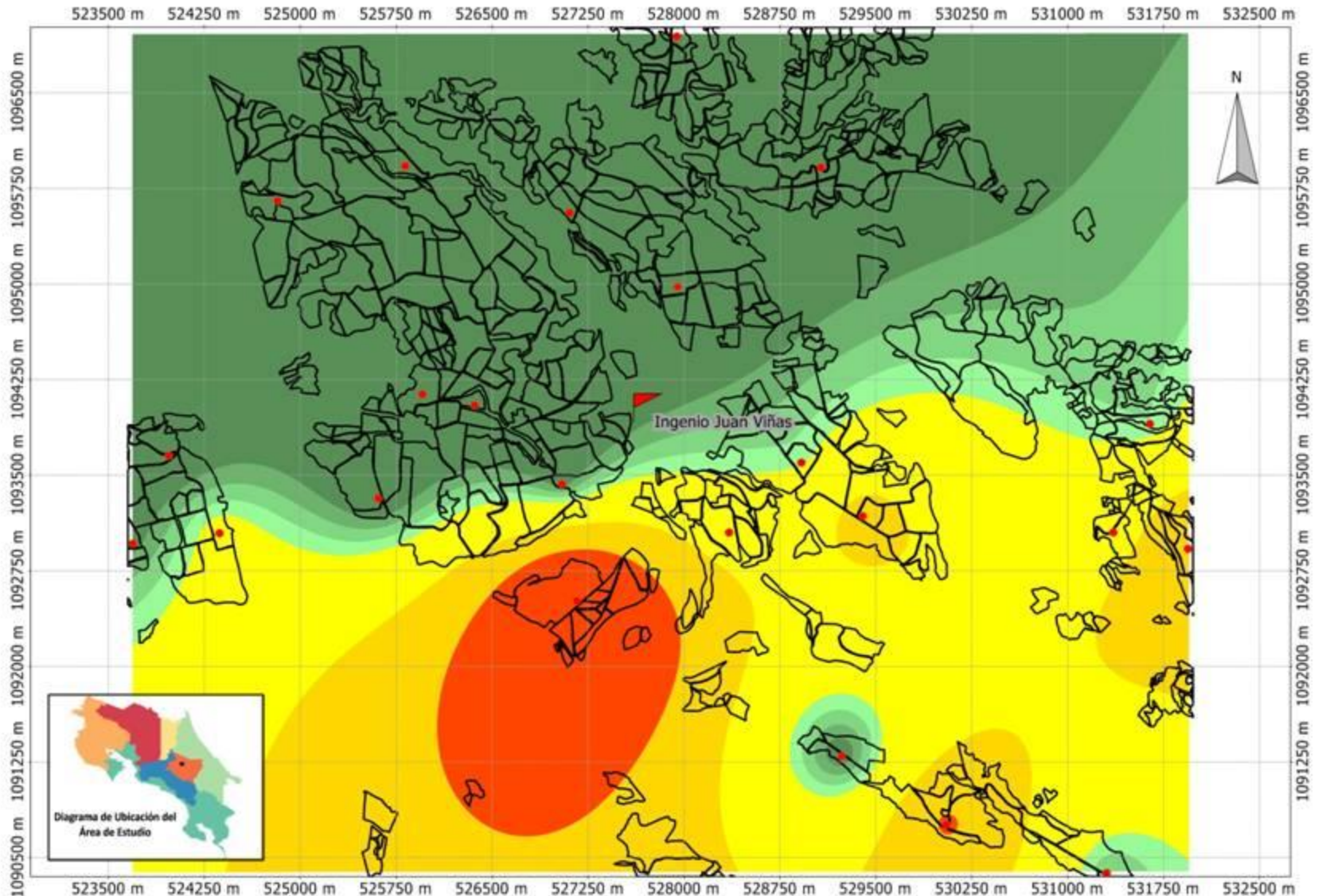
Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 10 de enero del 2012.



0 2 km
Escala: 1:44.000
Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005
Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
Departamento de Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar
Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 17 de enero del 2012.



0 2 km

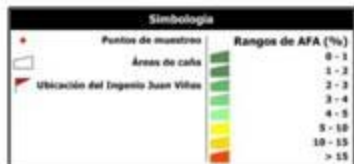
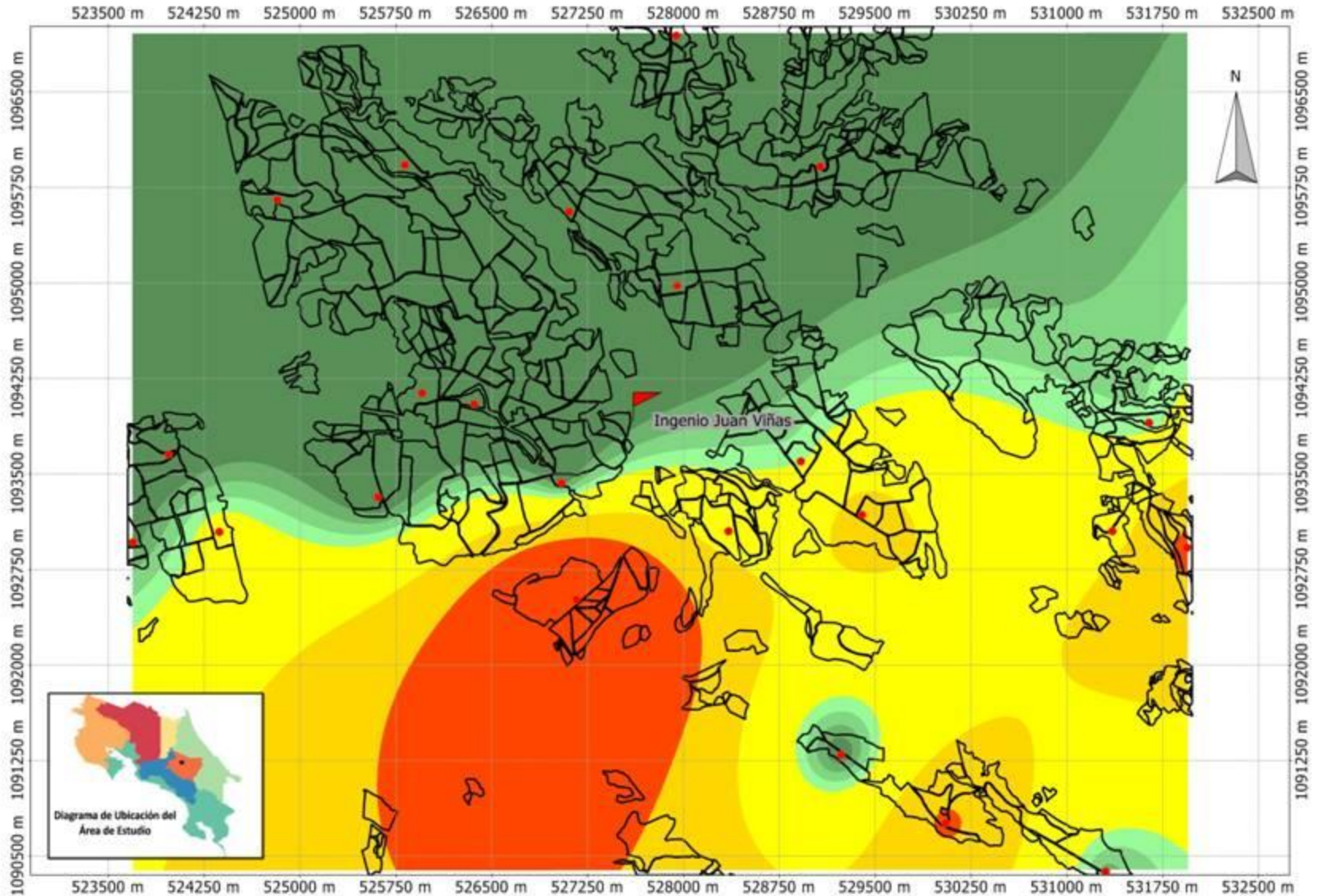
Escala: 1:44.000

Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005

Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 24 de enero del 2012.



0 2 km
 Escala: 1:44.000
 Sistema de Coordenadas Proyectadas: Costa Rica TM 2005
 Datum: World Geodetic 1984 (WGS84)

Elaborado por: Erick Chavarria Soto
 Departamento de Investigación y Extensión de la
 Caña de Azúcar
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
 Agosto del 2012

Conclusiones:

- El comportamiento de la enfermedad presenta fuertes fluctuaciones o variaciones estacionales.
- Las fuertes variaciones no permiten aplicar un modelo con precisión para la “predicción” del comportamiento de la enfermedad en el futuro cercano.
- La tendencia de la enfermedad es a aumentar su nivel de daño durante un periodo que alcanza los doce meses de edad del cultivo, a partir del cual tiende a desaparecer.

Recomendaciones:

- El hecho de que los lotes con mayor edad de la H77-4643 no presenten síntomas sigue llamando la atención, por lo que es recomendable prestar atención a los lotes evaluados para ver su comportamiento con la edad.
- Importante definir zonas de exclusión para la variedad H77-4643 con base en los resultados del análisis espacial. Ejemplo el Sector F.