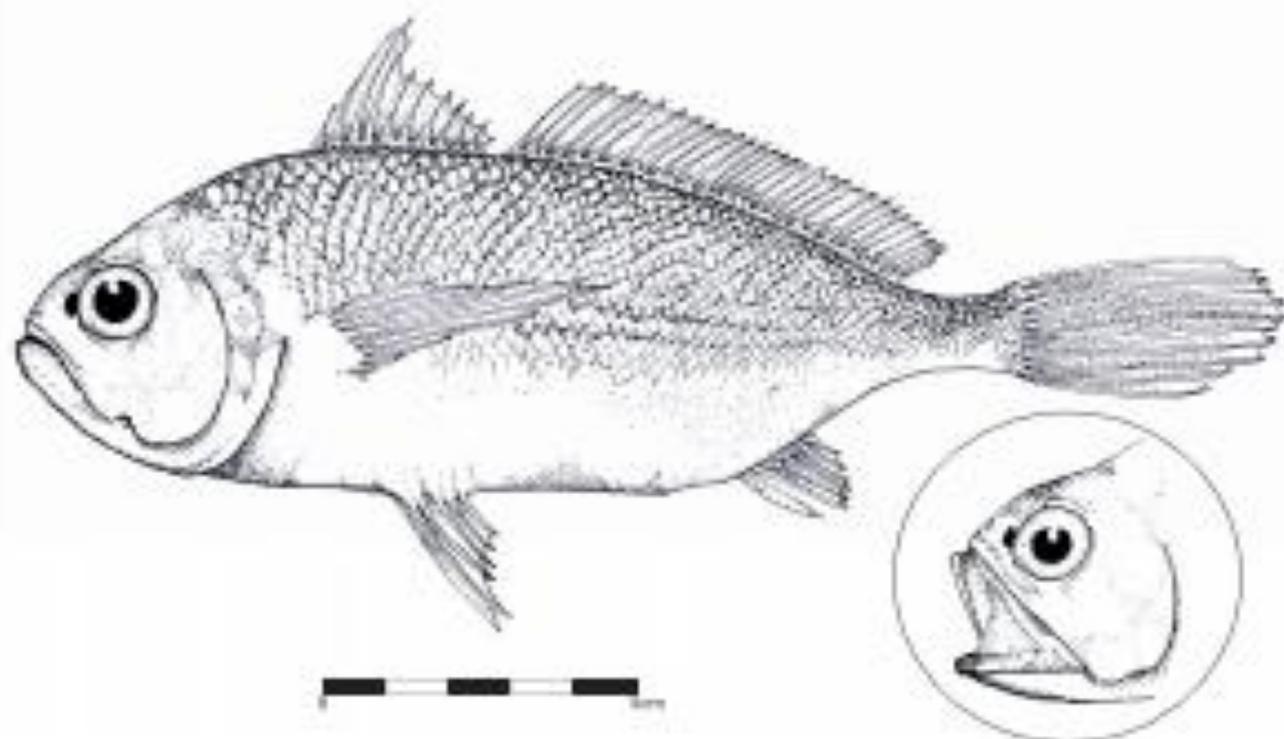


ISSN: 1390-8413

Volumen 12 | Número 1 | Junio 2018

Revista Científica

Ciencias Naturales y Ambientales



UNIVERSIDAD
DE GUAYAQUIL



Facultad
de Ciencias Naturales

Desembarque de tiburones en las pesquerías artesanales del Ecuador durante el 2012

Shark's landing from the artisanal fisheries of Ecuador during 2012

Dialhy Coello^{1*} & Marco Herrera²

¹Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil,
Guayaquil, Ecuador

²Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente, Instituto Nacional de Pesca,
Letamendi 102 y la Ria, Guayaquil, Ecuador

Recibido 3 de mayo 2018; recibido en forma revisada 26 de mayo 2018, aceptado 1 de junio 2018
Disponible en línea 26 de junio 2018

Resumen

En base a los datos obtenidos en el seguimiento a los desembarques de la flota pesquera artesanal dirigida a la pesquería de peces pelágicos grandes realizado durante el 2012, se determinó la composición y el volumen de tiburones desembarcados, que constituyen la captura incidental de esta pesquería; estimándose un total anual de 9361,0 t desembarcadas, lo que representa un incremento del 2,7 % en relación al 2011 y un decremento del 15,5 % con respecto al 2010. *Alopias pelagicus* y *Prionace glauca* fueron las especies mayormente desembarcadas, y Manta fue el puerto de mayor representatividad en lo referente a volúmenes desembarcados, debido a la flota de barcos artesanales dirigida a atunes, picudo y espada empleando palangre grueso. En relación a la madurez sexual, se registró presencia mayoritaria de individuos inmaduros en los desembarques de *C. falciformis*, *S. zygaena* e *I. oxyrinchus*, mientras que *A. pelagicus* y *P. glauca*, tuvieron un comportamiento diferente al registrar más de un 50,0 % de organismos maduros. Las áreas de captura de tiburones se ubicaron principalmente al suroeste de las islas Galápagos en el caso de la flota de barcos que captura atún, picudo y espada y en aguas internacionales entre los 00° 02' N y 12° 00' S para el dorado.

Palabras claves: flotas pesqueras, madurez, recursos objetivos, zonas de pesca

Abstract

The composition and landings of sharks were determined based on the collected data in 2012 from the monitoring of artisanal fishing fleet directed to the fishery of big pelagic fishes carried out by the staff of Instituto Nacional de Pesca. The sharks landing was estimated in 9361.0 tonnes which represents an increase of 2.7% compared to 2011 but a decrease of 15.5% compared to 2010. *Alopias pelagicus* and *Prionace glauca* were species commonly landed and Manta was the most representative fishing port in terms of volumes landed. These shark species were captured as bycatch from the artisanal fleet that captures tunas, weevil and sword using coarse longline. Regarding the sexual maturity of shark species, a high quantity of immature individuals were registered in the landings of *C. falciformis*, *S. zygaena* and *I. oxyrinchus*, while *A. pelagicus* and *P. glauca* had a different behavior when registering more than 50% of mature organisms. The sharks catch areas were located mainly southwest of the Galapagos Islands in the case of the fleet of vessels that catch tuna, weevil and swordfish and in international waters between 00° 02' N and 12° 00' S for dorado.

Keywords: fishing fleet, fisher ground, maturity, objective resources

Introducción

En el Pacífico Sudeste, los recursos pesqueros experimentan grandes cambios en su abundancia y composición, lo cual tiene importantes repercusiones sociales y económicas en la población que depende de estas pesquerías, sobre todo si consideramos que, en 2009, esta región fue el segundo contribuyente a la captura marina mundial (FAO 2011).

Esta realidad también es evidente en Ecuador, donde la pesca es una importante fuente de empleos, es así que “se estima que el sector pesquero industrial aproximadamente emplea a 4 579 personas en la fase extractiva, de los cuales alrededor el 30,0% corresponde a la flota atunera cerquera. En cuanto a la fase de procesamiento se estima que aproximadamente emplearía entre contrataciones temporales y permanentes a 19 770 personas” (Prieto

* Correspondencia del autor:
E-mail: dialhy.coellos@ug.edu.ec



2009), a este grupo se adiciona el sector pesquero artesanal, el cual según, la Subsecretaría de Recursos pesqueros está integrado por 25 783 pescadores (SRP 2017).

Entre las principales pesquerías desarrolladas a nivel artesanal en Ecuador, tenemos las dirigidas a los peces pelágicos grandes (PPG), las cuales tienen como captura incidental a los tiburones, según FAO (2011), las pesquerías dirigidas a elasmobranquios y su presencia en las capturas incidentales de otras dirigidas a peces óseos, son las principales amenazas a nivel mundial para estas poblaciones.

Así también, debemos considerar que los tiburones son considerados predadores top, es decir, cumplen un papel importante en el equilibrio ecológico, puesto que la disminución de organismos depredadores superiores puede tener impactos a largo plazo que incluyen entre otros, la liberación del control predatorio de las poblaciones que son presa de los mesodepredadores y la generación de subsecuentes cascadas indirectas en las interacciones tróficas (Ransom *et al.*, 2007).

Es por ello que, considerando la importancia que tienen las pesquerías artesanales a nivel nacional y la necesidad de que éstas se desarrollen de forma sustentable, se desarrolló este estudio teniendo como objetivo determinar la composición y volúmenes de tiburones desembarcados durante el año 2012 en los principales puertos del litoral ecuatoriano.

Materiales y métodos

Los datos biológicos y pesqueros analizados provienen del seguimiento mensual que realiza el Instituto Nacional de Pesca (INP) a los desembarques de la flota pesquera artesanal dirigida a PPG, mediante entrevistas realizadas a los capitanes, pilotos y/o pescadores artesanales de barcos de madera o botes de fibra de vidrio, en los principales puertos pesqueros del sector artesanal como son: Esmeraldas, Manta,

Puerto López, Santa Rosa, Anconcito y Puerto Bolívar. Los volúmenes desembarcados fueron estimados a través del modelo propuesto por Kunstlik & Reeves (1994):

$$Cympvgs = \sum (Si \times Ti) \times (Nt / Nampe) \times (Dm / w)$$

Donde:

- Cympvgs:** Captura elevada/embarcaciones activas/mes/especie/ puerto/arte de pesca/embarcación/año.
- Si:** Peso de muestreo por puerto/especie/tipo embarcación/tipo arte de pesca.
- Ti:** Número de días/embarcación/arte pescando en los últimos 7 días.
- Nt:** Número de embarcaciones activas durante la semana de muestreo.
- Nampe:** Número de entrevistas realizadas
- Dm:** Número de días en el mes.
- W:** Número de días de la semana.

Los tiburones se identificaron a nivel de especie, determinándose además para las especies con mayores capturas y las que en el muestreo evidenciaron tamaños inferiores a las tallas medias de madurez, sexo, grado de madurez mediante la escala modificada de Stehmann (2002) y datos morfométricos como longitud total (LT) en cm.

A los datos de longitud total se les aplicó un análisis de varianza de una vía utilizando el software comercial Statsoft Inc. 2001, para detectar si existen diferencias significativas en las tallas entre sexos. La talla media de madurez sexual referencial para machos y hembras de tiburones utilizadas en este estudio corresponden a las determinadas por Coello *et al.*, (2011).

La información para establecer las zonas de pesca proviene de las posiciones geográficas de los sitios donde efectuaron faenas la flota de barcos artesanales de los puertos de Esmeraldas, Manta y Anconcito, lo cual fue graficado utilizando el Programa ArcGIS.

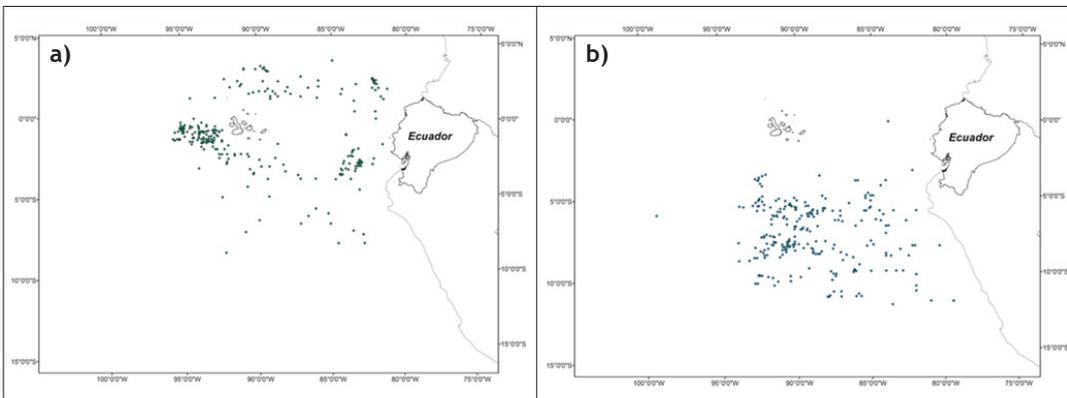


Figura 1. Zonas de pesca de la flota de barcos artesanales por recurso objetivo: a) atún-picudo-espada y b) dorado, donde se capturó tiburones durante 2012.

Resultados

Las áreas de captura de tiburones cuando la pesca objetivo fue atún, picudo y espada estuvieron registradas principalmente al suroeste fuera de las 40 millas de protección de la reserva de marina de Galápagos (Figura 1a); mientras que cuando el esfuerzo se dirigió a dorado, éstas se concentraron en aguas internacionales al norte del Perú, principalmente (Figura 1b).

Para 2012 el desembarque total de tiburones fue 9 361,0 t; valor 2,7 % mayor al estimado en 2011 (9 117,6 t) y 15,5 % menor en relación al 2010 (11 072,9 t), siendo las familias Alopiidae y Carcharhinidae las de mayor aporte con el 96,4 % del desembarque total anual, mientras que por temporalidad, los mayores desembarques se registraron en los meses de marzo, abril, agosto y septiembre (Tabla 1). En lo referente a la composición de la captura, se registró siete familias con siete géneros y 15 especies, siendo la familia Carcharhinidae la más diversa con dos géneros y cinco especies.

Manta fue el puerto de mayor desembarque con 81,4% de la captura total. *Alopias pelagicus*, predominó en casi todos los puertos con excepción de Santa Rosa y Anconcito en los que *Alopias superciliosus* representó el mayor volumen. También, en estos dos puertos, se registró un importante desembarque de *Prionace glauca* (Tabla 2).

Al analizar por tipo de embarcación y pesquería, Manta registró un mayor desembarque en lo referente a la flota de barcos de madera que captura atún-picudo-espada con palangre superficial grueso (7 347,7 t) y de dorado con palangre superficial fino (253,3 t), lo que representó 95,1 y 72,9 % del desembarque total anual de tiburones en las pesquerías mencionadas (Tabla 3).

En lo referente a la flota de botes de fibra de vidrio dirigidos a la captura de atún-picudo-espada con palangre superficial grueso, el puerto de Esmeraldas es el de mayor aporte en desembarque de tiburones seguido por Santa Rosa, siendo esta última localidad la más representativa en lo referente a la captura de tiburones con enmalle de superficie (222,6 t) (Tabla 3).

Tabla 1. Desembarque (t) de tiburones en la costa ecuatoriana durante 2012

FAMILIA	ENE	FEB	MAR	ABR	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Alopiidae	371,2	324,8	1300,2	1017,5	436,2	1523,8	1107,0	156,4	87,0	179,4	6503,5
Carcharhinidae	160,3	383,3	364,2	282,5	106,6	390,3	532,8	92,9	78,7	128,3	2519,9
Lamnidae	8,2	2,3	5,9	2,7	6,8	14,7	32,0	17,8	31,6	9,3	131,2
Pseudocarcharhinidae	0,02	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,12
Sphyrnidae	21,9	34,7	14,9	34,0	6,6	37,0	22,6	15,1	0,5	17,4	204,6
Triakidae	0,9	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6
TOTAL GENERAL	562,4	745,8	1685,3	1336,6	556,1	1965,9	1694,4	282,2	197,9	334,4	9361,0

- = no se registraron durante el muestreo

Tabla 2. Desembarque (t) anual de tiburones por puerto y especie en la costa ecuatoriana durante 2012

No.	NOMBRE				PUERTOS				TOTAL (T)
	Científico	Común	Esmeraldas	Manta	Puerto López	Santa Rosa	Anconcito	Puerto Bolívar	
1	<i>Alopias pelagicus</i>	Rabón	394,8	5184,3	134,2	166,4	122,7	6,2	6008,6
2	<i>Alopias superciliosus</i>	Rabón	4,4	125,4	7,4	214,3	140,3	-	491,8
3	<i>Alopias vulpinus</i>	Rabón	-	-	-	3,1	-	-	3,1
4	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Mico	40,8	631,7	0,8	11,9	46,3	0,5	732,0
5	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Punta negra	-	9,1	1,8	-	0,6	-	11,6
6	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Aletón	-	45,1	-	-	-	-	45,1
7	<i>Carcharhinus</i> spp.	Tiburón	-	1,0	-	-	3,0	-	4,1
8	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tinto	0,2	61,7	2,9	59,0	7,4	-	131,2
9	<i>Mustelus henlei</i>	Tollo	-	-	-	-	0,8	-	0,8
10	<i>Mustelus</i> spp.	Tollo	-	-	-	-	0,9	-	0,9
11	<i>Prionace glauca</i>	Aguado	15,2	1425,5	2,8	161,2	121,8	0,5	1727,1
12	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Cocodrilo	-	-	-	0,1	-	-	0,1
13	<i>Sphyrna lewini</i>	Martillo	-	15,3	0,1	5,1	-	-	20,5
14	<i>Sphyrna</i> spp.	Martillo	0,2	-	-	-	-	-	0,2
15	<i>Sphyrna zygaena</i>	Martillo	9,6	120,6	15,6	14,2	14,9	9,1	184,0
TOTAL			465,1	7619,8	165,6	635,4	458,8	16,3	9361,0

- = no se registraron durante el muestreo

Tabla 3. Desembarque (t) anual de tiburones por puerto, pesca objetivo, tipo de embarcación y arte de pesca en la costa ecuatoriana durante

PUERTOS	BARCO DE MADERA				BOTE DE FIBRA DE VIDRIO			
	Pesca objetivo/Arte de Pesca				Pesca objetivo/Arte de Pesca			
	Atún-Picudo-Espada	Dorado	Guapo	PPG	Atún-Picudo-Espada	Dorado	Guapo	PPG
	Palangre			Enmalle	Palangre			Enmalle
	Grueso Sup.	Fino Sup.	1/2 agua	Sup.	Grueso Sup.	Fino Sup.	1/2 agua	Sup.
Esmeraldas	8,8	5,1	-	-	403,7	34,9	-	12,5
Manta	7347,7	253,3	-	-	18,9	-	-	0,0
Puerto López	-	-	-	-	-	-	-	165,6
Santa Rosa	-	-	-	-	397,3	14,7	0,9	222,6
Anconcito	363,4	88,5	1,1	-	3,8	2,0	-	-
Puerto Bolívar	-	-	-	16,3	-	-	-	-
TOTAL GENERAL	7719,9	346,9	1,1	16,3	823,6	51,5	0,9	400,7

- = no se registraron durante el muestreo

En relación a los parámetros morfométricos y biológicos a continuación se detallan los resultados por especies de:

Alopias pelagicus.- se analizaron un total de 770 individuos, 220 de los cuales fueron machos y 550 hembras, estas últimas estuvieron entre 110 y 338 cm LT y la talla promedio fue de 266 cm LT; mientras que los machos presentaron un rango de tallas entre 108 y 341 cm LT, con una talla promedio de 247 cm LT. La relación macho hembra fue de 1,0:2,5.

En esta especie se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre las tallas por sexos ($F_{(1,768)} = 36,03$ $p < 0,001$).

Así también, se observó un grupo modal en 270,0 cm de LT para hembras y en 250 cm de LT para machos. El 56,5 % de hembras eran maduras al comparlas con la talla media de madurez sexual establecida de 265,0 cm de LT, mientras que los machos maduros representaron el 45,0 % considerando como talla media 259,0 cm de LT (Figura 2).

Alopias superciliosus.- se analizaron un total de 143 individuos. Las hembras presentaron un rango de tallas entre 48,0 y 378,0 cm LT con una talla promedio de 273,0 cm LT, mientras que los machos estuvieron entre 47,0 y 344,0 cm LT, con una talla promedio de 267,0 cm LT. En los machos de esta especie, se observó un grupo modal en 290,0 cm LT y las hembras en 270,0 cm LT (Figura 3).

La proporción sexual macho-hembra fue de 1,0:0,95, adicionalmente no se encontraron diferencias significativas estadísticamente entre tallas entre sexos ($F_{(1,141)} = 0,456$ $p > 0,05$).

Prionace glauca.- Un total de 675 individuos fueron analizados, de los cuales 372 fueron machos y 303 hembras, lo que determinó una relación macho hembra de 1,0:0,8. Los machos presentaron rangos de tallas entre 85,0 y 318,0 cm LT, con una talla promedio de 230,0 cm LT. Las hembras presentaron una longitud entre 119,0 y 320,0 cm LT con una talla promedio de 214,0 cm LT, determinándose además

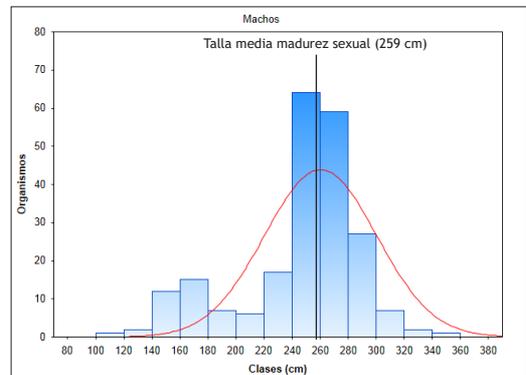
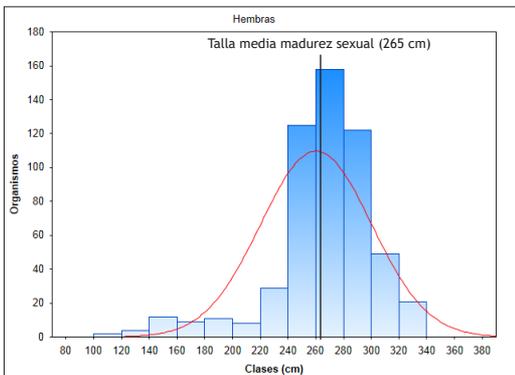


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas de *Alopias pelagicus* desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

que existen diferencias significativas entre las tallas de macho y hembras ($F_{(1,673)} = 38,22 p < 0,001$).

Las hembras mostraron un solo grupo modal en 210,0 cm LT mientras que en los machos no se determinó un solo grupo modal, siendo notorias las longitudes entre 190,0 a 250,0 cm LT (Figura 4). Los porcentajes de individuos maduros registrados fueron 84,5 % para hembras y 71,5 % para machos.

Sphyrna zygaena.- Se registraron un total de 1 649 individuos. Los machos presentaron rangos de tallas entre 60,0 y 296,0 cm LT, con una talla promedio de 114,0 cm LT, mientras que las hembras estuvieron entre 59,0 y 295,0 cm LT con una talla promedio de 120,0 cm LT. La relación macho hembra determinada fue de 1,0:0,9, considerando 861 machos y 788 hembras. Al analizar las variaciones de las tallas de machos y hembras se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las mismas ($F_{(1,1647)} = 13,61 p < 0,001$).

Se observó una distribución bimodal para el caso de las hembras (90,0 y 130,0 cm LT), mientras que en los machos la moda se encontró en 90,0 cm LT, la mayor parte de los organismos analizados corresponderían a individuos juveniles o inmaduros (Figura 5).

Carcharhinus falciformis.- Se examinaron un total de 145 individuos. Los machos presentaron rangos de tallas entre 60,0 y 188,0 cm LT, con una talla promedio de 123,0 cm LT, mientras que las hembras estuvieron entre 60,0 y 189,0 cm LT con una talla promedio de 129,0 cm LT. Ambos sexos se caracterizaron por registrar principalmente individuos inmaduros y por no determinarse diferencias significativas entre las tallas de machos y hembras ($F_{(1,143)} = 0,139 p > 0,05$).

Las hembras presentaron una distribución bimodal en 115,0 y 155,0 cm LT, mientras que en los machos la moda se ubicó en la clase 115,0 cm LT. La proporción de sexos fue 1,0:0,9 (machos/hembra) (Figura 6).

Isurus oxyrinchus.- Se analizaron un total de 185 individuos. Los machos presentaron rangos de tallas entre 96,0 y 286,0 cm LT, con una talla promedio de 159,0 cm LT, mientras que las hembras registraron longitudes entre 88,0 y 288,0 cm LT con una talla promedio de 157,0 cm LT. La moda para machos y hembras se encontró en 150,0 cm LT (Figura 7). La proporción de sexos machos/hembra fue 1,0:0,9. Al igual que en la especie anterior no existió diferencias estadísticas en las tallas de los individuos ($F_{(1,183)} = 0,118 p > 0,05$).

Complementariamente, en las caletas pesqueras muestreadas se analizaron 1 867 tiburones hembras, siendo *C. falciformis*, *S. zygaena* e *I. oxyrinchus* las especies que registraron mayor presencia de individuos inmaduros con porcentajes superiores al 95,5 % (Tabla 4).

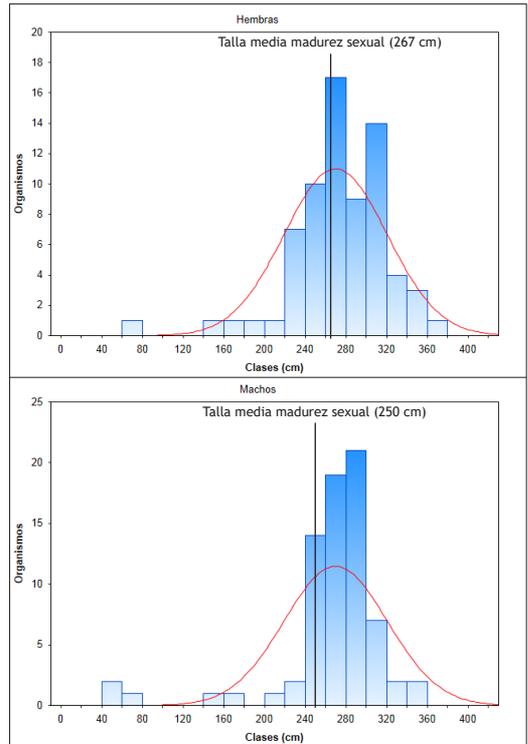


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de *Alopias superciliosus* desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

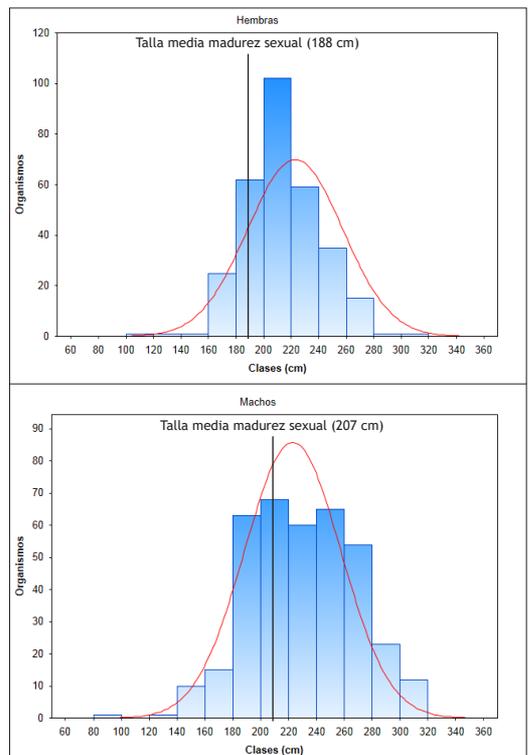


Figura 4. Distribución de frecuencia de tallas de *Prionace glauca* desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

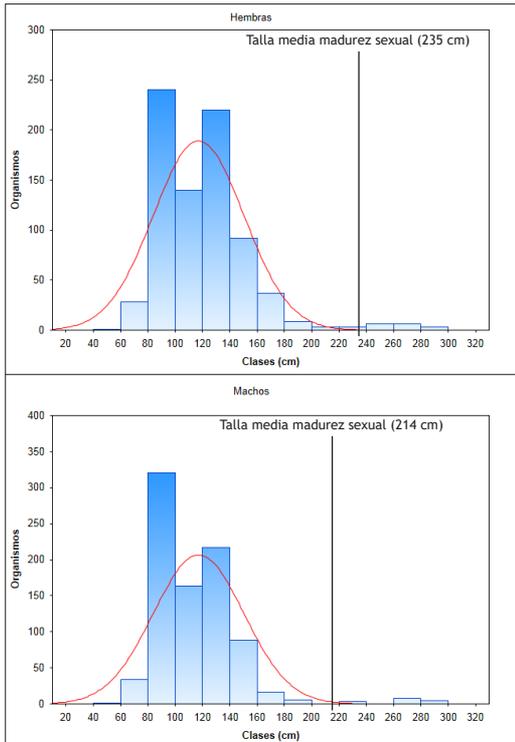


Figura 5. Distribución de frecuencia de tallas de *Sphyrna zygaena* desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

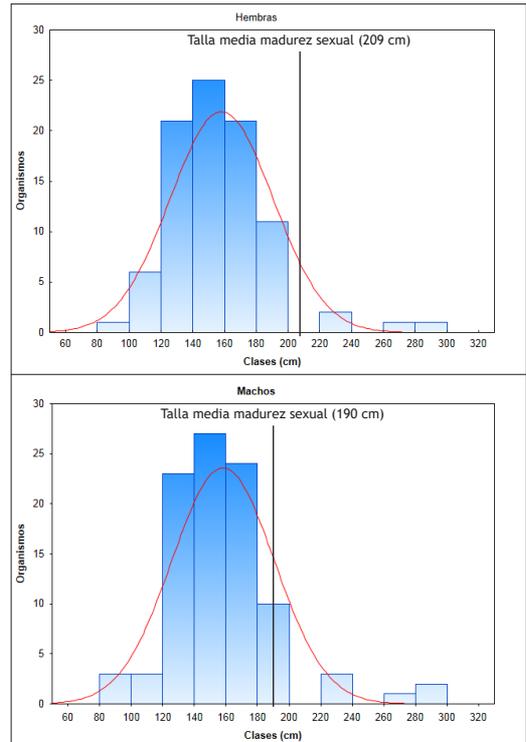


Figura 7. Distribución de frecuencia de tallas de *Isurus oxyrinchus* desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

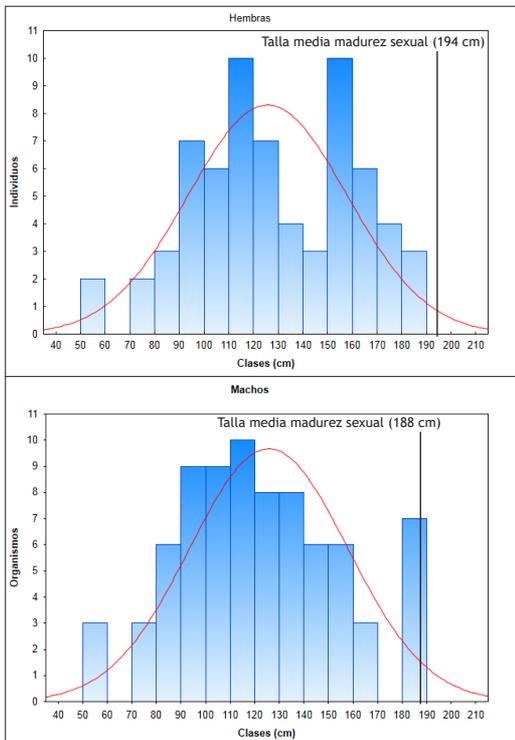


Figura 6. Distribución de frecuencia de tallas de *Carcharhinus falciformis* desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

Tabla 4. Registro de frecuencia (%) de madurez de hembras desembarcadas en la costa ecuatoriana durante 2012

Especies	Inmaduras	Maduras
<i>Alopias pelagicus</i>	43,5	56,5
<i>Alopias superciliosus</i>	37,1	62,9
<i>Carcharhinus falciformis</i>	100,0	0,0
<i>Isurus oxyrinchus</i>	95,5	4,5
<i>Prionace glauca</i>	15,5	84,5
<i>Sphyrna zygaena</i>	97,8	2,2

Al analizar la representatividad de los tiburones dentro de los volúmenes desembarcados de peces pelágicos grandes (27 415,7 t), éstos representan el 25,5 %, mientras que por caleta pesquera este valor es significativo en Manta (51,7 %) en la flota de barcos artesanales dirigidos a atún-picudo-espada empleando palangre superficial grueso. Caletas donde se registraron desembarques de tiburones que representan > 17,0 % fueron Esmeraldas y Santa Rosa en la flota dirigida a los recursos antes mencionados pero con botes de fibra de vidrio (Tabla 5).

Discusión y conclusiones

De manera general los desembarques artesanales de tiburones en los seis principales puertos

Tabla 5. Porcentaje de tiburones en relación a la captura total de PPG desembarcados en la costa ecuatoriana durante 2012

PUERTOS	BARCO DE MADERA				BOTE DE FIBRA DE VIDRIO			
	Pesca objetivo/Arte de Pesca				Pesca objetivo/Arte de Pesca			
	Atún-Picudo-Espada	Dorado	Guapo	PPG	Atún-Picudo-Espada	Dorado	Guapo	PPG
	Palangre			Enmalle	Palangre			Enmalle
	Grueso Sup.	Fino Sup.	1/2 agua	Sup.	Grueso Sup.	Fino Sup.	1/2 agua	Sup.
Esmeraldas	0,1	0,0	-	-	17,4	1,5	-	0,3
Manta	51,7	2,0	-	-	0,8	-	-	-
Puerto López	-	-	-	-	-	-	-	3,7
Santa Rosa	-	-	-	-	17,1	0,6	0,2	5,0
Anconcito	2,6	0,7	1,9	-	0,2	0,1	-	-
Puerto Bolívar	-	-	-	8,6	-	-	-	-

- = no se registraron durante el muestreo

pesqueros del Ecuador durante el 2012 mantuvieron un comportamiento muy similar al 2011, según lo establecido por Herrera *et al.*, (2012), es así que:

Alopias pelagicus y *Prionace glauca*, continúan siendo las especies de tiburones mayormente desembarcadas, y Manta el puerto de mayor representatividad en lo referente a volúmenes desembarcados (51,7 %), resultado de la actividad de la flota de barcos artesanales dirigida a atunes, picudo y espada empleando palangre grueso.

Así también se mantiene la presencia mayoritaria de individuos inmaduros en los desembarques de *C. falciformis*, *S. zygaena* e *I. oxyrinchus*, aspecto a considerar desde el punto de vista biológico a pesar que sus volúmenes sean poco importantes en relación a otras especies desembarcadas como *A. pelagicus* y *P. glauca*, debido a que los tiburones son más vulnerables a la sobreexplotación que los peces teleósteos debido a su crecimiento lento, madurez tardía y baja fecundidad, lo que da lugar a bajas tasas intrínsecas de incremento en sus poblaciones (Baum & Myers 2004).

Es importante mencionar que en agosto de 2013 se expidió el Acuerdo Ministerial No. 116 con medidas de ordenamiento pesquero para la captura incidental de tiburones martillo (*Sphyrna zygaena* y *S. lewini*), por lo que se consideraría que en relación a la primera especie mencionada este comportamiento debería haber tenido cambios a partir de esta implementación, favorecido también por su inclusión en el Apéndice II de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres a partir de septiembre de 2014 (CITES 2017).

Las áreas de captura de tiburones se ubicaron principalmente al suroeste de las islas Galápagos en el caso de la flota de barcos que captura atún, picudo y espada y en agua internacionales entre los 00°02' N y 12°00' S para el dorado, como resultado de la disponibilidad del recurso y la autonomía de las embarcaciones utilizadas (barcos de madera).

La composición de las capturas de los tiburones corresponde a especies registradas anteriormente en aguas ecuatorianas por varios autores como son: Herrera *et al.*, (2007), Peralta (2009), Herrera *et al.*, (2012) y Martínez *et al.*, (2013).

Finalmente, lo expresado en este informe sustenta la necesidad de continuar emitiendo medidas de ordenamiento referentes a las diferentes especies de elasmobranchios así como también reforzar el control y aplicación de la normativa existente, en función de mantener las poblaciones de tiburones oceánicos y costeros en el tiempo.

Agradecimientos

A los MSc. Yahira Piedrahita Falquez y Camilo Ramírez Iglesias, ex Directora y Director del Instituto Nacional de Pesca por el apoyo brindado para el desarrollo del Programa de Peces Pelágicos Grandes y difusión de este documento, respectivamente; así como también a todos y cada uno de los profesionales del programa antes mencionado que participaron en la colecta e ingreso de datos correspondientes al seguimiento pesquero artesanal realizado durante 2012.

Referencias

- BAUM, J., AND R. MYERS. 2004. Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecology Letters* 7: 135-145.
- CITES. 2017. Historia de la inclusión de los tiburones (elasmobranchios) en los Apéndices de la CITES | CITES._Cites.org. <https://cites.org/esp/node/10552>.
- COELLO, D., HERRERA, M., CALLE, M., CASTRO, R., MEDINA, C., AND X. CHALÉN. 2011. Incidencia de tiburones, rayas, aves, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería artesanal con enmalle de superficie en la caleta pesquera de Santa Rosa (Provincia de Santa Elena). Boletín Especial. Año 2. Número 3. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. 51pp.
- FAO. 2011. Review of the state of world marine Fishery resources. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 569. Rome. 334pp.

- HERRERA, M., COELLO, D. AND J. CAJAS. 2012. Desembarques y aspectos biológicos de elasmobranquios en las pesquerías artesanales del Ecuador durante 2011. Boletín Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. 18pp.
- HERRERA, M., ZARATE, P., AND N. GAIBOR. 2007. Pesquería de tiburones en Ecuador: comercio, regulaciones y antecedentes sobre su biología y ecología. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. 90pp.
- KUNZLIK, P., AND S. REEVES. 1994. Report of the Consultancy visit on demersal fisheries. Report to the Government of Ecuador. Fisheries Link Project INP/SOAFD. Guayaquil-Ecuador. 24pp.
- MARTÍNEZ-ORTIZ, J., AND GARCÍA-DOMÍNGUEZ, M. 2013. Guía de campo de condrichtios del ECUADOR. Quimeras, Tiburones y Rayas. Martínez-Ortiz, J (ed). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) /ViceMinisterio de Acuacultura y Pesca (VMAP) / Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP). Guayaquil-Ecuador. 246pp.
- PERALTA, M. 2009. Desembarques de la pesca artesanal de Peces Pelágicos Grandes y Tiburones en la costa ecuatoriana durante 2008. Informe Técnico. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. 20pp.
- PRIETO, I. 2009. Impacto de los subsidios pesqueros en la sustentabilidad y el comercio del atún en el Ecuador. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Comisión Permanente del Pacífico Sur y Gobierno del Ecuador. Guayaquil-Ecuador. 104pp.
- RANSOM, A., BAUM, J., SHEPHERD, T., POWERS, S. AND C. PETERSON. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. Science. Vol 315: 1846-1850.
- SRP. 2017. "Pescadores Artesanales - Subsecretaría de Recursos Pesqueros Ecuador". Viceministerioap.gob.ec. <http://www.viceministerioap.gob.ec/flota-pescadoresar-artesanales0.html>.
- STEHMANN, M. 2002. Propuesta de una escala de estadios de madurez para peces cartilaginosos ovíparos y vivíparos (piscis, chondrichthyes). Arch. Fish. Mar. Res del Instituto para la Pesca Marítima (ISH)-Centro de Investigación Federal de Pesca. Hamburgo-Alemania. 50(1): 23-48.

Análisis de rípios de perforación para la caracterización litológica del Reservorio Arenisca 'T' de la Formación Napo Basal del Cretácico Temprano al Norte de la Cuenca Oriente

Analysis of well cuttings for lithological characterization of 'T'
Sandstone Reservoir from Napo Basal Formation of Early Cretaceous to
north of the Oriente Basin

Julio Zambrano-Dolvera*

*Ingeniero Geólogo, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl
Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador.
Telf.: 0982813288.*

Recibido 5 de mayo 2018; recibido en forma revisada 26 de mayo 2018, aceptado 3 de junio 2018
Disponible en línea 26 de junio 2018

Resumen

La Unidad Litológica Arenisca 'T' de la Formación Napo Basal del Cretácico Temprano perteneciente al Grupo Napo, ha sido considerada como objetivo de segundo orden en la perforación de pozos petroleros. La Arenisca 'T' ha sido dividida en dos partes: Arenisca 'T' Principal y Arenisca 'T' Glauconítica. El presente trabajo de titulación se desarrolló para conocer las características litológicas de la Arenisca 'T', así como sus propiedades petrofísicas y estructurales en un área al norte de la Cuenca Oriente, para esto se utilizó rípios de perforación, registros eléctricos y registros litológicos de 8 pozos. La Arenisca 'T' Superior se caracteriza por ser glauconítica y presentar electrofacies de tipo intercalaciones de arenisca y lutita con valores altos de Gamma Ray (GR), baja Resistividad y pobre Porosidad. La Arenisca 'T' Inferior presenta minerales accesorios de caolín con electrofacies de tipo arenisca con valores bajos de GR, Resistividad media-alta y buena Porosidad, además la Arenisca 'T' Inferior presenta mejores indicios hidrocarburíferos que la Arenisca 'T' Superior. La Unidad Litológica Arenisca 'T' presenta el flanco izquierdo de un pliegue anticlinal con rumbo norte-sur y buzamiento hacia el oeste, los espesores aumentan hacia el este, los espesores netos de arena aumentan hacia el oeste.

Palabras clave: electrofacies, glauconítica, registros litológicos.

Abstract

The Lithological Unit 'T' Sandstone of Napo Basal Formation from Early Cretaceous of Napo Group has been considered as a second objective on wells drilling. The 'T' Sandstone has been divided in two parts for specific purposes: Main 'T' Sandstone and Glauconitic 'T' Sandstone. This current work degree was developed to know the lithological characteristics of 'T' Sandstone, as well as its structural and petrophysical properties in a north area of the Oriente Basin. Well cuttings, electrical logs and lithological logs from eight wells were used for it. The Upper 'T' Sandstone presents interbedded sandstone and shale electrofacies type with high values of Gamma Ray (GR), low Resistivity and poor Porosity; besides, it is characterized to be glauconitic. The Lower 'T' Sandstone presents Kaolin minerals accessories and sandstone electrofacies type with low values of GR, medium-high Resistivity and good Porosity; besides, the lower 'T' Sandstone has better evidence of hydrocarbons than upper 'T' Sandstone. The Lithological Unit 'T' Sandstone has a left flank of an anticlinal fold (?) with north-south direction and dip west, the thickness increase to east and net sand thickness increase to west.

Keywords: electrofacies, glauconitic, lithological logs.

* Correspondencia del autor:
E-mail: jotazambrano91@hotmail.com



Introducción

La Unidad Litológica Arenisca 'T' de la Formación Napo Basal en la Cuenca Oriente Ecuatoriana ha sido considerada como objetivo secundario en los programas de perforación de pozos petroleros debido a su poca producción, para conocer el porqué de este problema y así poder considerarla como un objetivo más importante es necesario conocer a detalle las características litológicas, petrofísicas y estructurales del reservorio. El presente estudio tiene como objetivo analizar rípos de perforación para conocer las propiedades litológicas de la Arenisca 'T', así como el empleo de registros eléctricos y mapas del subsuelo para definir sus características estructurales y petrofísicas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio de la Unidad Litológica Arenisca 'T' de la Formación Napo Basal se encuentra ubicada al norte de la Cuenca Oriente, en el extremo sur del campo Shushufindi, limitado al norte con el campo Libertador, al sur por el campo Auca y al oeste por el campo Sacha.

Los pozos se encuentran ubicados en las coordenadas indicadas en la tabla 1.

Los pozos A1 y A2 al este y el pozo A3 al sureste del área de estudio se encuentran ubicados en la parte más alta de la estructura, hacia el noroeste

y hacia el sur donde la estructura se profundiza se encuentran los pozos B1, B2, C1, C2 y B3 respectivamente.

Metodología de estudio

El método empleado en este estudio consta de tres partes:

1. Trabajo de campo y recopilación de información.
 - Recolección de rípos de perforación de la Arenisca T.
 - Recopilación de información de pozos.
 - Registros Eléctricos.
 - Registros Litológicos.
2. Análisis en laboratorio.
 - Identificación de las propiedades litológicas de la Arenisca T.
 - Identificación de indicios hidrocarburíferos.
 - Oil shows.
3. Trabajo de oficina.
 - Elaboración de mapas del subsuelo.
 - Elaboración de secciones estructurales.
 - Elaboración de secciones estratigráficas.

La primera etapa de trabajo se realizó en campo en taladros de perforación, donde se procedió a la recolección de rípos de perforación de la Arenisca 'T' en los 8 pozos del área de estudio, además se recopiló información de registros eléctricos y registros litológicos.

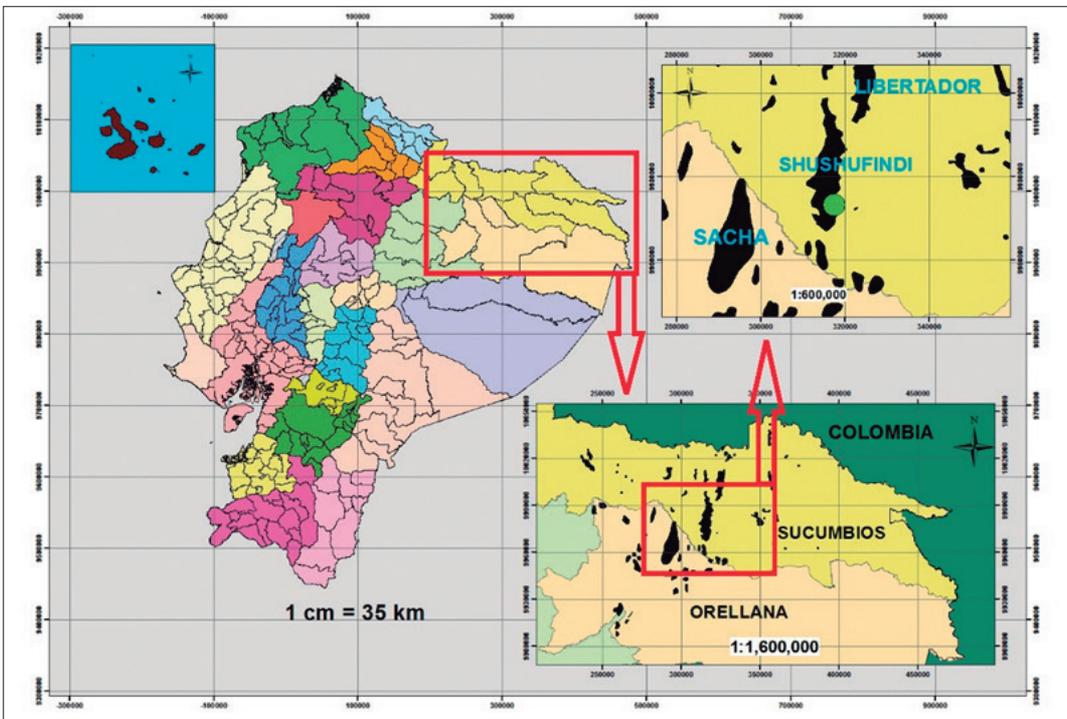


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Tabla 1. Ubicación de los pozos en el área de estudio.

POZOS	COORDENADAS (UTM) DATUM PSAD 56		(WELL KB) ELEVACIÓN SOBRE EL NIVEL DEL MAR (FT)	DISTANCIA ENTRE POZOS
	Norte	Este		
A1	9973143,57	317455,59	862,63	A1 ↔ A2 = 856 m
A2	9973137,64	317450,22	862,63	A2 ↔ A3 = 1130 m
A3	9972103,10	316459,10	865,00	A3 ↔ B3 = 1860 m
B3	9972470,34	314667,53	874,37	B3 ↔ B2 = 1320 m
B2	9972470,76	314674,53	874,32	B2 ↔ B1 = 640 m
B1	9974214,48	314482,91	832,66	B1 ↔ C2 = 580 m
C1	9974226,00	314461,85	863,86	C1 ↔ B1 = 770 m
C2	9973731,53	315224,74	855,00	C2 ↔ A1 = 2470 m

Nota. Fuente: Informes finales de pozos. Petrokem L. S (2014).

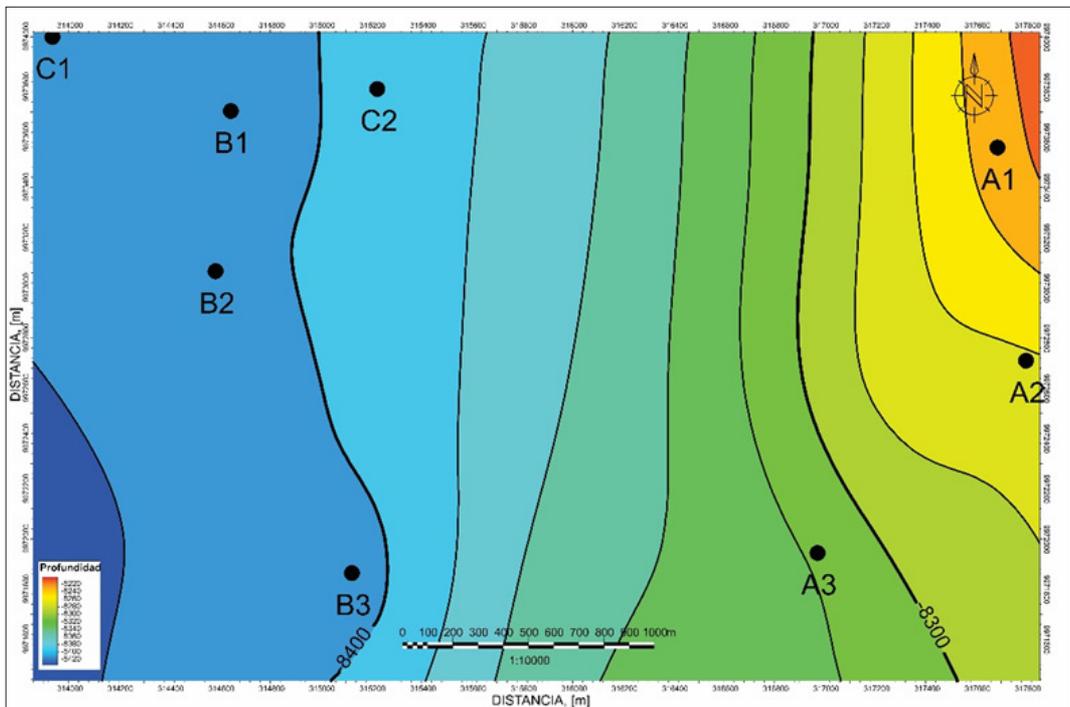


Figura 2. Mapa estructural al tope de la Arenisca 'T' mostrando la ubicación de los pozos.

En el laboratorio se identificaron las propiedades litológicas de la Arenisca 'T' empleando la descripción de muestras de pozo de Swanson (1981). Esta descripción presenta el siguiente orden de escritura:

- Tipo de roca.
- Color.
- Textura (tamaño de grano, forma y clasificación).
- Cemento y/o matriz.
- Fósiles y accesorios.
- Estructura sedimentarias.
- Porosidad y muestras de petróleo.

El análisis de los indicios hidrocarbúricos (Oil shows) de la Arenisca 'T' se realizó mediante pruebas químicas y observaciones, para esto se emplearon equipos tales

como fluoroscopia, microscopio, pinzas, punzones, porcelanas y reactivos químicos como acetona y ácido clorhídrico. En primera instancia los rípios de perforación son recolectados y lavados en bandejas de aluminio, posteriormente los rípios que muestran manchas de hidrocarburos son separados y colocados en una porcelana. Una vez en la porcelana se procede a observar bajo el microscopio y con luz natural el color (NEGRO, CAFÉ OSCURO, CAFÉ, CAFÉ CLARO, CAFÉ AMARILLENTO, DORADO) y la forma (RESIDUAL, PUNTOS, PARCHES, UNIFORME) de la mancha de los hidrocarburos, luego se estima el porcentaje de la muestra manchada.

En el siguiente paso introducimos la porcelana en el fluoroscopia y observamos la fluorescencia natural de los rípios manchados con hidrocarburos, para esto se observa la intensidad (PALIDA, MODERADA, BRILLANTE) y el color (CAFÉ, CAFÉ NARANJA, NARANJA, CAFÉ DORADO, AMARILLO NARANJA, AMARILLO, AMARILLO VERDOSO, BLANCO AMARILLENTO, BLANCO AZULADO).

La fluorescencia al corte es el siguiente paso, una vez que la porcelana está dentro del fluoroscopia se agregan unas gotas de acetona y se observa la reacción que produce (VELOCIDAD: lenta-rápida-instantánea; FORMA: correntosa-nubosa; INTENSIDAD: débil-fuerte; COLOR: café, café naranja, naranja, café dorado, amarillo naranja, amarillo, amarillo verdoso, blanco amarillento, blanco azulado).

El siguiente paso es observar el residuo cuando la acetona se evapora, se observa el color, el tamaño (FINO, GRUESO), y el tipo (ANILLO) de residuo, esto se hace bajo luz natural y luz ultravioleta.

Por último se otorga una calificación a la manifestación de los hidrocarburos de POBRE-REGULAR-BUENO según los parámetros observados.

En el trabajo de oficina se elaboraron mapas estructurales, mapas isopacos, secciones estructurales, secciones estratigráficas y columnas litológicas, para esto se emplearon programas como Surfer 10 y CorelDraw X6. Para la elaboración de los mapas estructurales se correlacionaron los topes formacionales en las secciones estructurales y los contornos se interpolaron linealmente, para los mapas isopacos se restaron bases de topes de las formaciones en cada pozo y los contornos de espesores se interpolaron linealmente, para los mapas isopacos netos de arena se restaron los espesores de lutita del espesor total de la arenisca y se interpoló linealmente.

Resultados

Características litológicas de la Arenisca 'T'

El análisis de los rípios de perforación de la Arenisca 'T' en los 8 pozos del área de estudio facilitó la identificación de dos tipos de litología, que son: arenisca y lutita. Además de las características litológicas se observaron indicios hidrocarbúferos los cuales fueron descritos.

1. En la arenisca se reconocieron dos tipos de minerales accesorios que permiten dividirla en dos partes (Superior e Inferior).

- Arenisca (superior): cuarzosa, gris amarillenta, café oliva claro, café claro, en partes verde azul clara; de grano fino a medio, redondeado en partes subredondeado, translucido; regularmente clasificada; ligeramente calcárea, con minerales accesorios de glauconita y arcilla; regular porosidad visual; y con manchas de hidrocarburos. Pobre manifestación de hidrocarburos: Trazas - 10% de la muestra; manchas en forma de puntos color marrón oscuro; fluorescencia natural amarillo pálido; fluorescencia al corte: moderadamente rápido, correntoso, débil, blanco lechoso; anillo residual con luz natural: fino amarillo verdoso; anillo residual con luz ultravioleta: fino amarillo pálido.
- Arenisca (Inferior): cuarzosa, amarilla grisácea, amarilla moderada, gris amarillenta; de grano fino a medio, redondeado a subredondeado, translucido; regularmente clasificada; con mineral accesorio de caolín; regular porosidad visual; y con manchas de hidrocarburos. Regular manifestación de hidrocarburos: 10 - 20% de la muestra; manchas uniformes y puntos de color café moderado; fluorescencia natural: amarillo brillante; fluorescencia al corte: rápido, correntoso y nuboso, fuerte, blanco lechoso; anillo residual con luz natural: fino blanco verdoso; anillo residual con luz ultravioleta: fino blanco amarillento.

2. La lutita es negra grisácea, gris muy claro, gris oscuro, fisil, planar, dura, en forma de bloque, alargada e irregular, no calcárea.

Interpretación de electrofacies de la Arenisca 'T'

Una vez conocidas las características litológicas de la Arenisca 'T' en los 8 pozos del área de estudio, se analizó cuál es la respuesta de los registros geofísicos con las diferentes litologías definidas en una sección estratigráfica tipo.

En la parte norte del área de estudio se correlacionaron las unidades litológicas en la sección estratigráfica C - C' con los pozos C1, B1, C2, A1, con dirección O - E (Figura 4). La Arenisca 'T' Superior se caracteriza por una litología compuesta por granos de cuarzo con variaciones de tamaño y forma y con tonos de colores diferentes, presenta abundante glauconita, los registros geofísicos se caracterizan por electrofacies de intercalaciones de arenisca y lutita con forma de curva (GR) tipo múltiples, con contactos que van de abruptos a gradacionales, los valores promedios de las electrofacies para la Arenisca 'T' Superior son (GR: 55 °API; Resistividad 8 - 12 ohm.m; Porosidad Neutrón: 0.18 ft3/ft3; Densidad: 2.55 g/c m3; Factor fotoeléctrico: 3.5). En el pozo C1 se puede observar como la curva del GR presenta valores más bajos al tener menores intercalaciones de lutita y presenta mayor tamaño de grano, lo contrario sucede en el

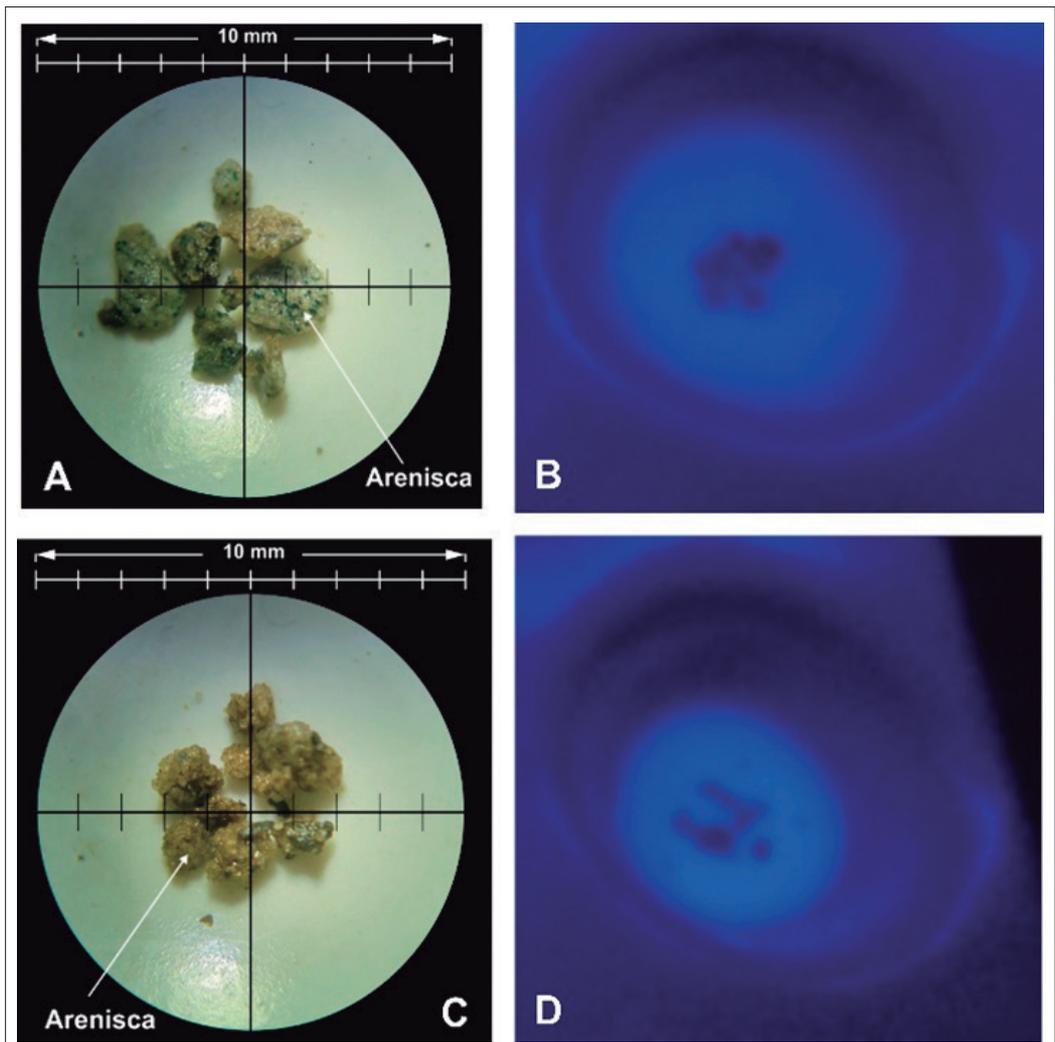


Figura 3. Rípios de perforación arenisca 'T' Superior (A-B) Inferior (C-D) vista bajo luz natural (izquierda) y bajo luz ultravioleta (derecha).

pozo A1 que presenta mayores intercalaciones de lutita con valores de GR más altos y menor tamaño de grano.

La Arenisca 'T' inferior se caracteriza por una litología compuesta por granos de cuarzo con variaciones de tamaño y forma y de colores diferentes, los registros geofísicos se caracterizan por electrofacies de areniscas y alternancia de arenisca y lutita, con tipos de curvas (GR) cilíndricas lisas y aserradas con contactos que van de gradacionales a abruptos, valores promedios de (GR: 25 ° API; Resistividad: 25 - 60 ohm.m; Porosidad Neutrón: 0.15 ft³/ft³; Densidad: 2.3 g/m³; Factor fotoeléctrico: 2).

Al igual que en la parte superior, la Arenisca 'T' Inferior presenta una tendencia de disminución de tamaño de grano de la arenisca hacia donde existe mayor intercalación de lutita.

Características estructurales de la Arenisca 'T'.

El análisis de las electrofacies y posterior comparación con las propiedades litológicas permitió correlacionar topes y bases de la Arenisca 'T' (Superior e Inferior), de tal manera que se pudo elaborar mapas y secciones del subsuelo para conocer sus características estructurales. En la sección estructural tipo C - C' (Figura 5) podemos observar que la Arenisca 'T' (Superior e Inferior) se encuentra ubicada en el flanco izquierdo de un pliegue (anticlinal ¿?) con rumbo norte-sur y buzamiento hacia el oeste. La Arenisca 'T' sobreyace concordantemente con la Lutita Napo Basal y subyace a la Caliza B. El pozo A1 se encuentra ubicado en la parte más alta de la estructura (este) en donde la Arenisca 'T' superior y la Arenisca 'T' Inferior mantienen una concordancia entre los espesores mientras que los pozos C1, B1, C2 se encuentran ubicados hacia donde profundiza la estructura (oeste) en donde observamos que la

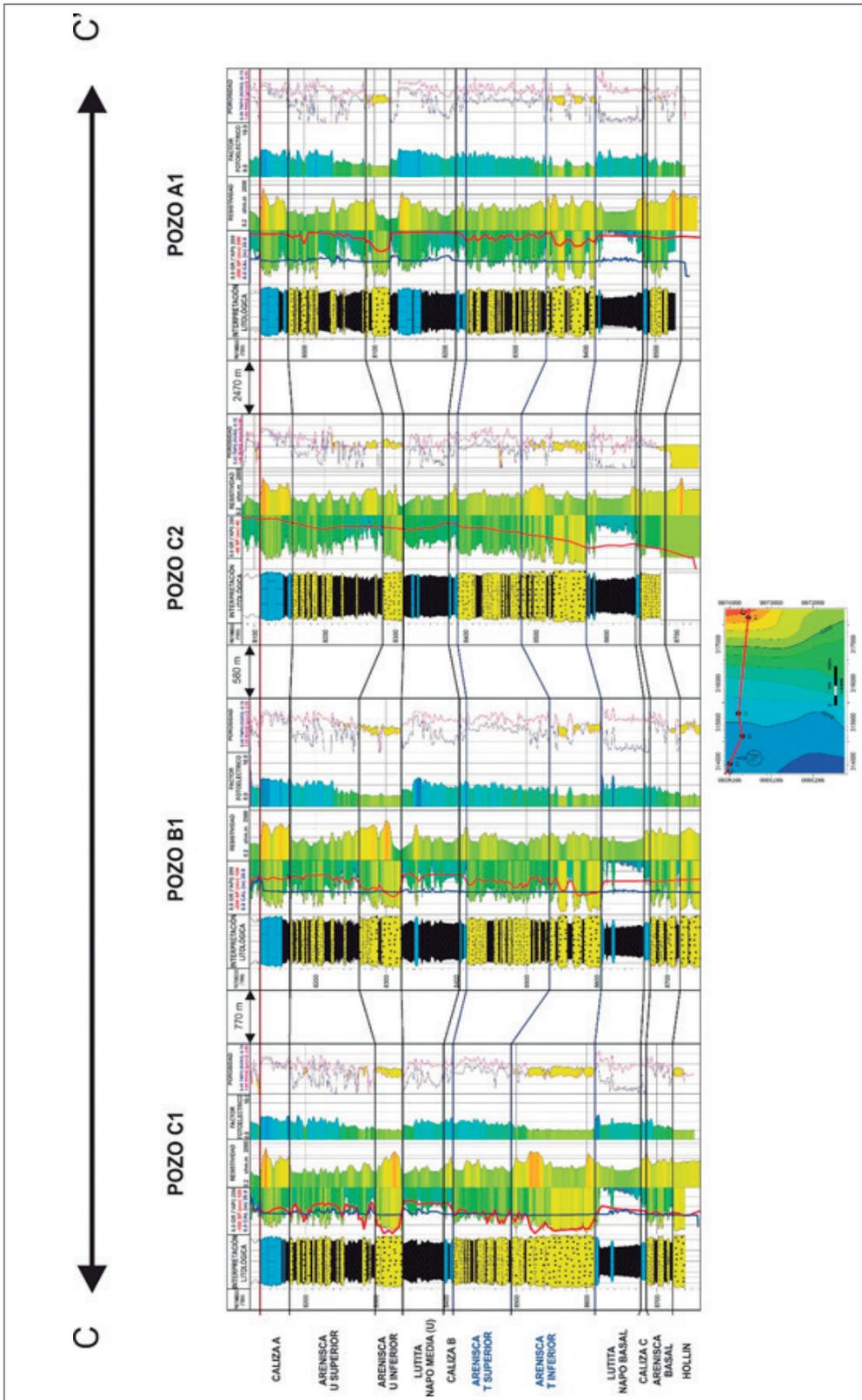


Figura 4. Sección Estratigráfica C-C' del área de estudio mostrando las Unidades Litológicas de las Formaciones del Grupo Napo.

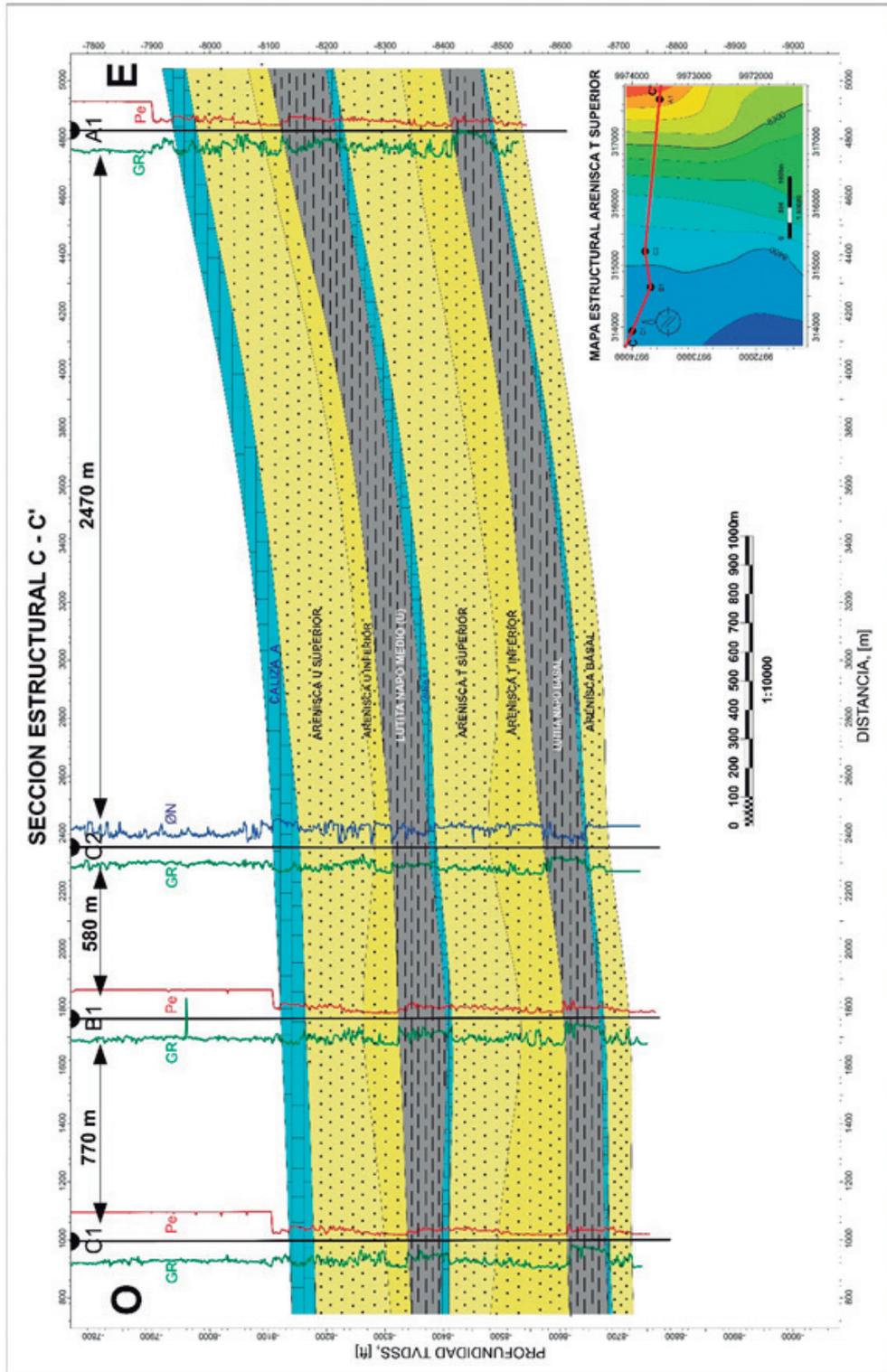


Figura 5. Sección estructural C-C' mostrando las Unidades Litológicas del área de estudio.

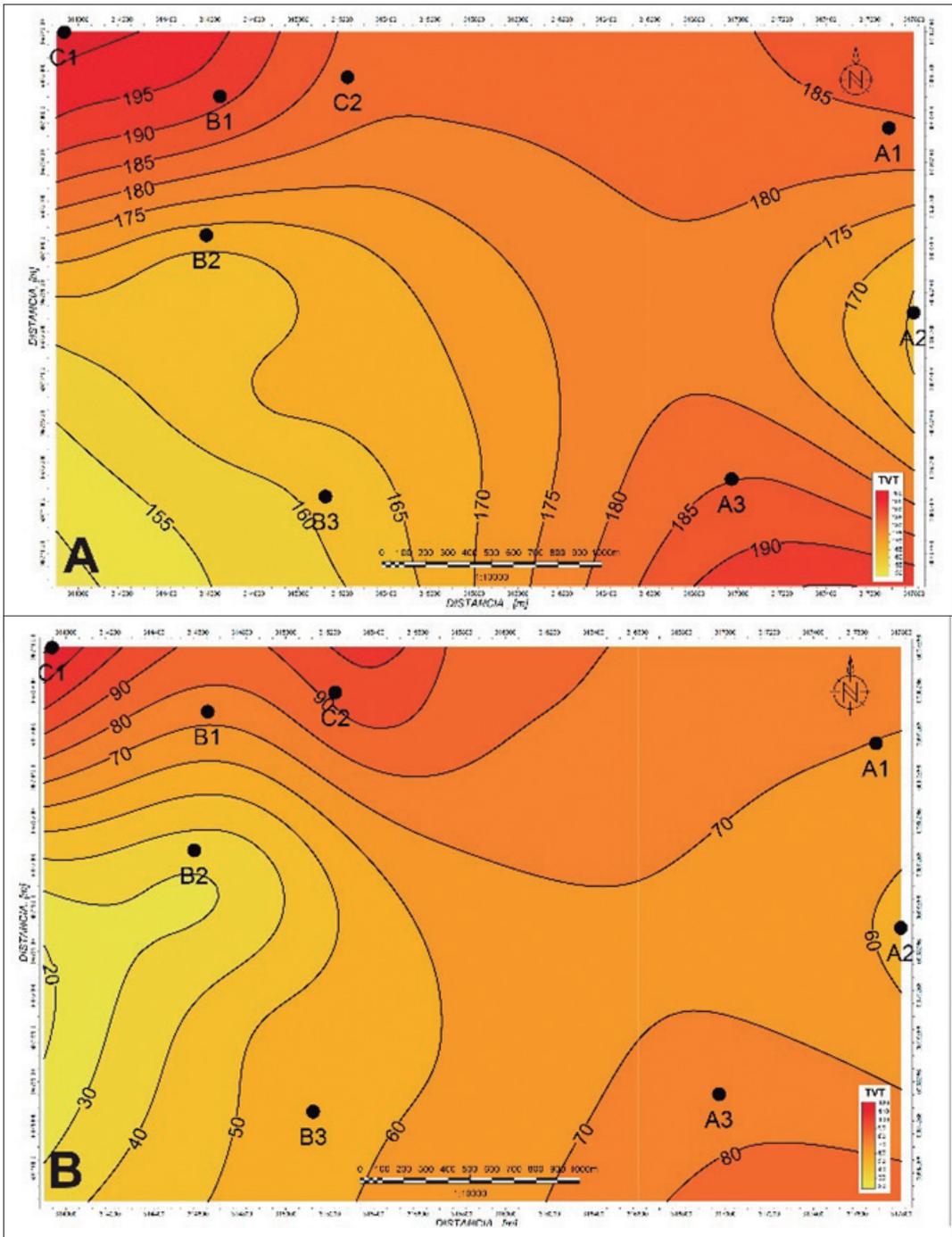


Figura 6. Mapas Isopacos de la Unidad Litológica Arenisca 'T' (A), parte inferior (B).

arenisca 'T' inferior presenta variaciones en las cuales aumenta de espesor y la arenisca T superior disminuye de espesor.

De las secciones estructurales se obtuvieron los espesores de la Arenisca 'T' Superior e Inferior, para esto se restaron bases de topos y se elaboraron mapas

isopacos, los mapas de espesores netos de arena se obtuvieron restando los espesores de los cuerpos de lutita intercalados dentro de la Arenisca 'T'.

En el mapa Isopaco de la unidad litológica Arenisca 'T' (Figura 6A) se puede observar como el espesor disminuye hacia el suroeste, aumenta hacia el

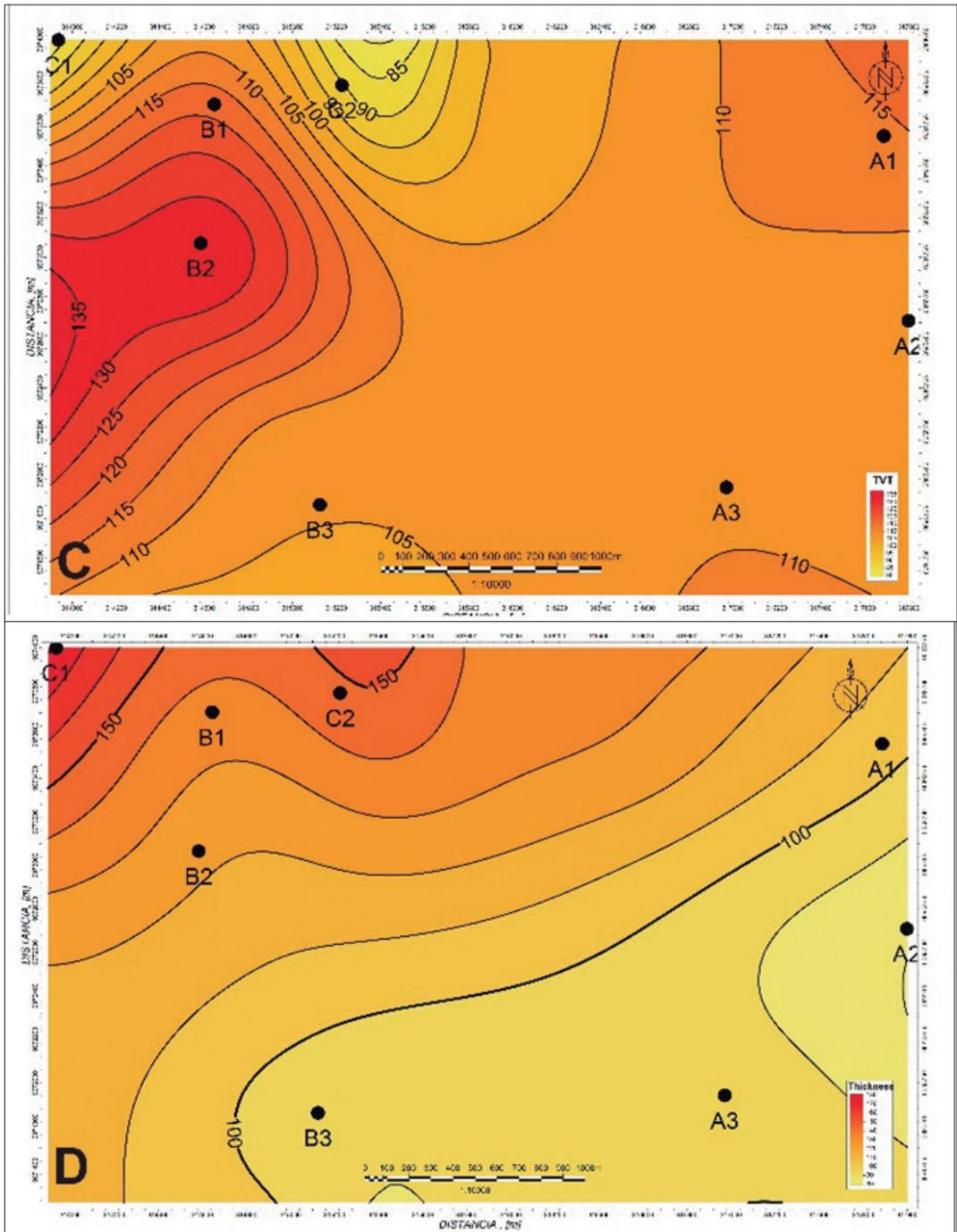


Figura 6. parte superior (C) y Mapas Isopacos de Arena Neta para la Unidad Litológica Arenisca 'T' (D).

noroeste y sureste y se mantiene constante hacia la parte norte, con valores que van desde 150 hasta 200 pies de espesor. La Arenisca 'T' Superior (Figura 6B) se caracteriza por tener espesores del orden de los 70 a 80 pies en la parte este del área de estudio, mientras que hacia el oeste disminuye llegando hasta los 20 pies de

espesor, hacia el norte y noroeste tiende a aumentar hasta 100 pies de espesor. La Arenisca 'T' Superior (Figura 6C) en la parte este y sur del área de estudio presenta un espesor constante de 110 pies que va aumentando hacia el oeste llegando a 135 pies, hacia el norte presenta una tendencia a disminuir el espesor

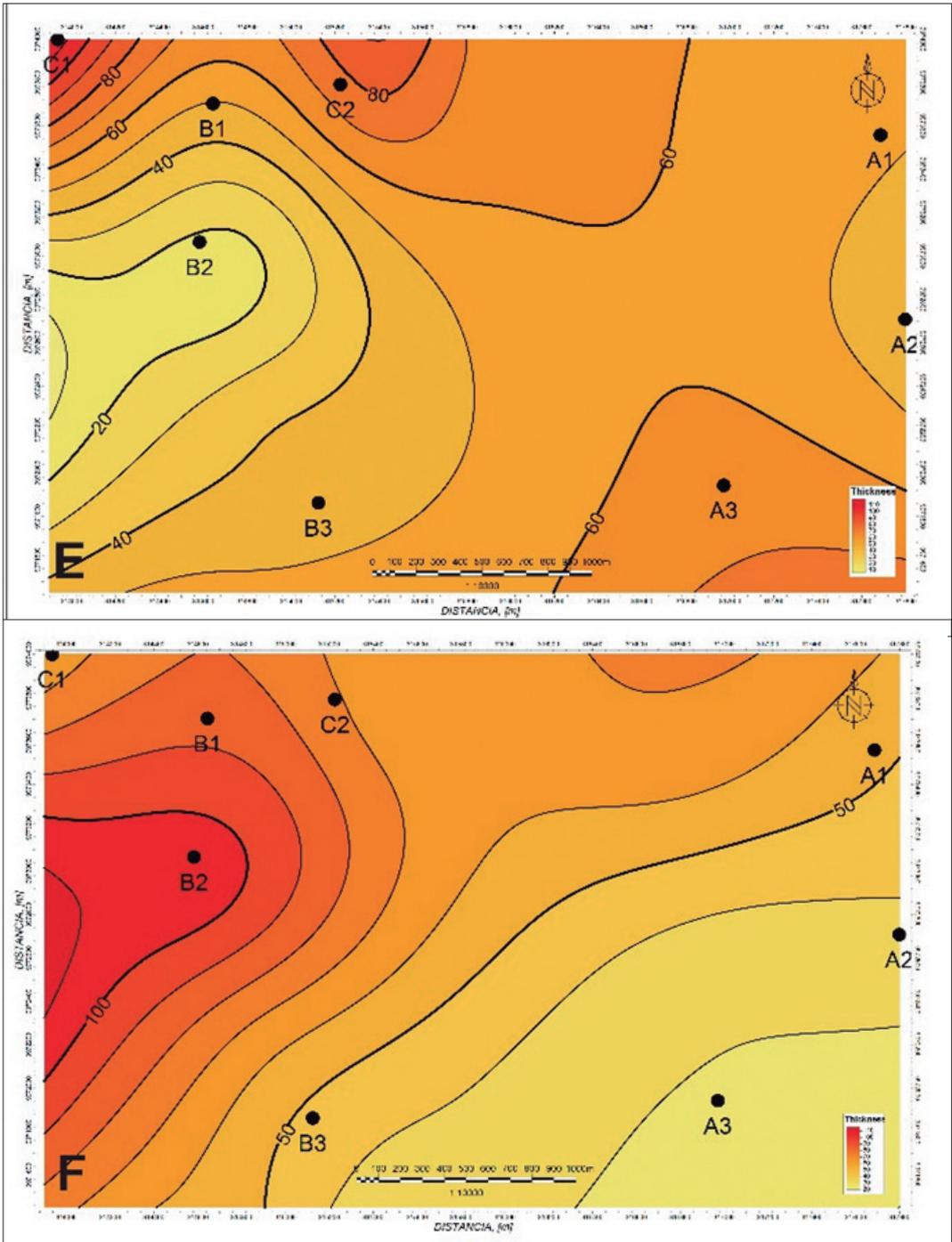


Figura 6. parte inferior (E), parte superior (F).

llegando a los 85 pies. Para la elaboración de los mapas isopacos de arena neta se restaron los espesores netos de lutita de los espesores totales de las areniscas, el mapa isopaco de arena neta para la Unidad litológica Arenisca 'T' (Figura 6D) dio como resultado que hacia el sureste del área de estudio existe menor cantidad

de arenisca con un espesor que va de 90 a 100 pies, mientras que hacia el noroeste aumenta la cantidad llegando a los 170 pies de espesor. El mapa isopaco de arena neta para la Arenisca 'T' Inferior (Figura 6E) presenta características similares al mapa isopaco de la Arenisca 'T' Inferior, esto indica que la Arenisca 'T'

Inferior casi en su totalidad es arenisca con escasas intercalaciones de lutita, aproximadamente se reduce 25 % del espesor (60 - 20 pies). El mapa isopaco de arena neta para la Arenisca 'T' Superior (Figura 6F) muestra una diferencia con el mapa isopaco de la Arenisca 'T' Superior, hacia el oeste observamos que el espesor se reduce aproximadamente un 30% (100 pies) y hacia el sureste disminuye considerablemente 75% (30 - 50 pies) esta indica que en la Arenisca 'T' Superior existen mayor cantidad de intercalaciones de lutita.

Conclusiones

La unidad litológica Arenisca 'T' se caracteriza por ser cuarzosa, de colores claros, de tamaño de grano fino a medio y de forma redondeado y en partes subredondeado. Presenta dos tipos de minerales accesorios por los cuales se la divide en dos partes: Arenisca 'T' Superior y Arenisca 'T' Inferior.

La parte superior se caracteriza principalmente por la presencia de glauconita mientras que la parte inferior presenta minerales accesorios de caolín.

- El análisis de los ripios con manchas de hidrocarburos mostro que la arenisca T inferior presenta mejores indicios hidrocarbúferos.
- Se identificaron 4 tipos de electrofacies: 1) Intercalaciones de arenisca y lutita; 2) Alternancia de arenisca y lutita; 3) Arenisca; 4) Lutita. La arenisca T superior se caracteriza por tener electrofacies tipo intercalación de arenisca y lutita con formas de curvas múltiples con altos valores de GR, baja resistividad y poca porosidad. La arenisca T inferior presenta electrofacies tipo arenisca y alternancia de arenisca y lutita con curvas de formas cilíndricas lisas y aserradas con bajos valores de GR, resistividad media alta y buena porosidad.

Estructuralmente se caracteriza por estar ubicada en el flanco izquierdo de un pliegue anticlinal (?) con rumbo norte - sur y buzamiento hacia el oeste, además la Unidad Litológica Areniscas 'T' presenta una disminución de espesor hacia el suroeste (180 - 150 pies), la parte superior mantiene un espesor constante hacia el este (110 pies) con un ligero aumento hacia el oeste (130 pies), lo contrario sucede con la parte inferior que se mantiene constante hacia el este (70 pies) y disminuye hacia el oeste (20 pies). Los espesores netos de arena para la Unidad litológica disminuyen hacia el sureste, la parte inferior mantiene espesores netos constantes hacia el este (60 pies) y disminuyen hacia el oeste (20 pies), la parte superior los espesores netos disminuyen hacia el sureste (30 pies) y aumentan hacia el oeste (100 pies).

Recomendaciones

Se recomienda perforar pozos de desarrollo hacia el este por ser esta la parte más alta de la estructura,

teniendo como objetivo primario la arenisca T inferior por presentar mejores indicios hidrocarbúferos, mejores espesores netos de arena y mejor distribución de tamaño de grano.

Referencias

- Atahualpa G, E. (2013). *Efecto de la glauconita en las propiedades petrofísicas del reservorio Arenisca 'T' Superior del bloque Tarapoa*. Tesis de grado en Ingeniería Geológica, Universidad Central de Ecuador, Quito.
- Baby, P., Rivadeneira, M. & Barragán, R. (2004). *La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo*. Perú: IFEA - Petroecuador - IRD.
- Baldock, J. (1982). *Geología del Ecuador: Boletín de la Explicación del Mapa geológico de la República del Ecuador. Escala 1:1'000.000*. Quito D.G.G.M. (p18).
- Bristow, C., y Hoffstetter, R. (1977). *Léxico Estratigráfico Internacional*. (2nd Ed.) Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Chamba D, P. (2015). *Generación de los modelos de litofacies y petrofísicos en las areniscas U y T de la formación Napo en un campo del sector centro-norte de la cuenca oriente en Ecuador*, Tesis de grado en Ingeniería Geológica, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Estupiñán J. (2005). *Control diagenético sobre la calidad de los reservorios de las Areniscas "U" y "T" de la Fm Napo del Cretácico de la Cuenca Oriente, Ecuador. Modelización térmica y su relación con la generación de hidrocarburos*, Tesis Doctoral en Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Geological Rock-color Chart* (2009). [En línea]. Grand Rapids: MUNSELL COLOR. Disponible en: [//munsellstore.com/files/CIPA00011%5C599.pdf](http://munsellstore.com/files/CIPA00011%5C599.pdf) [2015, 19 de octubre].
- Jaillard, E. (1997). *Síntesis Estratigráfica y Sedimentológica del cretáceo y paleógeno de la cuenca oriental del ecuador*. Petroproduccion-ORSTOM edición, 163 p.
- Low, J. (1951). *Examinations of well cuttings*. Quart. Colorado Sch. Mines.
- Maher, J. (1959). *The Composite Interpretative Method of Logging Drill Cuttings*. Oklahoma: (2nd. Ed).
- Mousalli, Victoria. (2010). *Interpretación de facies a través de perfiles. [Diapositiva]. 21 diapositivas*. Disponible en: [//webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/mvictoria/materia/PERFILAJEDEPOZOS/TEMA%203.%20INTERPRETACION%20DE%20FACIES%20EN%20PERFILES.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/mvictoria/materia/PERFILAJEDEPOZOS/TEMA%203.%20INTERPRETACION%20DE%20FACIES%20EN%20PERFILES.pdf)
- Muñoz A. (1993). *Análisis del Pérmico y Triásico en el subsuelo del tercio noroccidental de la Cordillera Ibérica y áreas adyacentes*. Tesis Doctoral en Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Ordoñez, M., Jiménez, N. & Suarez, J. (2006). *Micropaleontología Ecuatoriana*. Ecuador: Petroproduccion - CIGG.
- Schlumberger (1989). *Principios y Aplicaciones de la interpretación de Registros*. Houston TX, Schlumberger.
- Swanson, R. (1981). *Sample Examination Manual*. Tulsa, Oklahoma: AAPG Publication.

Análisis comparativo sobre la incidencia de las tres principales enfermedades en el cacao CCN-51, en el cantón La Troncal, provincia del Cañar, Ecuador

Comparative analysis on the impact of three major diseases in the cocoa crop CCN-51, in La Troncal, Cañar province, Ecuador

Mayra Leticia Abad-Sánchez^{1*}, Allan Alberto Alvarado-Aguayo² & Alejandro Gallardo-Campoverde³

¹Docente de la Unidad Educativa Temporal Virgilio Urgiles Miranda, Ciudadela Kananga, km12, La Troncal, Ecuador

²Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Ciudadela La Carmela, mz. 566, sector 05, El Triunfo, Ecuador

³Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 4 de mayo 2018; recibido en forma revisada 26 de mayo 2018, aceptado 2 de junio 2018
Disponible en línea 26 de junio 2018

Resumen

El presente estudio analizó la distribución de las tres principales enfermedades del cacao CCN-51: moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en los recintos de las parroquias San Antonio y Pancho Negro, del cantón La Troncal, Cañar, Ecuador. Del total de 2970,21 hectáreas, Ruidoso Chico (911,9 has) y Diez de Agosto (525,25 has) abarcan el 48,38% de la producción en la zona. La Envidia y San Luis tienen las huertas más viejas, con 40 años de cultivo. El rendimiento máximo se da en La Envidia y Cuarenta Cuadras, que alcanzan los 4000 kg/ha/año. Los sectores más afectados por *M. roreri*, *C. pernicioso* y *P. palmivora* son Caimatán, Manta Real y Zhucay, donde estas enfermedades se localizan en el 100% de las plantaciones. La incidencia de *C. pernicioso* y *P. palmivora* decae progresivamente, al punto que en sectores como Copalillos, La Grecia, La Pista, Las Mercedes y San Felipe hay ausencia total de estas enfermedades. En todos los casos, se evidencia que la moniliasis es la enfermedad que más afecta la zona.

Palabras clave: epífita, fitopatógeno, hongo, inóculo, micelio

Abstract

This study analyzed the distribution of three main diseases of cacao CCN-51: moniliasis (*Moniliophthora roreri*), witch's broom (*Crinipellis pernicioso*) and black cob (*Phytophthora palmivora*) in the precincts of the parishes San Antonio and Pancho Negro, of La Troncal, Cañar Province, Ecuador. Ruidoso Chico (911,9 ha) and Diez de Agosto (525,25 ha) comprise 48,38% of production in the area of 2970,21 hectares. La Envidia and San Luis have the older plantations, with 40 years of cultivation. The maximum yield is in La Envidia and Cuarenta Cuadras that reach 4000 kg/ha/year. The most affected sectors by *M. roreri*, *C. pernicioso* and *P. palmivora* are Caimatán, Manta Real and Zhucay, where these diseases are located in the 100% of the plantations. The incidence of *C. pernicioso* and *P. palmivora* decays gradually, to the point of sectors such as Copalillos, La Grecia, La Pista, Las Mercedes and San Felipe, where there is total absence of these diseases. In all cases, it is evident that moniliasis is the disease that most affects the area.

Key words: epiphyte, phytopathogen, fungus, inoculum, mycelium

* Correspondencia del autor:
E-mail: mayra.f5@hotmail.com



Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los principales cultivos comerciales en varios países tropicales (Escudero, 2013). En América, 15 % de la producción mundial se concentra en el centro y sur del continente, donde Brasil y Ecuador son los mayores productores. (Sánchez-Mora *et al.* 2015)

Existen cerca de 100.000 unidades productivas con más de 400.000 hectáreas de cacao, que en su gran mayoría están ubicadas en la región Costa. Aproximadamente el 7% de esta superficie está sembrada con el clon CCN-51; el resto es cacao Nacional con reconocimiento internacional (Bohórquez, 2011). El cacao CCN-51 es un clon de origen ecuatoriano que inicia en la era de 1965 (Amador, 2011) y el 22 de julio del 2005 fue declarado mediante acuerdo ministerial como un bien de alta productividad (Rubio, 2013), lo que permite que el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) fomente apoyo a la producción, comercialización y exportación del mismo (Espinel, 2013).

En el 2010 se considera a nivel mundial a Ecuador como el principal productor y exportador por su calidad del cacao fino de aroma y el ordinario de acuerdo a cifras oficiales de Anecaco, en el 2009 exportó 130'322.11 TM de cacao en grado siendo el 20% de cacao CCN-51 (Bustamante & Ramírez, 2010).

En el 2013 la producción nacional se encontró en 200.000 TM, lo que representa un 60 % de cacao CCN-51 y el 40 % es de fino de aroma (Andes, 2013). Aproximadamente hay una producción de 100.000 toneladas métricas/año, de las cuales el 60 % son exportados directamente a Estados Unidos, y un 20% entre Japón y Francia (Carrión, 2012). De este volumen, se estima que el 80% de las exportaciones ecuatorianas son de cacao fino y de aroma, lo que abarca el 63% de la producción mundial, y el 20% restante pertenece a otras variedades de tipo corriente, como el CCN-51 (Solís & Moreno, 2014).

En la zona de influencia del cantón La Troncal, provincia del Cañar, la tendencia nacional es la disminución de los costos de la producción del cacao CCN-51 se debe al incremento del precio al productor en 12.39%, debido a factores climáticos desfavorables para el cultivo en 2014 al 2015 (MAGAP, 2015).

El cacao CCN-51 es un cultivo de gran interés económico (Boza, 2014) para los agricultores de zonas tropicales, cuyas almendras son atractivas para los mercados nacionales como internacionales por ser un producto de calidad y rendimiento anual de 300 kg al año. (Sánchez-Mora *et al.*, 2015)

Las características botánicas del cacao CCN-51, fue clasificado botánicamente por Homero Castro Zurita,

(Vera *et al.*, 2014) es un árbol de tamaño regular 3 - 4 m (Anecacao, 2010) aunque puede alcanzar alturas de hasta 8 m cuando crece libremente bajo sombra intensa.

Su copa es densa, redondeada y con un diámetro que depende de la altura de la planta (Salvador *et al.*, 2012), tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales (Carrión, 2012), el sistema radicular de la planta posee una raíz principal pivotante (Cárdenas, 2015) que penetra en el suelo de 1,20 hasta 2,00 m, sus raíces secundarias crecen a su alrededor que se encuentran en su gran mayoría en los 0,3 m del suelo, (Rubio, 2013) constan de hojas variadas simples, enteras y de color verde de peciolo corto (Anecacao, 2010).

Las flores se producen en racimos pequeños en las ramas, troncos que tengan tejidos maduros y en lugares donde antes hubo hojas, (Nieves, 2016) se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día (Rubio, 2013) siguiente, su polinización es entomófila que permite que los óvulos sean fecundados en su gran mayoría (Anecacao, 2015) destacando una mosquilla del género *Forcipomya* (Anecacao, 2010), su fruto es de forma, tamaño variables de 0,3 m de largo y 0,1 m de diámetro habiendo lisos o acostillados (Saenz Vega *et al.*, 1991), su pulpa es de varios colores de sabor ácido a dulce y aromática, sus semillas son de 20 a 40 almendras unidas en un eje central que varían de acuerdo al tamaño de la mazorca (Pinzón *et al.*, 2004).

En La Troncal el cultivo atraviesa por un grave problema que se debe a la diseminación de enfermedades potencialmente peligrosas.

La monilla o moniliasis en el cacao CCN-51 es una enfermedad causada por el *Moniliophthora roreri* (Barrera *et al.*, 2012), considerada como principal enfermedad de las plantaciones cacaoteras (Santos, 2012) que puede ocasionar pérdidas del 16 y 80% aún más (INIAP, 2015), (Gardini, 2008) con promedios que fluctúan del 20 al 22 % anual de su producción (Estrella *et al.*, 2012), se presenta en presente en 11 países centro y Suramérica (Sánchez-Mora *et al.*, 2015).

La enfermedad afecta solamente a los frutos del cacao en las primeras etapas de desarrollo de la mazorca (APROCACAHO, 2003). La primera señal de la infección se observa puntos o pequeñas manchas aceitosas de un color marrón que sugiere una maduración prematura entre los 15 a 20 días después de la enfermedad (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012), (ICA, 2012) entre el 4 al 8 días después se llena de una capa de micelio blanquecino que envuelve gradualmente al fruto en el 3 y 4 día se generan esporas secas del hongo que se desprenden fácilmente (MAGAP, 2011) y pueden

desplazarse con el viento sin haber alcanzado su desarrollo completo la mazorca (Benítez, 2008) y generando deformación que varían de acuerdo a la edad del fruto y a la susceptibilidad del árbol, condiciones del clima y principalmente la presencia de lluvias (MISTI, 2005).

Para el combatir la enfermedad se ha recomendado realizar un manejo integrado (Solís *et al.*, 2006), permanente y sistemático (Falconí, 2005) a través de todo el año (Minagricultura, 2014), mediante diferentes podas que permitan mayor paso de luz y aireación para reducir la humedad, (Agronet, 2006) realizar controles de malezas, mantenimientos a los drenajes y aplicar un plan de nutrición acorde con las necesidades (Salvador *et al.*, 2012), eliminar las mazorcas infectadas (Sánchez *et al.*, 2003) enterrándolas tratando de no diseminar las esporas del hongo por la plantación (Vásquez, 2010). En casos extremos se recomienda utilizar productos que contengan cobre (Solís, 2016), que son los siguientes kocide 2000 (Hidróxido de cobre), en dosis de 2 kg/ha, Phytol (Sulfato de Cobre Pentahidratado) en dosis de 500 cc/ha, Daconil (Clorothalonil) dosis de 500 cc/ha. (Ayala *et al.*, 2008)

La escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) es considerada la segunda enfermedad más dañina para el cacao (Trujillo, 2014), en América Tropical, donde causa entre 50 y 90 % de pérdidas en la producción e incluso mayores cuando el patógeno se establece en la plantación, (Sánchez-Mora *et al.*, 2015) que afecta a los tejidos en el crecimiento de la planta, (ICA, 2012) ocasionando deformaciones en cojines florales, brotes, hojas, y frutos. En la década de los años 20 del siglo pasado, en el Ecuador esta enfermedad afectó de 60 a 70 % la producción. (Ayala *et al.*, 2008)

Se recomienda para su control la eliminación exhaustiva de los órganos enfermos que se debe realizar en las podas y un buen manejo técnico del cultivo (ICA, 2012); no existe un control químico adecuado para esta enfermedad (Ayala *et al.*, 2008).

Otra enfermedad de importancia económica es la Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), considerada la más importante por el 80% de países productores de Latinoamérica (Menéndez, 2015), se estima que las pérdidas a nivel mundial son del 10% al 20% (Chavarría *et al.*, 2009). Esto es suficiente para generar pérdidas representativas más que cualquier otra enfermedad existente en la región (Orellana *et al.*, 2014).

Puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas (Menéndez, 2015), que se da por el mal manejo debido a la falta de poda, el exceso de sombra, baja de temperatura, falta de drenaje son factores favorables para su desarrollo (MAGAP, 2012),

permitiendo que las mazorcas se infectadas resultan inservibles en un plazo de 10 a 15 días. La enfermedad puede ser combatida mediante técnicas culturales, el uso de fungicidas y el uso de cultivares resistentes (Chavarría *et al.*, 2009).

Materiales y Métodos

Para la ejecución del presente estudio se realizó el análisis de la producción, el área, la antigüedad de plantaciones y distribución de las tres principales enfermedades de cacao CCN-51 en los siguientes sectores: Abdón Calderón, Ananía, Barranco Amarillo, Caimatán, Centro Patul, Copalillos, 40 Cuadras, 10 De Agosto, El Cisne, Estero Azul, Km 12 El Alfaro, Km 14, La Envidia, La Grecia, La Normita, La Pista, La Puntilla, Las Mercedes, Manta Real, Montecarlo, Pancho Negro, Pogios, Quinta San Miguel, Ruidoso, Ruidoso Chico, San Felipe, San Luis, San Vicente, Santa Rita, Voluntad De Dios, Zhucay, todos ellos pertenecientes al cantón La Troncal (Tabla 1).

La Troncal está ubicada en la zona costanera occidental de la provincia del Cañar, a 2°28'22" y 2°30'05" de latitud sur y 79°14'14" y 79°31'45" de longitud oeste (LaTroncal.gob.ec, s.f.). De acuerdo con Undermedia (2011), la superficie calculada es de unas 32.780 hectáreas, que corresponden como sigue:

- La Troncal (su parroquia), 12.483,4 has
- Manuel J. Calle, 3.746,8 has
- Pancho Negro, la parroquia más extensa, 16.549, 8 has.

De acuerdo a la distribución geográfica, La Troncal se encuentra ubicada en la zona 6, conformada por las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago, la cual ocupa una extensión de 35,023.28 km², que según el Instituto Geográfico Militar (IGM) corresponde al 13.62% de la superficie total del país (Sinagap, 2016).

Método estadístico

En correspondencia a la naturaleza del estudio, se procedió al análisis de la información empleando la estadística descriptiva (Pedroza, H. & Dicoskyi, L., 2007), recopilando la información sobre el cacao CCN-51 en cantón La Troncal, provincia del Cañar, caracterizando su producción y productividad en los distintos sectores de dicho cantón, el área dedicada a su cultivo y la antigüedad de las huertas establecidas. Así mismo se caracterizó la distribución de las tres principales enfermedades del cacao CCN-51 en el área geográfica en estudio, como son: moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

Tabla 1: Producción de cacao CCN-51 en los diferentes sectores del cantón La Troncal, provincia del Cañar

Parroquia	Recinto	Superficie cacao CCN-51	Edad máxima de plantación	Rendimiento máximo (qq/ha/año)
Pancho Negro	Ruidoso Chico	911,9	23 años	35
Pancho Negro	10 De Agosto	525,25	20 años	35
Pancho Negro	La Envidia	194,5	40 años	40
Pancho Negro	Santa Rita	143,45	16 años	30
Pancho Negro	San Luis	134,6	40 años	30
Pancho Negro	La Puntilla	116,5	8 años	25
Pancho Negro	Ruidoso	108,5	10 años	40
La Troncal	Centro Patul	91,25	5 años	22
Pancho Negro	Zhucay	74	25 años	18
Pancho Negro	San Vicente	63,9	10 años	20
Pancho Negro	Montecarlo	62,5	15 años	24
Pancho Negro	40 Cuadras	111	30 años	20
Pancho Negro	Km 14	50,25	8 años	30
Pancho Negro	Pancho Negro	44,41	8 años	30
Pancho Negro	Abdón Calderón	40	8 años	30
Pancho Negro	5ta San Miguel	39,5	12 años	18
Pancho Negro	La Normita	34,1	12 años	20
San Antonio	Manta Real	31,5	9 años	20
Pancho Negro	El Cisne	31	8 años	15
San Antonio	Pogyos	30,85	6 años	18
Pancho Negro	Anania	23,5	10 años	16
Pancho Negro	Voluntad De Dios	22	15 años	30
Pancho Negro	La Grecia	18,5	7 años	25
San Antonio	Caimatán	17,75	15 años	15
Pancho Negro	Estero Azul	17	10 años	12
Pancho Negro	Barranco Amarillo	12,5	8 años	18
Pancho Negro	Las Mercedes	6	10 años	20
Pancho Negro	San Felipe	6	5 años	16
Pancho Negro	Km 12 El Alfaro	5,5	12 años	20
Pancho Negro	Copalillos	1,5	8 años	25
Pancho Negro	La Pista	1	4 años	16

Fuente: MAGAP (2015)

Tabla 2: Escala descriptiva de evaluación de incidencia de enfermedades en plantas (Di Piero & Herrera)

NOTA	DETERMINACIÓN DE INCIDENCIA
1	La enfermedad está presente
2	Existe un % o número de plantas afectadas
3	Es detectable, los daños son evidentes
4	Los daños son cuantificables, con importancia económica

Fuente: Herrera, (2013)

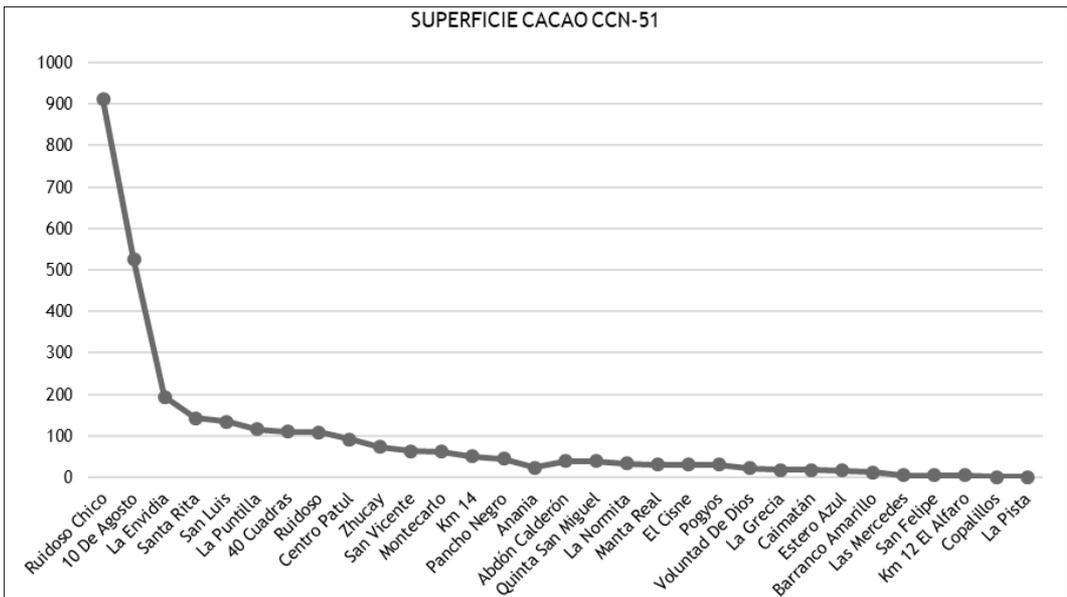


Figura 1: Superficie dedicada al cultivo de cacao CCN-51 (hectáreas) en los diferentes sectores del cantón La Troncal, provincia del Cañar. Datos recopilados desde Fuente: MAGAP (2015)

Factores en estudio

Se analizó la incidencia de las tres principales enfermedades que afectan al cacao CCN-51 en el cantón La Troncal, provincia del cañar. Para conocer el nivel de incidencia de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra presente en los sectores donde fue realizado el estudio se procedió a utilizar la escala descriptiva de Di Piero (1996) reinterpretada por Herrera (2013).

Resultados

Caracterización de la producción de cacao en el cantón La Troncal

Área de cultivo

En la figura 1 se puede apreciar la superficie dedicada al cultivo de cacao CCN-51 en los recintos del cantón La Troncal.

Interpretación: Se puede apreciar mediante el análisis del área total de 2970,21 has dedicada al cultivo de cacao CCN-51 en los 31 recintos del cantón La Troncal, la mayor superficie sembrada se concentra en el sector Ruidoso Chico (911,9 has) y 10 de Agosto (525,25 has), ambos pertenecientes a la parroquia Pancho Negro. Estos dos sectores abarcan el 48,38% de la producción de cacao CCN-51 en la zona.

Antigüedad de las plantaciones

En la figura 2 se detalla la antigüedad de las plantaciones de cacao CCN-51 en los distintos sectores del cantón La Troncal.

Interpretación: Puede notarse que los sectores de La Envidia y San Luis tienen huertas muy viejas de cacao CCN-51, con 40 años de cultivo. Posteriormente

el sector de Montecarlo, con 30 años, y Centro Patul, con 25 años, son los recintos con plantaciones más antiguas en el cantón La Troncal.

Producción y rendimiento

En la figura 3 se aprecia la producción de las huertas de cacao CCN-51 en los distintos sectores del cantón La Troncal.

Interpretación: Se pudo determinar mediante el análisis que el rendimiento máximo de las plantaciones de cacao CCN-51, expresado en qq/ha/año, tiene varios topes o “picos” de producción. En primer lugar, están los sectores de La Envidia y 40 cuadras, los cuales alcanzan los 40 qq/ha/año; en segundo lugar, se hallan Ruidoso Chico y 10 de Agosto, con 35 qq/ha/año; a continuación, llegando a los 30 qq/ha/año tenemos a los sectores de San Luis, Santa Rita, Voluntad de Dios, Km 14, Pancho Negro y Anania. Los demás sectores del cantón La Troncal tienen producciones por debajo de los 25 qq/ha/año.

Incidencia de enfermedades

En la tabla 3 y en la figura 4 se analiza la incidencia de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra en las plantaciones de cacao CCN-51 en los distintos sectores del cantón La Troncal.

Interpretación: Según el análisis, puede notarse que los sectores más afectados por *Moniliophthora roreri*, *Crinipellis pernicioso* y *Phytophthora palmivora* son Caimatán, Manta Real y Zhucaay, en donde estas enfermedades se localizan en el 100% de las huertas. Por otro lado, en los sectores de Pogyos, Voluntad de Dios, Pancho Negro, Anania, Centro Patul, San Vicente,

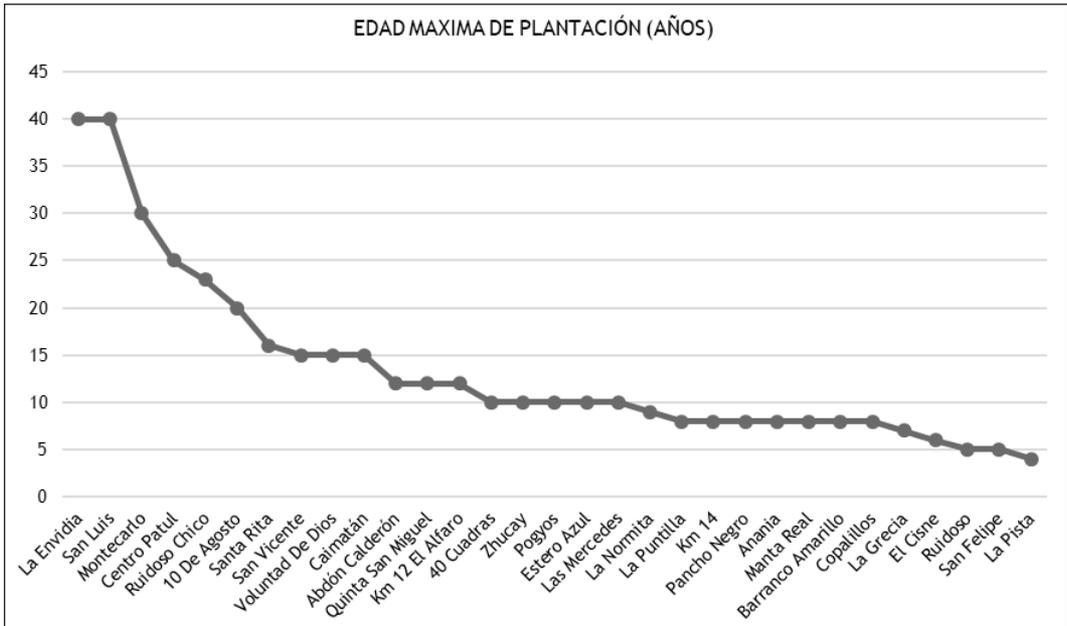


Figura 2: Edad máxima de plantaciones de cacao CCN-51 (años) en los diferentes sectores del cantón La Troncal, provincia del Cañar. Datos recopilados desde Fuente: MAGAP (2015).

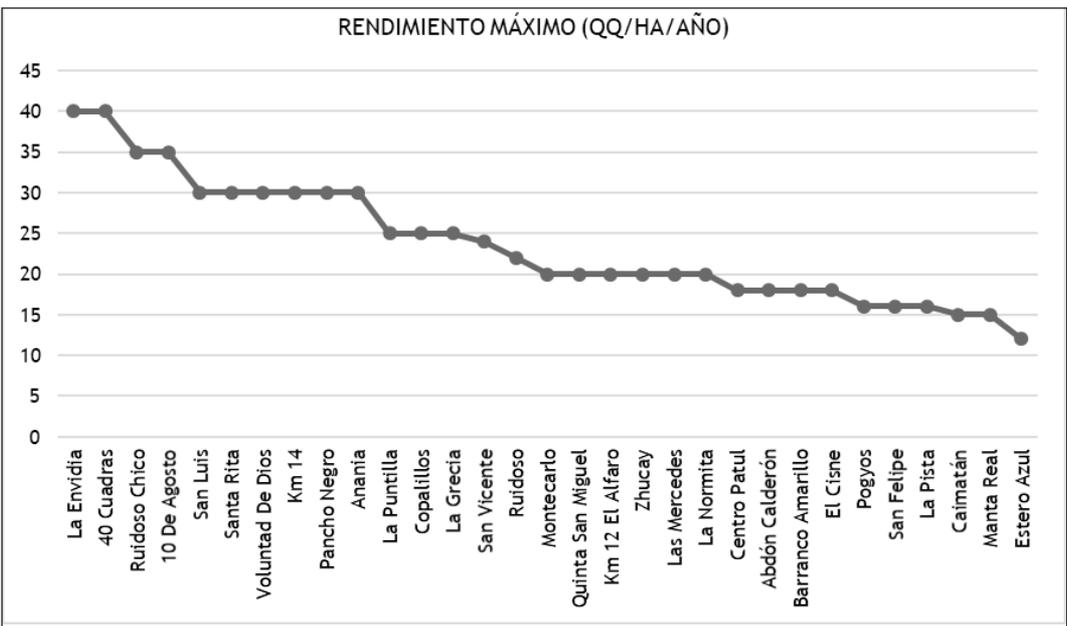


Figura 3: Rendimiento máxima de plantaciones de cacao CCN-51 (qq/ha/año) en los diferentes sectores del cantón La Troncal, provincia del Cañar. Datos recopilados en Fuente: MAGAP (2015).

Tabla 3: Incidencia de las tres principales enfermedades en plantaciones de cacao CCN-51 (moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra) en los diferentes sectores del cantón La Troncal, provincia del Cañar

PARROQUIA	RECINTO	MONILLA (<i>MONILIOPHTHORA RORERI</i>)	ESCOBA DE BRUJA (<i>CRINIPPELLIS PERNICIOSA</i>)	MAZORCA NEGRA (<i>PHYTOPHTHORA PALMIVORA</i>)
San Antonio	Caimatán	100%	100%	100%
San Antonio	Manta Real	100%	100%	100%
Pancho Negro	Zhucay	100%	100%	100%
San Antonio	Pogyos	100%	100%	57,14%
Pancho Negro	Voluntad De Dios	100%	100%	50%
Pancho Negro	Pancho Negro	100%	83,33%	50%
Pancho Negro	Anania	100%	100%	20%
La Troncal	Centro Patul	100%	91,66%	0%
Pancho Negro	San Vicente	100%	72,72%	9,09%
Pancho Negro	40 Cuadras	100%	80%	0%
Pancho Negro	La Puntilla	100%	50%	25%
Pancho Negro	Barranco Amarillo	100%	66,66%	0%
Pancho Negro	Montecarlo	100%	60%	6,25%
Pancho Negro	La Normita	100%	60%	0%
Pancho Negro	10 De Agosto	100%	46,83%	3,79%
Pancho Negro	Km 12 El Alfaró	100%	50%	0%
Pancho Negro	5ta San Miguel	100%	50%	0%
Pancho Negro	Santa Rita	100%	48%	0%
Pancho Negro	Km 14	100%	40%	0%
Pancho Negro	Abdón Calderón	100%	33,33%	0%
Pancho Negro	Estero Azul	100%	33,33%	0%
Pancho Negro	Ruidoso	100%	33,33%	0%
Pancho Negro	La Envidia	100%	28%	4%
Pancho Negro	San Luis	100%	21,05%	5,26%
Pancho Negro	El Cisne	100%	0%	25%
Pancho Negro	Ruidoso Chico	100%	18,10%	1,72%
Pancho Negro	Copalillos	100%	0%	0%
Pancho Negro	La Grecia	100%	0%	0%
Pancho Negro	La Pista	100%	0%	0%
Pancho Negro	Las Mercedes	100%	0%	0%
Pancho Negro	San Felipe	100%	0%	0%

Fuente: MAGAP (2015)

40 Cuadras y El Cisne predominan mayormente *Moniliophthora* y *Crinipellis*. La incidencia de *Crinipellis* decae progresivamente y *Phytophthora* no representa mayor problema en sectores como: La Puntilla, Barranco Amarillo, Montecarlo, La Normita, 10 De Agosto, Km 12 El Alfaró, Quinta San Miguel, Santa

Rita, Km 14, Abdón Calderón, Estero Azul, Ruidoso, La Envidia, San Luis, El Cisne y Ruidoso Chico.

Mientras que, en los sectores de Copalillos, La Grecia, La Pista, Las Mercedes y San Felipe hay ausencia de *Crinipellis* y *Phytophthora*.

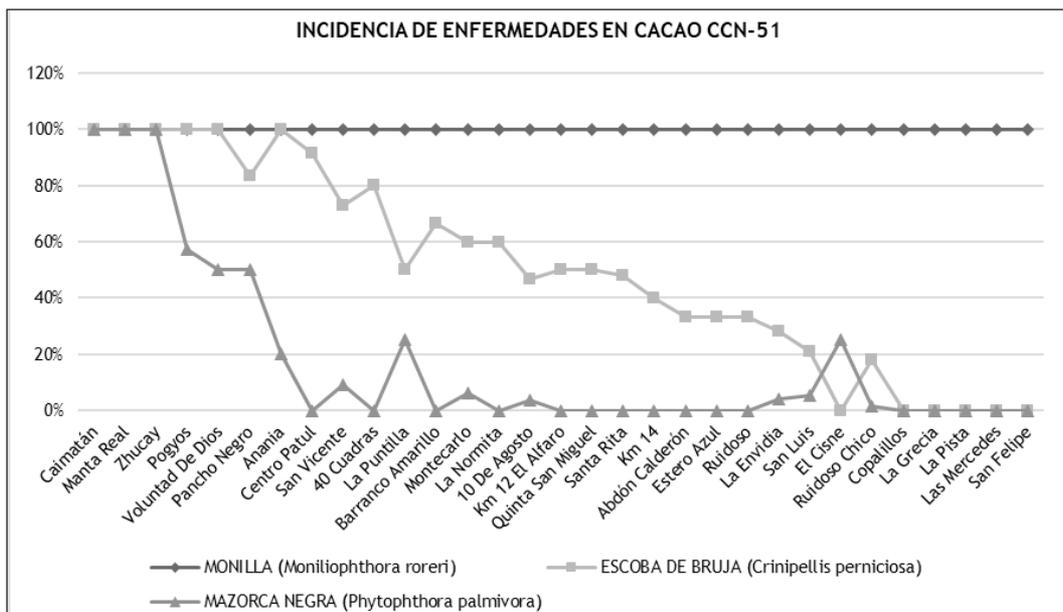


Figura 4: Incidencia de las tres principales enfermedades en plantaciones de cacao CCN-51 (moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra) en los diferentes sectores del cantón La Troncal, provincia del Cañar.

Cabe notar que *Moniliophthora* es un problema fitosanitario generalizado en todos los sectores donde es cultivado el cacao CCN-51 en el cantón La Troncal.

Discusión

El cacao CCN-51 proviene del mejoramiento genético del cacao Nacional ecuatoriano, destacándose por su precocidad y productividad. Al ser un clon mejorado se espera que posea resistencia a las enfermedades (Chang *et al.*, 2014). De hecho, esta última característica es confirmada en investigaciones del banco de germoplasma de la UNAS Tingo María, Perú, donde el CCN-51 destaca por sus factores de tolerancia conjuntamente con otros clones, tales como: ICS-39, UF-676, ICS-60, ICS-6, H-54, H-56 y H-34, U-48, U-12 y U-60 (Yara Perú, 2012). Se estima que en los 20 últimos años el 90% de la superficie cacaotera que fue renovada en Ecuador corresponde a la variedad CCN-51 (CEPAL, 2013). En efecto, pudo comprobarse que la zona de La Troncal dicho cultivar es prácticamente el único producido, ya que se encuentra presente en todas las huertas cacaoteras de las distintas parroquias y recintos de dicho cantón.

La experiencia de producción de los últimos años entre los cacaoteros en La Troncal ratifica que el CCN-51 tiene una mayor productividad en relación con el cacao Nacional u otra variedad en Ecuador. El gran problema fitosanitario en las huertas de cacao ecuatoriano es la presencia endémica de tres enfermedades “Moniliasis”, *Moniliophthora roreri*, “Escoba de bruja”, *Crinipellis pernicioso*, y “Mazorca negra”, *Phytophthora palmivora*, e incluso ocasionalmente otras tales, como

“Marchitez progresiva”, *Lasiodiplodia theobromae*, (Ecuauquímica, 2012).

El clon CCN-51 posee buena resistencia a plagas y enfermedades y se adapta mejor a climas semihúmedos (Espinoza *et al.*, 2012), como lo es el del cantón La Troncal, y sobre todo sería tolerante a la “Escoba de Bruja” (Cedeño, 2011). No obstante, (Villa, 2015) afirma que susceptible tanto a moniliasis como escoba de bruja, hecho confirmado en recintos como: Caimatán, Manta Real, Zhucay, Pogyos, Voluntad de Dios, entre otros, donde se encontró la presencia del hongo *Crinipellis pernicioso*, causante de la escoba de bruja; por lo tanto, en algunos sectores del cantón La Troncal el CCN-51 no posee factores de tolerancia a estas dos enfermedades.

Según datos del Banco Central del Ecuador (2016), el cantón La Troncal las condiciones de las plantaciones fueron buenas a lo largo del 2015, razón por la que el cultivo presentó buenos niveles de productividad, que debieron a la tecnificación de la producción, con el propósito de incrementarla; las inversiones locales aumentaron en 10% al implementar sistemas de riego en las fincas. En la época lluviosa, hacia finales del 2015, el cacao CCN51 producido en el cantón La Troncal incrementó su precio en 12.39%, debido a una menor producción por factores climáticos desfavorables para el normal desarrollo del cultivo (Sinagap, 2015). Estos factores propiciaron la difusión de las enfermedades en muchas plantaciones de las parroquias San Antonio y Pancho Negro, donde se concentra una gran parte de la producción local.

Actualmente la moniliasis se encuentra distribuida en la totalidad de las zonas productoras de cacao del

país y es la enfermedad más limitante, su efecto es devastador pues se estiman pérdidas de más del 80% de la cosecha anual. Entre las medidas de prevención para esta enfermedad figura la siembra de cultivares resistentes a la misma, pero uno de los obstáculos para su obtención es la amplia variabilidad del patógeno (Arévalo, 2008). Y en base a lo observado en la zona de estudio, el CCN-51 tiene nula resistencia a esta enfermedad en todas las plantaciones de La Troncal.

La aplicación de un manejo agroecológico, en forma sistemática y tecnificada en el agroecosistema cacao, puede disminuir significativamente la incidencia de la enfermedad escoba de bruja (Hernández-Villegas, 2016); (Yina-Puentes, 2014). Este hecho pudo ser notado en varios recintos de la parroquia Pancho Negro, tales como: El Cisne, Copalillos, La Grecia, La Pista, Las Mercedes y San Felipe, donde las buenas prácticas de cultivo han reducido totalmente la escoba de bruja en las huertas.

El hongo *Phytophthora palmivora* de la mazorca negra vive en condiciones de alta humedad por lo que fungicidas protectores no son eficientes (Suárez-Capello, 2014). Las condiciones agroecológicas de La Troncal ratifican esto, sobre todo en los recintos Caimatán, Manta Real y Zhucay, donde esta enfermedad se encuentra en la totalidad de las huertas locales.

Estudios en Colombia en el clon comercial CCN-51 han registrado un número reducido de escobas por planta (4.7 escobas) con inoculaciones artificiales de *M. royeri* sobre frutos de cacao (Sánchez-Mora, 2013). Empleando índices de severidad interna (ISI) y externa (ISE) (Córdova, 2002), y considerando la experiencia de los cacaoteros del cantón La Troncal, puede identificarse al CCN-51 como moderadamente susceptible.

Conclusiones

El cacao CCN-51 (*Theobroma cacao*, familia Malvaceae, subfamilia Sterculioideae) es un clon mejorado genéticamente, que se destaca por su precocidad (24 meses) y productividad (> 5000 kg/ha). En la actualidad abarca aproximadamente el 90% de la superficie cacaotera de Ecuador y es el cacao predominante en la zona de La Troncal, provincia del Cañar.

En La Troncal el CCN-51 es el cacao por excelencia de la zona, siendo cultivado en todos los recintos de las parroquias San Antonio y Pancho Negro. Las huertas cacaoteras de esta zona son afectadas por tres principales enfermedades: Moniliasis (*Moniliophthora royeri*), Escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) y Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

La Moniliasis es la enfermedad más devastadora y se encuentra presente en todas las plantaciones de cacao de La Troncal. De ahí le siguen Escoba de bruja y Mazorca negra, en orden de importancia y distribución en la zona.

En La Troncal, recintos como Caimatán, Manta Real, Zhucay, Pogoyos, Voluntad de Dios, entre otros, son los más afectados Escoba de bruja. Mientras que en algunos recintos de la parroquia Pancho Negro, como El Cisne, Copalillos, La Grecia, La Pista, Las Mercedes y San Felipe, las buenas prácticas de cultivo han reducido totalmente la esta enfermedad.

La Mazorca negra se halla ampliamente distribuida en los recintos Caimatán, Manta Real y Zhucay, en la totalidad de las plantaciones. Por otro lado, esta enfermedad está ausente en otros recintos, tales como: Km 12 El Alfaro, Quinta San Miguel, Santa Rita, Km 14, Abdón Calderón, Estero Azul, Ruidoso, entre otros.

En base a los índices de severidad interna (ISI) y externa (ISE), el clon de cacao CCN-51 puede considerarse como moderadamente susceptible a las tres enfermedades principales en la zona del cantón La Troncal. Tomando en cuenta este factor, sería un material promisorio para estudios de mejoramiento por resistencia de enfermedades a través de buenas prácticas de cultivo.

Referencias

- Agronet. (2006). Reconocimiento del control de monilla del cacao. Colombia: FEDECACAO.
- Amador, S. C. (2011). Revolución del cacao CCN-51 en el Ecuador. Nassau, Bahamas: CMAA Internacional Cocoa Conference.
- Andes. (2013). Todo el cacao que produce Ecuador se vende. Obtenido de <http://www.andes.info.ec/es/reportajes/todo-cacao-produce-ecuador-vende.html>
- Anecacaco. (2010). Cultivo de cacao. Agro Información Liriano.
- Anecacaco. (2015). Floración, fructificación y cosecha del cacao. Guayaquil: Asociación Nacional de Exportadores de cacao- Ecuador.
- APROCACAO. (2003). Identificación y control de la moniliasis del cacao. Honduras: Fundación Hondurera de Investigación Agrícola.
- Arévalo, E. (2008). Estimación de la diversidad genética de *Moniliophthora royeri* (Cif & Par.), causante de la Moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.), usando marcadores moleculares microsatélites (SSRs). Lima: Concytec.
- Ayala M. et al. (2008). "Manejo integrado de Moniliasis (*Moniliophthora royeri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el uso de fungicidas, cambiando con labores culturales". Guayaquil.: ESPOL.
- Banco Central del Ecuador. (2016). Reporte de coyuntura - Sector Agropecuario. Quito: Dirección Nacional de Síntesis Macroeconómica.
- Barrera H. et al. (2012). Enfermedades del cultivo de cacao. Quito: Revista el AGRO.
- Benítez, M. F. (2008). "Manejo integrado de Moniliasis (*Moniliophthora royeri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el uso de fungicidas, cambiando con labores culturales". Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Bohórquez, B. (2011). Efectos de dos bioestimulantes enraizantes en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) con el clon CCN-51 en el cantón La Troncal provincia del Cañar. Guayaquil: Universidad Estatal de Guayaquil.
- Boza, E. J. (2014). Genetic Characterization of the Cacao Cultivar CCN 51: Its Impact and Significance on Global Cacao Improvement and Production. Journal of the American Society for Horticultural Science.
- Bustamante, M. & Ramirez, A. (2010). Efecto de varios

- métodos de prefermentación y fermentación de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en las propiedades físicas y organolépticas de la almendra. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Cárdenas, V. (2015). Efecto de dos hormonas enraizantes sobre plantas clonadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de variedad CCN-51 a nivel de vivero en la zona de La Troncal, Provincia del Cañar. Milagro: Universidad Agraria del Ecuador.
- Carrión, J. (2012). Estudio de Factibilidad para la producción de cacao en el Cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Cedeño, S. (2011). La revolución del cacao CCN-51 en el Ecuador. Nassau, Bahamas: IndustrialAgrícola Cañas C.A.
- CEPAL. (2013). Diagnóstico de la cadena productiva del cacao en el Ecuador. Quito: Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.
- Chavarría, S. et al. (2009). Cacao Orgánico. Nicaragua: CACAONICA, SOPPEXCCA, Lutheran World Relief.
- Córdova, M. (2002). Estadística inferencial, segunda edición. Lima: Moshera S.R.L.
- Ecuacuímica. (2012). Cacao en Ecuador. Guayaquil: Ecuacuímica S.A.
- Escudero, D. A. (2013). Identificación de marcadores moleculares microsatélites para la detección de mezclas de las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional con la variedad CCN-51. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- Espinel, J. G. (2013). Diagnóstico de la Cadena Productiva del Cacao en el Ecuador. Quito: CEPAL.
- Espinoza, C. et al. (2012). Estudio de Factibilidad para la producción de cacao en el Cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas. Universidad Central del Ecuador
- Estrella, G. et al. (2012). Medidas de control de bajo impacto ambiental para mitigar la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par. Evans et al.) En: cacao híbrido Nacional x Trinitario en Santo Domingo de los Tsáchilas. Santo Domingo: Escuela Politécnica del Ejército.
- Falconi, I. C. (2005). Estrategias biológicas para el control de la moniliasis del cacao. PROMSA, 102-103.
- FEDECACAO. (2004). El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). Bogotá, DC - Colombia: FEDECACAO.
- Gardini, E. A. (2008). Estimación de la diversidad genética de *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.), causante de la Moniliasis del cacao (*Theobroma cacao*), usando marcadores moleculares microsatélites (SSRs). Perú: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- Hernández-Villegas, J. (2016). Incidencia de la escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. Barquisimeto, Venezuela: Bioagro.
- ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao. Bogotá- Colombia: Línea agrícola.
- INIAP. (2015). El INIAP dispone de tecnologías para combatir la Moniliasis. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Jordán, J. E. (2013). Analizar y validar un programa de rehabilitación en la poscosecha del cacao CCN51, en la finca Rami, en la provincia de Los Ríos. Tesis (Ingeniero Agropecuario), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción; Guayaquil, Ecuador.
- MAG Costa Rica. (1991). Aspectos Técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas en Costa Rica. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MAGAP. (2011). Cultivo del Cacao. MAGAP, II CNA, IGAGRO, INEC, ESPAC.
- MAGAP. (2012). Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao. ECUADOR: MAGAP, AGROCALIDAD.
- MAGAP. (2015). Boletín de precios al Productor. Cañar: Coordinación General del Sistema de Información Nacional.
- MAGAP. (2015). Cadenas agroproductivas. Producción cacao. Guayaquil: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.
- Menéndez, G. M. (2015). Identificación específica del agente causal de la mazorca negra (*Phytophthora* spp.) en cacao en la zona central del litoral". Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Minagricultura. (2014). La poda del cacao. Colombia: Cacao Cultura Renovada.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao. Bogotá, Colombia: Línea Agrícola.
- MISTI. (2005). Cultivo del cacao. Perú: Info Café.
- Nieves, E. X. (2016). "Caracterización del mucilago de cacao ccn-51 mediante espectrofotometría UV-Visible y absorción atómica" caso. Ecuador -Zona 6. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Paredes, M. O. (2016). El manejo fitosanitario del cultivo del cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) y el rendimiento del mismo, en la asociación Kallari. Tesis (Magister en Agroecología y Ambiente), Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias; Ambato, Ecuador.
- Salvador N., Espinoza E., Rojas J. (2012). Manual del cultivo de cacao blanco de Piura. Perú: APPROCAP.
- Sánchez L., Gamboa E., Rincón J. (2003). Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. Revista de la Facultad de Agronomía, 20(2), 188-194.
- Santos, J. C. (2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis (Ingeniero en Agroempresas), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición; Quito, Ecuador.
- Sinagap. (2016). Boletines zonales, integrales y temáticos - zona 6. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.
- Solis, A., Moreno, E. (2014). Estudio de factibilidad para promover la producción de cacao nacional por medio de la asociación de pequeños productores de San Antonio, La Troncal. . Tesis (Ingeniero en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Especialidades Empresariales; Guayaquil, Ecuador.
- Solis, Z., Suárez, C. (2006). Uso de *Trichoderma spp* para control del complejo Moniliasis, Escoba de Bruja del cacao en Ecuador. Folleto, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Protección Vegetal; Quevedo, Ecuador.
- Suárez-Capello, C. (2014). Últimos avances en el control de mazorca negra [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de <http://www.anecacao.com/uploads/2014/09/6-notas-del-catie-y-africaULTIMOS-AVANCES-EN-EL-CONTROL-DE-MAZORCA-NEGRA.pdf>
- Trujillo, O. B. (2014). Estudio agrónomo de las enfermedades escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) y moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el departamento del Huila. Tesis (Agrónomo), Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente; Colombia.
- Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D., Morales, W., Véliz, J., Ramos, R. (2014). Atributos físico-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. Quevedo: Revista Ciencia y Tecnología. UTEQ.
- Villa, E. (2015). Efectos de dos hormonas enraizantes sobre plantas clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la variedad CCN 51 a nivel de vivero en la zona de La Troncal, provincia del Cañar. Milagro: Universidad Agraria del Ecuador.

- Villavicencio, M., Jiménez, M. (2010). Caracterización morfológica, fisiológica y patogénica de *Moniliophthora roreri* aislados de cinco provincias de la Costa Ecuatoriana. Folleto, Escuela Superior Politécnica del Litoral; Guayaquil, Ecuador.
- Yara Perú. (2012). Cultivo del Cacao. Lima: Misti Fertilizantes.
- Yina-Puentes, P. (2014). Eficiencias en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao L.*). Palmira, Colombia: Bioagro.

Propuesta de un protocolo de fertilización como una estrategia para el control de nematodos en el cultivo de banano

Proposal of a protocol of fertilization as a strategy for the control of nematodes in banana crop

Mariela Izquierdo^{1*} Mónica Armas²

¹Ingeniera Agrónoma, Maestría en Agricultura Tropical Sostenible, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanga Marengo, Guayaquil, Ecuador

²Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanga Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 4 de mayo 2018; recibido en forma revisada 19 de mayo 2018, aceptado 3 de junio 2018
Disponibile en línea 26 de junio 2018

Resumen

El cultivo de banano en Ecuador es vulnerable al ataque de agentes patógenos, uno de ellos son los nematodos, por tal motivo, aquí se presenta un protocolo de fertilización como una estrategia para su control, generando abundante masa radicular. No obstante, es necesario observar los planes de fertilización de plantaciones establecidas de banano con tal problemática. La metodología empleada contrasta análisis descriptivos y fundamentos empíricos establecidos por agricultores bananeros, analizando los macro y micro elementos que interactúan en la solución nutritiva del suelo, las unidades de análisis en cuanto a elementos y fuentes de fertilización, además de los efectos cualitativos que producen los nematodos en las plantas, evidenciando finalmente un protocolo para fertilizar banano enfocado en el elemento fósforo, además del requerimiento nutricional en plantaciones establecidas para una buena producción. Este protocolo de fertilización permitirá controlar a los nematodos permitiendo una producción sostenible del cultivo.

Palabras claves: Nematodos, raíces, fertilización, banano.

Abstract

The cultivation of banana in Ecuador is vulnerable to the attack of pathogenic agents as nematodes, for this reason, it is here presented a protocol of fertilization generating abundant root mass as a strategy for the control of those. However, it is necessary to observe schemes of fertilization for banana established plantations with such problems. The methodology contrasts descriptive analysis and empirical bases established by banana farmers, analyzing macro and micro elements that interact in the nutrient solution of the soil, the unit of analysis with regards to elements and sources of fertilization, besides the qualitative effects that nematodes produce in plants. Therefore, yielding a protocol for banana fertilization focused on phosphorus as an addition to the nutritional requirement in established plantations to obtain good productivity. This protocol of fertilization will let the control of nematodes allowing a sustainable crop production.

Keywords: Nematodes, roots, fertilization, bananas.

Introducción

Los nematodos en banano se transmiten en los cormos del cultivo al renovar las plantaciones antiguas. La proliferación de este patógeno es de forma exponencial, hay que tener presente el realizar mejoras en la nutrición y llevar a cabo un adecuado manejo de la asepsia al momento de la siembra de nuevas plantaciones y además de evaluar el umbral

económico en plantaciones ya establecidas (Guzmán, 2011).

El cultivo de banano es uno de los principales productos de exportación del Ecuador, las enfermedades principales son Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) una de las más estudiadas, sin embargo, poca atención se les brinda a los nematodos, ya que la mayoría de las plantaciones de banano están

* Correspondencia del autor:
E-mail: mizquierdocostales@outlook.com



infestadas por nematodos fitoparásitos. La causa principal del aumento de nematodos en el cultivo de banano es la falta de muestreos consecutivos de raíces de manera estándar, por lo que se recomienda realizar esta práctica por lo menos uno o dos veces anualmente (Triviño, 1995).

La inadecuada fertilización es la segunda causa del aumento de nematodos en el cultivo de banano, debido a que es realizada de manera empírica. Los agricultores le brindan poca importancia a las evaluaciones en campo y al estado de las raíces, los entes reguladores no transmiten esta importancia a los productores, afectando de esta manera a la producción de este cultivo de exportación. Consecuentemente, las pérdidas son exponenciales debido a que se afecta la absorción nutricional de la planta (Mateille, 1990).

Es necesario establecer planes de fertilización eficientes con altos contenidos de Fósforo para estimular las raíces aumentando la masa radicular, además de evitar volcamientos, plantas raquíticas y bajas producciones (López, 2001).

Existen otros parámetros que permiten tomar decisiones en cuanto a estas problemáticas estas son: calicatas, análisis de laboratorio de suelos, hojas, raíces, aguas, etc., para concebir un mejor manejo del cultivo.

El cultivo de banano es el de mayor importancia que posee el Ecuador, exportando 260 millones de cajas que pesan 18.14 kilogramos; mientras que otros países como Filipinas, Colombia y Costa Rica, cada uno produce 100 millones, seguidos por Guatemala con 74.5 millones, Honduras, con 33.4 millones y Panamá con 20 millones; la nutrición del cultivo posee una tasa de asimilación de fertilizantes de un 20%, causando pérdidas económicas y contaminación del medio ambiente (Soto, 2011).

En Costa Rica, Soto indica que la política es reducir el consumo de agroquímicos y fertilizantes en un 25% para los próximos 10 años, sin embargo, en Ecuador no existe una política parecida.

Los fertilizantes y agroquímicos en la producción bananera son necesarios, no obstante, existen plagas y enfermedades difíciles de controlar, los nematodos son una plaga con esta característica, debido a que parasitan las raíces del banano. Las más comunes son: *Radopholus similis* y *Meloidogyne incognita*, también atacan a cultivos de hortalizas (Li, 2015).

Controlar químicamente a estos agentes patógenos es perjudicial para el medio ambiente y el ser humano. En la actualidad existen expectativas para la detección de genes y proteínas que fortalezcan el sistema de resistencia adquirida de la planta y así crear tolerancia o resistencia (Elsen, 2001).

Marín (2002), indica que en Latinoamérica y el Caribe los nematodos se han diseminado a partir de la

introducción de banano variedad Gros Michel donde *Radopholus similis* posee varias plantas hospederas, el banano es su principal huésped, las etapas infectivas son desde que eclosionan los huevecillos (10 y 13 días) y adultos.

Los nematodos afectan económicamente al agricultor porque inciden directamente en las raíces donde se absorben los nutrientes esenciales para el desarrollo normal y productivo de los cultivos en general (Jones, 2013 y Koenning, 1999). También existen biocontroladores de nematodos tales como las bacterias del género *Pasteuria* (Kokalis, 2015).

En el sector bananero la fertilización es de vital importancia puesto que proporciona fuentes de trabajo directo, la rentabilidad depende de la productividad del cultivo por hectárea, sin embargo, las afectaciones por plagas y enfermedades son inminentes.

Los nematodos son plagas difíciles de combatir y se tiene que convivir permitiendo mantener un nivel tolerable de individuos con las siguientes actividades: (i) Control químico (tóxico), (ii) renovación con variedades resistentes, y (iii) mantener el umbral económico del cultivo (fertilización constante). Estas actividades son peligrosas para el ser humano y el cultivo, el control químico puede afectar la salud de los trabajadores y disminuir la microbiota benéfica del suelo.

En tal virtud, este trabajo está enfocado a realizar un protocolo que permita una mejor productividad, manteniendo una masa radicular abundante para convivir con los nematodos, a pesar que afectan las variables productivas a la cosecha de las plantas madre se registró el peso del racimo, número de manos y la calibración promedio de los tres frutos centrales de la fila externa de la segunda mano basal. Las plantas con alto número de *R. similis*, están correlacionadas con la raíz funcional ($r > 0,94$; $P < 0,0068$) y las plantas con *R. similis* siempre correlacionadas ($r > 0,84$; $P < 0,0217$) con los nematodos totales presentes en raíces evaluados en Ecuador en 2009, las causas y efectos de la mayor o menor incidencia dependen de las condiciones medioambientales multivariadas.

Marín (2002), indica que las fases de desarrollo dentro de la planta de banano que incluyen: huevo, cuatro estadios juveniles y una sola etapa de adulto, cada etapa juvenil tiene una muda después de la cuarta muda aparecen los órganos sexuales, los nematodos son clasificados por su comportamiento al alimentarse, como ectoparásito migratorio y ectoparásito sedentario. Los mismos atacan diferentes estados de vida de las especies vegetales, además ingresan por la punta de la raíz donde el tejido es más débil (figura 1).

Los nematodos son denominados gusanos no segmentados, porque poseen cuerpos cilíndricos, aunque alguno pierde su forma de gusano durante sus

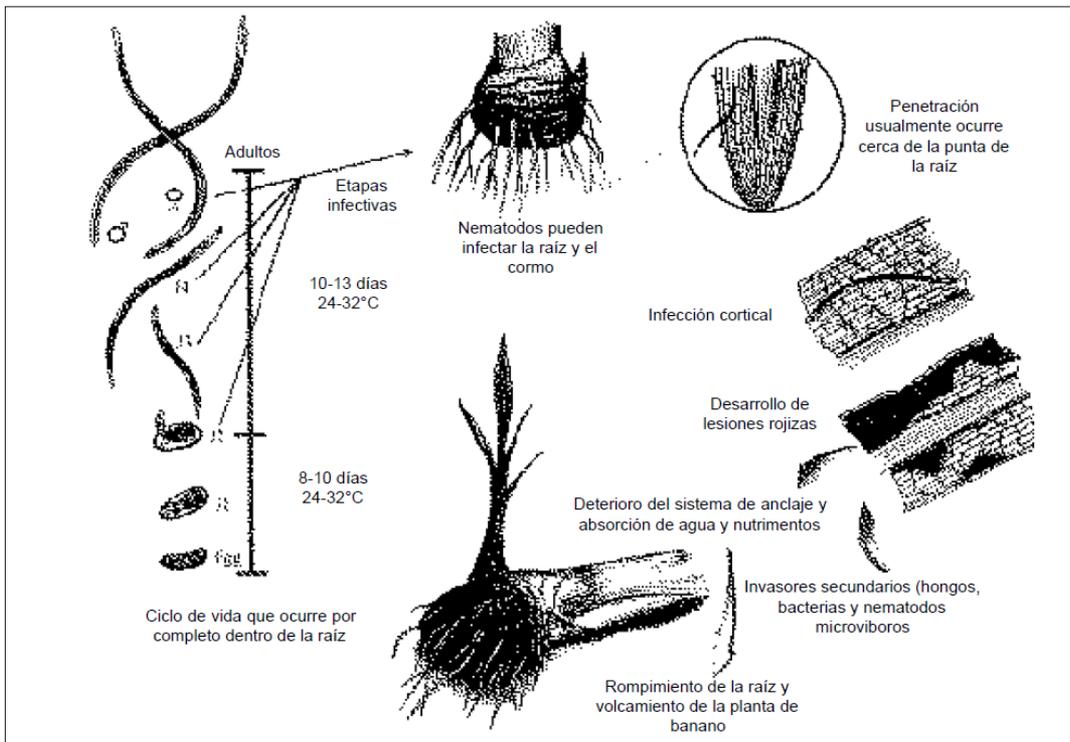


Figura 1. Ciclo de vida de *Radopholus similis*, Fuente: Marín, 2002.

etapas de desarrollo, son microscópicas y miden 0.5 a 2.0 mm de longitud, están cubiertas de cutícula y debajo de ella poseen el aparato digestivo, excretor reproductor y no tienen sistema respiratorio ni circulatorio, y pueden ser fácilmente identificados por sus aparatos reproductores como hembras y machos. El ciclo de vida total de huevo a adulto puede durar hasta la reproducción de 18 a 24 días (Roderick, 2012).

Los nematodos causan en las plantas inflamaciones, engrosamientos en los tallos y agallas sobre todo en las raíces (figura 2), el diagnóstico es al microscopio, de sus invasiones, se pueden identificar su taxonomía. En la actualidad los métodos en biología molecular permiten entender su fisiología y evolución compleja (Zhang, 2016).

Las plantas regulan sus sistemas de defensas con microARN en respuesta al estrés provocado por nematodos, pero esta respuesta también está influenciada por la falta de nutrientes (Wang, 2015). Existen relaciones simbióticas de nematodos con otros microorganismos como bacterias donde se desencadenan respuestas variadas aun no definidas (An, 2016). Además, se activan los sistemas de resistencia adquirida donde juega un papel importante las hormonas y otras.

Rodríguez (2014), confirma que diversos factores bióticos y abióticos inciden en el desarrollo de nematodos en plantas de banano, que para la planta son síntomas de estrés.

En los países asiáticos se ha estudiado a los nematodos en la solución nutritiva de los suelos, determinando que con altos niveles de agua estos se incrementan, sin embargo, una contaminación elevada de Nitrógeno puede provocar un desequilibrio en la biota del suelo y afectar las comunidades de los nematodos (Xiaoming, 2013).

Los nematodos tienen comportamientos diferentes dependiendo del tipo de suelo donde se desarrollan (O`Bannon, 1971). Las concentraciones de nutrientes tales como K, Mg, y Zn no se observaron afectados en



Figura 2. Afectación de los nematodos en la masa radicular en plantas de tomate. Fuente: Mohammed *et. al.*, 2013.

estudios realizados por el parasitismo de nematodos, mientras que, para suelos con nutrientes con P, Ca, Fe, y Mn fueron menos infectadas por nematodos en las plantas.

El crecimiento fue mejor, asociada con la colonización de la raíz por los hongos micorrízicos, esto puede ser el resultado de una mejor nutrición con P y el no antagonismo entre el hongo y los nematodos (Smith, 1988).

Para elaborar un protocolo de fertilización es necesario, realizar análisis de suelos, foliares y nematodos, también en casos especiales de aguas, en el cultivo de banano se absorben estos nutrientes en las raíces los primeros 20 cm (ICA, 1992).

El fósforo es un macronutriente muy relacionado con la proliferación de raíces en el suelo, este en ocasiones se encuentra atrapado formando otras moléculas con el hierro lo que hace imposible la absorción por las raíces, es liberado con oxigenación del hierro o incrementando las dosis de fósforo en las aplicaciones, se asimila con niveles de pH levemente ácido 5.5 y 6.5, además se mueve por difusión de masa hacia la planta (ICA, 1992).

Los procedimientos para un buen análisis, sobre todo en raíces es observar su afectación en los primeros 20 centímetros, donde se absorben la gran cantidad de nutrientes mediante los pelos absorbentes.

La afectación no debe superar el 50%, puesto que si este se incrementa sobrepasará el umbral económico, causando afectación severa a las raíces de anclaje provocando el acamado de la planta. Para conocer el agente causal se envían muestras de estas raíces para un análisis microbiológico, los síntomas de deficiencia son notables debido a la absorción de macro y microelementos en baja cantidad para las funciones vitales los sistemas y tejidos (Gallegos, 2003).

Si se requiere realizar un diagnóstico de la planta siempre se debe iniciar con la zona radicular, los siguientes parámetros a seguir son: temperatura, pH del suelo, insectos, enfermedades, condiciones de humedad, problemas de salinidad, identificación de malezas, prácticas de labranzas, espacio entre plantas, análisis de aguas, análisis foliar y suelo completo (INPOFOS, 1997).

La interacción entre hongos y nematodos también han sido estudiada en Irán, donde se observan diferencias grandes, también como influencias de otros factores, sin embargo, es recomendable incrementar las dosis de fósforo disponible para la absorción en la planta, esto se puede manejar haciendo monitoreos constantes (Kheiri, 2002).

En Irán, también se ha observado en estudios donde la presencia de nematodos antes de hongos causa una reducción en la colonización del hongo en las raíces, los tallos y viceversa (presencia de hongos antes de

los nematodos causó una reducción en el número de agallas producidas), esto demuestra que podemos convivir con múltiples consorcios de microorganismos en el suelo cualquiera (Saedizadeh, 2003).

En las raíces necesarias para la asimilación de nutrientes a las hembras les agrada formar nudos para depositar sus huevecillos que son órganos estructurales tales como el tejido colénquima, endodermis y el cambium del tallo (Saedizadeh, 2005).

Una forma de biodesinfestación es utilizar compostaje lleno de microorganismos eficientes que mejoren las condiciones del suelo y controlen los niveles adecuados de los nematodos, se ha realizado con éxito a menor escala con plantas ornamentales, se podría realizar estimaciones a futuro en plantaciones bananeras infestadas para ver su respuesta (López, 2007).

En Egipto, se han realizado extractos de higuierillas (*Ricinus communis*) entre otras especies vegetales, para tomar sus metabolitos secundarios y observar el efecto en los nematodos. Donde se observó efectos fitotóxicos para malezas y el cultivo en desarrollo, por ende, la importancia de tener planes de fertilización adecuados para atenuar los efectos de los nematodos sobre las raíces (Radwan, 2006).

Lo más grave es la nematización química, sin control de organofosforados que producen enfermedades a largo plazo (Rich, 1990). El contacto con estos químicos es una muerte letal o provocar consecuencias graves en la salud a largo plazo (Daniel, 2010).

En China, para la fertilización con altos contenidos de Fósforo se debe tener en cuenta las propiedades físicas y químicas del suelo, fertilización adecuada, lluvias y enmiendas en el suelo, ya que se puede acumular, lixiviar o peor aún elevar la acidez y ocasionar la subida de elementos tóxicos, por tal motivo, es necesario tener a la mano un análisis de suelos, observar los nutrientes presentes en el suelo y los tomados por las plantas para dar un diagnóstico correcto (Zhao, 2015).

Se debe tener en cuenta que el alto grado de saturación de Fósforo en el suelo puede contribuir a la acumulación en aguas y causar daños conocidos como eutrofización (Ilg, 2005).

El requerimiento nutricional del cultivo es indiferente a las condiciones ambientales en las que se cultiva, los factores son multivariados donde los efectos son diversos e impredecible lo que implica un difícil control de los nematodos, sin embargo, se pueden prevenir un ataque masivo estimulando las raíces con una nutrición adecuada de los elementos nutricionales.

Nitrógeno (N): Es un elemento esencial, puesto que permite el crecimiento de la planta, necesario para formar aminoácidos y de estas a proteínas, este se fija de forma natural en el suelo, pero en cultivos

intensivos como banano es necesario aplicaciones constantes, el Nitrógeno afecta el pH del suelo por medio de la nitrificación en la que convierte NH_4^+ a NO_3^- , en los fertilizantes se pueden perder por volatilización, lixiviación y desnitrificación.

Una disminución de este elemento hace más susceptible a las plantas al ataque de nematodos, para tener buenas producciones es necesario garantizar 350 a 400 kilogramos de Nitrógeno por hectárea al año, en el protocolo de fertilización se debe enfatizar en este aspecto técnico, las fuentes comerciales las conocidas como Ureas, Nitratos de Amonio, Sulfatos de Amonio, entre otros.

Fósforo (P): Fuente de energía para la planta debido a la formación de fosfolípidos, adenosina tri-fósforo, necesario en las mitocondrias para la formación de energía bioquímica en las células de la planta, aunque en el suelo contienen hasta 3000 kilogramos de este elemento por hectárea no todo es disponible para la absorción.

El argumento técnico no es poner grandes cantidades de este elemento en el suelo sino, observar la disponibilidad en solución de con agua, el elemento en todos los análisis siempre sale alto, sin embargo, las deficiencias son notables en el cultivo cuando hay deficiencias, mantener niveles altos de Fósforo (100kg/ha/año en banano) en solución permitirá tener grandes rendimientos y una planta más sana, las fuentes de fertilización son varias, sin embargo cuando comparamos DAP y Urfos 44 las diferencias en eficiencia son grandes pese a que proporcionan el mismo elemento.

Potasio (K): En la producción de banano es importante debido que a este le atribuyen el peso en el racimo de banano, las deficiencias pueden ser causadas por un desbalance de bases en el suelo (Calcio y Magnesio), en suelo sódicos afecta su disponibilidad, las limitaciones de su disponibilidad es debido a la falta de raíces por daños de causados por nematodos y otros problemas fitosanitarios.

La aplicación continua para altos rendimientos es la aplicación de 500 a 700 kg de K_2O por hectárea al año, las fuentes comerciales conocido como Muriato de Potasio, Sulfato de Potasio, entre otros provenientes de minas o salares, la aplicación depende del tecnicismo aplicado en finca, aunque para el agricultor está regido por observar su coloración rojiza en el suelo.

Azufre (S): El Azufre forma parte necesaria para algunas reacciones enzimáticas y vitaminas, y contribuye a la formación de clorofila sobre todo cuando existen condiciones adversas por frío, es el elemento que más se lava con frecuencia, en el cultivo de banano, para los cultivos esta diagnosticado de 100 a 200 kilogramos de azufre por hectárea al año, en el mercado comercial las fuentes son diversas con varias solubilidades por ejemplo asociado con Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Potasio, Zinc.

La deficiencia se las encuentra comúnmente en hojas jóvenes, está activo en el Sistema de Resistencia Adquirida de las plantas frente a patógenos como nematodos parásitos.

Magnesio (Mg): El Magnesio es el átomo central de la clorofila, las semillas tienen relativamente alto contenido de este elemento, este elemento puede ser fácilmente lixiviado, forma relaciones de equilibrio con Potasio y Calcio cuando el Calcio está en elevadas concentraciones atenúa al magnesio. Se puede encontrar productos comerciales como Sulfato de Magnesio, en enmiendas con Calcio y Azufre, óxidos entre otro mineral como dolomitas.

Calcio (Ca): Las funciones del Calcio en las plantas son múltiples ya que estimula crecimiento de raíces y de hojas, forma parte importante en las paredes de las células, contribuye en reducir el nitrato de las plantas, es activador en varios sistemas enzimáticos, neutraliza ácidos orgánicos, reduce la acidez en el suelo y es requerido para funciones en bacterias benéficas para el cultivo además de formar parte del sistema de defensa y apertura y cierre estomático en la transpiración.

En el cultivo de banano es recomendable aplicaciones preventivas de 100 a 200 kilogramos de Calcio por hectárea al año. Productos comerciales son minerales (dolomita, calcita, yeso) y otros eficientes como Nitratos de Calcio más disponibles para corregir problemas inmediatos. Los efectos son medibles con minerales a largo plazo.

Hierro (Fe): Este elemento es necesario porque cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno, es causada por desbalance de Molibdeno, cobre y Manganeso, el exceso de Fósforo puede contribuir a esta deficiencia, dosis altas de cal, bajos niveles de materia orgánica, fuentes comerciales son: Quelatos de Hierro, Sulfatos de Hierro, Óxidos de Hierro y Sulfatos de Amonio - Hierro.

Manganeso (Mn): Forma parte esencial en ciertas enzimas de las plantas, ayuda a la germinación e incrementa la disponibilidad de Fósforo y Calcio las deficiencias pueden resultar por el desbalance de Calcio, Magnesio y Hierro. Las fuentes comerciales pueden ser Sulfatos, Óxidos, Quelatos, Carbonatos y Cloruros de Manganeso. En plantaciones de banano con deficiencias se puede corregir con 7 a 11 kilogramos por hectáreas al año.

Boro (B): Nutriente esencial para la translocación de azúcares de hoja a los frutos en el suelo está disponible en pH de 5 a 7 en valores más altos de acidez o alcalinidad se reduce esta disponibilidad. La necesidad en el cultivo es de 4 a 5 kilogramos por hectárea a al año.

Sin embargo, pese a que es un ácido hay que recordar que es un ácido débil de Lewis y se tiene que acidificar para que suba a la planta se debe de realizar en conjunto con Fósforo, por ende, es determinante

analizar el contenido en el suelo y aplicar la técnica y recomendación necesaria para el suelo y el cultivo, los productos comerciales Granubor, Ácido Bórico, Bórax, Solubor, entre otros.

Zinc (Zn): Es uno de los elementos más reconocidos como micronutrientes ya que la falta de esta causa pérdidas significativas a cualquier cultivo, contribuye en la formación de hormonas de las plantas en el crecimiento y desarrollo, estudios recomiendan aplicar 1 kilogramo de Zinc por cada 20kilogramo de Fosfato en el suelo. Las formulaciones comerciales que existen son varias tal como: Sulfatos, Óxidos, Quelatos y fuentes orgánicas.

Molibdeno (Mo): La planta lo requiere para activar y sintetizar enzimas nitrato reductasas, importante para la fijación simbiótica en plantas, e intervenir en la conversión del Fósforo inorgánico a orgánico en la planta. Las fuentes comunes son Molibdato de Amonio, Sodio y Acido Mobdico. Se requiere en mínimas concentraciones.

Cobre (Cu): Necesario para la formación de clorofila y para la activación de los sistemas de defensas contra patógenos, la disponibilidad en el suelo se ve afectada por Hierro, Manganeso, Aluminio, se requiere en mínimas cantidades y las fuentes comerciales son Sulfato de Cobre, quelatos de Cobre, y Fosfato Amonio-Cobre.

Materiales y métodos

El presente estudio de caso se realizó un análisis comparativo cualitativo, donde se describe experiencias y antecedentes experimentales alrededor de las investigaciones referentes a los nematodos y nutrición fosfórica, los datos fueron tomados a partir de revisiones de literatura a nivel internacional en los principales países exportadores de banano del continente americano.

Para elaborar el protocolo se tuvo que recopilar información sobre los recursos necesarios para el análisis de suelos y raíces, analizar las estrategias para controlar a los nematodos en el contexto internacional cercanos al Ecuador.

Los métodos para tomar las muestras de suelo se deben realizar conforme al manual internacional de fertilidad de suelos, para la toma de muestras en campo con una pala se cavó en los primeros 20 cm del perfil del suelo, para separar la primera muestra y después se divide en varias sub muestras porcada 10 hectáreas según la textura del suelo (INPOFOS, 1997).

Para realizar muestreo de raíces se debe seleccionar 10 plantas al azar de cada hectárea, se excavar 20 cm también frente al hijo espada con una distancia de 50 a 60 cm para evaluar la afectación de nematodos en raíces, llevando un conteo en porcentajes, evaluando raíces sanas y muertas, los nematodos que atacan

las raíces son comúnmente del género *Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*.

Finalmente se realizó recomendaciones a partir de información analizada en comparaciones internacionales sobre los nematodos de banano y el tipo de control.

Para diseñar el protocolo de aplicación, se debe tener en consideración una adecuada aplicación de Fósforo, además para poder diagnosticar si está presente esta problemática, se realizará monitoreos de raíces y después de un año de aplicación del protocolo expuesto, se procederá a monitorear la biomasa radicular, asimismo para realizar una buena interpretación del análisis de suelo, se deben considerar algunos criterios y más que todo enfocados en el elemento Fósforo.

Según el manual internacional de fertilidad de suelos, indica que el movimiento del Fósforo en el suelo es un proceso lento, además que para ingresar a la planta lo realiza por difusión, aunque es abundante, es difícil mantener Fósforo disponible para la planta, debido a que fácilmente forma compuestos no solubles con los iones Ca, Mn, Al y Fe. El Fósforo es vital para el crecimiento de la planta y los rangos disponibles de pH están entre 6.0 y 7.0, fijándose en grandes cantidades en suelos arcillosos.

La herramienta de diagnóstico es el análisis de suelo, no obstante, la elección del laboratorio también es un punto clave para un diagnóstico confiable, el INPOFOS asevera que existe flexibilidad en la elección de los laboratorios (públicos y privados) pero se deben tener los siguientes criterios:

Alta calidad de los análisis.

Recomendaciones de fertilización y enmiendas que busquen obtener la más alta rentabilidad para el productor.

Solución de los problemas de fertilidad de los suelos que puedan estar limitando los rendimientos.

Entrega rápida de resultados.

En Ecuador se conoce poco sobre las regulaciones y estándares de calidad en los laboratorios de análisis de suelos y tan solo se limitan a emitir el resultado (INIAP, NemaLab, Agro-análisis, PSL, etc.). No existe ninguna normativa que asegure una interpretación adecuada, lo que deja a libre albedrío la tecnificación en los cultivos del país, un ejemplo claro es la interpretación del Fósforo elemental en cantidades elevadas, cuando sabemos que el Fósforo disponible está en bajas concentraciones.

En la tabla 1 se observan las categorías de impacto, dimensiones, instrumentos y unidad de análisis que intervienen en caso de estudio para finalmente elaborar la propuesta de protocolo de fertilización para controlar nematodos.

Tabla 1. Elemento que intervienen en un protocolo de fertilización, Matriz CDIU (Izquierdo, 2016).

CATEGORÍA	DIMENSIÓN	INSTRUMENTO	UNIDAD DE ANÁLISIS
Económicas	Productos comerciales, equipos y jornal	Observación	Departamento de compras
Administrativos	Labores culturales, administración agrícola.	Entrevistas y Observación	Capacitaciones al personal de campo
Condiciones ambientales	Niveles de oxígeno, nutrientes, materia orgánica, pH y recomendaciones técnicas de fertilizantes	Interpretación de análisis de suelos Observación agroclimática	Aplicaciones de fertilizantes con personal de campo
Éticos	Laboratorios e interpretación de análisis agrícolas en general	Observación	Aplicaciones
Manejo de productos	Resistencias de plagas y enfermedades Dosificación	Experiencias y aplicación de protocolos de bioseguridad	Enfermedades transmisibles
Criterios de diagnóstico	Análisis e interpretación	Análisis de suelo hojas, raíces, fruta aguas etc.	Laboratorios nacionales y metodologías de análisis

Tabla 2. Observaciones y soluciones propuestas respecto a criterios económicos

Categoría	Dimensión	Soluciones propuestas			
		Ecuador	Costa Rica	Honduras	Colombia
Criterios económicos	Jornal de aplicación y suministros	Personal especializado en aplicación	Regulaciones y protocolos de manejo	Aplicaciones de alternativas biológicas y sintéticas	Aplicaciones y falta de control de calidad
	Mezclas in situ de fertilizantes y mezclas especializadas	Homogenización de productos	Mezclas químicas y físicas	Mezclas y productos orgánicos	Mezclas químicas y físicas
	Política de agroquímicos	No existen política de vigilancia	Políticas de renovaciones	Aplicaciones mixtas de productos	Política de seguimiento con peritos agrícolas
	Porcentaje de participación del mercado exportador (ProEcuador, 2013)	21.95%	8.45%	3.67%	8.81%

En Costa Rica las regulaciones sobre la fertilización y uso de agroquímicos están restringidas, la política está elaborada para reducir su uso en un 25% en 10 años, debiendo muestrear cada periodo para tomar decisiones en la corrección de elementos nutritivos (Soto, 2011). En Ecuador los protocolos se aplican de forma empírica y desmedido, sin embargo, existen productos con mayor eficiencia debida a incentiva la masa radicular con absorción fertilizada de fósforo.

Para este caso de estudio, las categorías de análisis sustentan aspectos concernientes a infraestructura física y actividades de labores culturales para elaborar la propuesta del protocolo de fertilización, enfocado al control de nematodos estimulando la masa radicular

partir de fertilización fosfatada balanceada. Protocolo anual que se enfoca en aplicaciones fosfatadas que permitirá maximizar producciones futuras.

Las unidades de análisis están basadas en la interpretación adecuada de análisis de suelos, responsable de la nutrición proporcionada por los productores bananeros. Las técnicas de análisis serán mediante la valoración cualitativa realizada mediante un estudio que proporcione una descripción y valoración cualitativa de la situación y comportamiento del cultivo con nematodos.

Debido a esto es necesario valorar cualitativamente la interpretación de análisis de suelos.

Tabla 3. Observaciones y soluciones propuestas al manejo administrativo

Categoría	Dimensión	Ecuador	Soluciones propuestas		
			Costa Rica	Honduras	Colombia
Criterios administrativos	Protocolos de uso de microorganismos biológicos	No se utilizan para controlar nematodos	Bioproductos y agroquímicos	Bioproductos bioestimuladores (Micorrizas)	Antagonistas (Tricodermas, Bacillus, etc)
	Bodega Agroquímicos	Aplicaciones ilícitas	Regulación y uso restringido	Aplicaciones no controladas	Aplicaciones mixtas restringidas
	Bodega de fertilizantes	Retrasos en compras	Cronogramas y protocolos de gestión administrativos	Optimización de recursos	Utilización mixta de fertilizantes
	Estrés laboral	Personal de aplicación inestable	Políticas de control interno	No existen datos	Relacionados con presión de cumplimiento

Tabla 4. Observaciones y soluciones propuestas a criterios ambientales

Categoría	Dimensión	Ecuador	Soluciones propuestas		
			Costa Rica	Honduras	Colombia
Criterios ambientales	Oxigenación suelo y agua	Compactación del suelo uso de maquinaria removedora de suelo	Maquinaria y remoción manual	Trinchado manual	No definido
	Nutrientes y clima	Aplicaciones excesivas producen contaminación de suelos y afluentes hídricos	Aplicaciones de insumos solubles	Aplicaciones específicas	Perdidas por condiciones ambientales contaminando el agua
	pH, temperatura	Bloqueo de nutrientes	Enmiendas y Materia orgánica	Encalado	Ácidos húmicos y agroquímicos
	Recomendaciones técnicas	Dosis óptimas y eficiencia de productos dudosas	Regido por políticas de extensión agrícola	Regido por políticas de extensión agrícola	Profesional a cargo con asesoría pública

Resultados

Estos resultados constituyen diversas observaciones de las condiciones de los países productores de banano, la propuesta de creación de un protocolo de fertilización resulta un esfuerzo de varios componentes de análisis, donde se integran varias ciencias tales como: la Fitopatología, Fisiología, Edafología, Agro meteorología, Biotecnología y la Extensión Agrícola entre otras, que permiten conocer un poco más las interacciones entre las variables agronómicas, sobre todo en Ecuador por ser el principal exportador de esta fruta para este criterio se observó posibles soluciones planteados en tabla 2 (López, 2011).

Se analizaron y compararon las recomendaciones respecto a tres dimensiones consideradas importantes:

el uso de microorganismos biológicos, agroquímicos, fertilización y estrés laboral, revisar la tabla 3.

En Costa Rica, la toma de decisiones adecuada en el cultivo de banano, hace llegar a óptimos rendimientos productivos, mayores en producción por hectárea debido a la renovación cada 7 años (Soto, 2011). Sin embargo, la herramienta biotecnológica nos muestra cada día, un mundo aún desconocido, en cuanto a las plantas del género *Musa* (banano y plátano) parasitadas con nematodos, atribuyen una restricción severa en la productividad, según Roderick (2012), sostiene que existen nuevos modos de acción de defensa contra nematodos.

El personal debe estar capacitado en la cadena de producción como parte de un todo, entendiendo por

Tabla 5. Observaciones y soluciones propuestas para el manejo de productos

Categoría	Dimensión	Ecuador	Soluciones propuestas		
			Costa Rica	Honduras	Colombia
Criterios del manejo de productos	Resistencia a plagas y enfermedades	Dosis excesivas costos elevados de renovación y variaciones ambientales	Renovaciones cada 7 años	Renovaciones cada 10 a 12 años	No existen políticas de renovación
	Dosificación	Falta de fraccionamiento por textura	Dosificación por estado fisiológico de crecimiento	Eficiencia en la aplicación de productos solubles	Dosificación mixta orgánicos y convencionales

Tabla 6. Observaciones y soluciones propuestas para el criterio de diagnóstico

Categoría	Dimensión	Ecuador	Soluciones propuestas		
			Costa Rica	Honduras	Colombia
Criterios de diagnóstico	Análisis	Falta de protocolos adecuados	Análisis y entidades de control	Transparencia en el proceso	Protocolos estandarizados
	Interpretación	No confiable	Control de calidad de equipos	Confiabilidad absoluta	Asesoría pública o privada como política de siembra

ejemplo en estudios realizados en Marruecos, se asegura que las interacciones bióticas y abióticas afectan a los nematodos y a la planta de banano en su desarrollo. Desde 2004 se está trabajando en buscar plantas resistentes a nematodos para estar preparados ante ataques masivos hacia los cultivos (Guedira, 2004). Esta categoría considera las prácticas inadecuadas que provocan efectos negativos al medio ambiente tiene que ver con los niveles de afectación, oxígeno en el suelo y agua, nutrientes, pH y recomendaciones técnicas (Tabla 4), las que pueden causar graves impactos como eutrofización de lagos subterráneos, desnitrificación de suelos y acumulación de metales pesados.

Se analizaron y compararon de acuerdo a las recomendaciones de resistencia a las plagas, enfermedades y dosificación de productos aplicados en el tiempo (Tabla 5), oportuno afectan al ser humano y el ambiente debido a los residuos de sustancias peligrosas con alto poder cancerígeno y por consiguiente se propusieron propuestas para el manejo de producto desarrollados en Ecuador.

Mientras tanto en Honduras, realizar diagnósticos preventivos (Tabla 6), en raíces es una alternativa, para también incrementando la masa radicular con

una fertilización edáfica de buena calidad, soluble y de asimilación rápida, un ejemplo claro es el Fósforo se mueve por difusión en el suelo el movimiento en menor que el Nitrógeno y Potasio, existen suelos en el que puede estar bloqueado por moléculas de Hierro, recordemos que el Fósforo forma parte fundamental de la molécula de adenosina trifosfato (ATP) la cual brinda energía a las funciones vitales de las plantas (INPOFOS, 1997).

La propuesta constituye una parte fundamental en el desarrollo agroindustrial bananero, se origina por la necesidad de una correcta aplicación de fertilizantes y agroquímicos, para controlar nematodos aumentando la masa radicular, además para que el personal involucrado tome medidas para disminuir riesgos a la salud y el medio ambiente, el protocolo de fertilización comprende 10 pasos.

1. Realizar análisis de suelo, hojas y raíces (Cada 6 meses).
2. Interpretar e Identificar el requerimiento del cultivo por elementos poniendo énfasis en el fósforo (Especialista en nutrición).
3. Elaborar un plan de fertilización anual con todos sus requerimientos técnicos
4. Identificar el fertilizante comercial (Mezcla física o química).

5. Observar la capacidad de campo, pH y condiciones de labores culturales.
6. Clasificar el personal capacitado para esta labor (Dosificar los requerimientos por lotes utilizando dosificadores).
7. Observar condiciones climáticas antes de aplicar.
8. Prohibido traslape de aplicaciones de herbicidas y fertilizantes.
9. Aplicar de fertilizante con corona limpia, en media luna alrededor del hijo espada.
10. Realizar calicatas para observar estado de raíces (mínimo 3 al año).
11. Complementar con bioproductos (Micorrizas) para evitar el desgaste de suelo.

La densidad en la plantación es de 1450 plantas por hectárea en Ecuador, desglosado para cada mes con productos comerciales, teniendo en consideración lo que se encuentra en el suelo y lo que requiere para producir.

Conclusiones

La masa radicular se incrementa con las aplicaciones de productos fosfatados en todos los países productores de banano.

En Colombia y Costa Rica los niveles de productividad son mejores debido a su innovación y avances tecnológicos.

El protocolo de fertilización permitirá controlar a los nematodos permitiendo una producción sostenible del cultivo (convivencia).

La solución es aplicar un protocolo de fertilización acompañado de políticas de renovación que permita incrementar la productividad.

Recomendaciones

La industria bananera ecuatoriana debe revisar y modificar el sistema actual de producción de la fruta, con innovaciones tecnológicas.

Capacitar a productores bananeros sobre la adopción de protocolos para la fertilización enfocados en el fósforo para el control de nematodos, además de informar sobre la importancia de renovar las plantaciones.

Gestionar un protocolo de fertilización basados en análisis de suelos, foliares y de raíces.

Recomendar aplicaciones de bioproductos para complementar la aplicación del protocolo de fertilización.

Referencias

An R., Grewal PS. (2016). Comparative Analysis of *Xenorhabdus koppenhoeferi*. Gene Expression during

- Symbiotic Persistence in the Host Nematode, PLoS One. Álvarez, J. E., Juan, E. G. I. L., Sarmiento, H. O., & Castañeda, D. (2010). Desarrollo de un sistema experto para asistir el cálculo de las necesidades de fertilización de un cultivo de banano.
- Bao, Yong, J. Vetsch, S. Chen, and G. Randall. (2011). Manure and chemical fertilizer effect on soybean cyst nematode, nematode community, and crop yield in scn-suppressive and conducive soils, University of Minnesota Southern, 2010, Society of Nematologists 2011 Meeting, J Nematol.
- Araya M., Serrano E., Vargas A. (2011). Relación entre el contenido de nutrientes del suelo y raíces de Banano (*Musa AAA*) con el peso de raíces y número de nematodos.
- Bakry, F., Carreel, F., Jenny, C., & Horry, J. P. (2009). Genetic improvement of banana. In *Breeding plantation tree crops: tropical species* (pp. 3-50). Springer New York.
- Blackburn, Dana, D. Shapiro-Ilan, and B.J. Adams, (2011). The role of nutrition in the deterioration of biocontrol traits in *Photorhabdus luminescens*, Brigham Young University, Society of Nematologists 2011 Meetin, J Nematol.
- Daniel G., Fernández A., Liliana C. Mancipe G., Diana C., Fernández A. (2010). Intoxicación por Organofosforados, Universidad Militar Nueva granada, Scielo, Bogotá, Colombia.
- Delgado Párraga, A. (2013). Determinación del nivel crítico del nematodo *Helicotylenchus multicinctus* en plantas de Banano (*musa aaa*) y plátano (*Musa AAB*), establecidas en invernadero y área comercial.
- Dirk H., Theodore A., Michael B., Tom B., Andreas Buerkert, b Anna C., Dirk De W., David G., Christian H., Marco K., Maddula K., Christian M., Schubert. S., Richard A. Sikora, and Rony L., (2014). Phenalenone-type phytoalexins mediate resistance of banana plants (*Musa spp.*) to the burrowing nematode *Radopholus similis*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA.
- Dirección de Inteligencia Comercial. (DIC). (2013). Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (Pro Ecuador). (I. d. Ecuador), Ed.)
- Elsen A, Lens K, Nguyet DT, Broos S, Stoffelen R, De Waele D. (2001). Aseptic Culture Systems of *Radopholus similis* for In Vitro Assays on *Musa spp.* and *Arabidopsis thaliana*, J. Nematol.
- El Agro. (2012). Producciones de 2800 cajas por hectárea al año debido a renovaciones y usos de tecnologías más eficientes en los procesos de producción. Editor. Econ. Guido Macas Acosta. Guayaquil - Ecuador.
- Gallegos G., Cepeda M., Olayo R. (2003). Entomopatógenos, Pág. 99 - 106. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Gowen, S R., Queneherve P. (1990). Nematode Parasites of Banana s, Plantains and Abaca. I n Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Luc, M. Guedira A1, Rammah A, Triqui ZE, Chlyah H, Chlyah B, Haïcour R. (2004). Evaluation of the resistance to two nematodes: *Radopholus similis* and *Meloidogyne spp.* in four banana genotypes in Morocco. C R Biol.
- Guzmán O. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis*) del banano y plátano, Scielo.
- Ilg K., Siemens J., Kaupenjohann M. (2005). Colloidal and dissolved phosphorus in sandy soils as affected by phosphorus saturation, J. Environ. Qual.
- INPOFOS. (1997). Manual internacional de fertilidad de suelo. Quito: Ecuador.
- INIAP. (2000). Los Nematodos como agentes de enfermedades en plantas. Departamento Nacional de Protección Vegetal. Estación Experimental Pichilingue. Quevedo- Ecuador.
- INIAP. (2007). Informe anual sobre trabajos de fertilización. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador.
- ICA (1992). Fertilización en diversos cultivos, Instituto Colombiano Agropecuario Manual 25, Centro de

- investigaciones Tibaaitatá, - Colombia.
- Jansson, R. K., & Rabatin, S. (2011). Curative and Residual Efficacy of Injection Applications of Avermectins for Control of Plant-parasitic Nematodes on Banana. *Journal of Nematology*, 29(4S), 695-702.
- Jones JT, Haegeman A, Danchin EG, Gaur HS, Helder J, Jones MG, Kikuchi T, Manzanilla-López R, Palomares-Rius JE, Wesemael WM, Perry RN. (2013) Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Mol. Plant Pathol.*
- Kheiri A, Borhani A, Okhovat M, Pourjam E. (2002). Interaction between root lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and two species of Fusarium on growth and development of maple seedlings, *Biol Wet.*
- Koenning SR, Overstreet C, Noling JW, Donald PA, Becker JO, Fortnum BA., (1999). Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994, *J. Nematol.*
- Kokalis-Burelle N. (2015). *Pasteuria penetrans* for Control of *Meloidogyne incognita* on Tomato and Cucumber, and *M. arenaria* on Snapdragon. *J Nematol.*
- León M. (2007). Control de plagas y enfermedades en los cultivos, Grupo Latino Editores, Bogotá - Colombia.
- Li Y., Wang K., Xie H., Wang YT., Wang D., Xu C., Huang X., Wang D. (2015). A Nematode Calreticulin, Rs-CRT, Is a Key Effector in Reproduction and Pathogenicity of *Radopholus similis*. *PLoS One.*
- López J., Piedra A., Díez M., Regalado R, Brito E, Hernández Z, Figueredo M, Almendros G, Bello A. (2007). Evaluation of soil biodesinfestation with crop and garden residues in the control of root-knot nematodes populations, *Commun. Agric. Appl. Biol Sci.*
- López A., Vargas A., Espinoza y Vargas R. (2001). Síntomas de deficiencias nutricionales y otros desórdenes fisiológicos en el cultivo de banano (*Musa AAA*), Guía de campo. Instituto de la potasa y fósforo.
- Madrid Y. (2013). Usando SIG para modelar la respuesta de la productividad del cultivo de banano a las características químicas de suelos, Colombia. USFQ. Quito- Ecuador.
- Marín, D. H., Barker, K. R., Kaplan, D. T., Sutton, T. B., & Opperman, C. H. (1999). Aggressiveness and Damage Potential of Central American and Caribbean Populations of *Radopholus* spp. in Banana. *Journal of Nematology*, 31(4), 377-385.
- Marín D., Sutton T., Barker K. (2002). Diseminación de la banana en Latinoamérica y el Caribe y su relación con la presencia de *Radopholus similis*. Manejo integrado de plagas, Costa Rica.
- Mohammed A. Bart V., Cornelisse C., and Gerrit K. (2013). On the species status of the root-knot nematode *Meloidogyne ulmi* Palmisano & Ambrogioni, 2000 (Nematoda, Meloidogynidae), *Zookeys.*
- Mateille, T. (1990). Monoxenic Culture of Banana-Parasitic Nematodes on *Musa acuminata* cv. Poyo shoots. *Journal of Nematology*, 22(4), 608-611.
- Nevárez R. y Garner S. (2003). Efecto del Bokashi en dosis crecientes como depresivo de nematodos y como abono en el cultivo de banano. Universidad EARTH, Guácimo - Costa Rica.
- Nicky J. Atkinson and Peter E. Urwin. (2012). The interaction of plant biotic and abiotic genes to the field, *Darwin Review*, J. Experimental Botany
- Niu J., Liu P., Liu Q., Chen C., Guo Q., Yin J., Yang G., Jian H. (2016). Msp40 effector of root-knot nematode manipulates plant immunity to facilitate parasitism. *Sci Rep.*
- Núñez Pérez, C., Martinuz Guerrero, A. P., Menjivar Barahona, R. D., Cañizares Monteros, C. A., Meneses Hernández, A., Felde, A. P., & BB Altamirano Tinoco, M. A. (2006). Estudio de poblaciones de bacterias endofíticas de la rizosfera del banano para el biocontrol del nematodo barrenador *Radopholus similis*. (No. Thesis N972est). CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- Ochoa, S., & Sambrano, G. (2009). Efecto de la inoculación de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) sobre la absorción de nutrientes en banano y su relación con el nematodo *Radopholus similis*. Guácimo (CR): Universidad EARTH.
- O'Bannon J. H. and Tomerlin, A. T. (1971). Response of Citrus Seedlings to *Radopholus similis* in Two Soils, *J. Nematol.*
- Piedrahita, Ó. A. G. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. *Revista. Luna. azul*, 32, 137-153.
- Quénéhervé, P., Chabrier, C., Auwerkerken, A., Topart, P., Martiny, B., & Marie-Luce, S. (2006). Status of weeds as reservoirs of plant parasitic nematodes in banana fields in Martinique. *Crop protection*, 25(8), 860-867.
- Rada, P. P. A., Ariza, H. A., Barrios, I. T. B., Tovar, C. E. N., & López, I. E. R. (2005). Aprovechamiento del raquis del banano y otros residuos biodegradables como fertilizantes orgánicos en el cultivo de esta fruta.
- Radwan M., Abu-Elamayem M., Kassem S., El-Maadawy E. (2006). Soil amendment with dried weed leaves as non-chemical approach for the management of *Meloidogyne incognita* infecting tomato, *Commun. Agric. Appl. Biol Sci.*
- Rich, J. R., Hodge, C. H. (1990). Eficacia de Nematicidas fumigantes selestos y fenamifos para el manejo de *Meloidogyne javanica* en tabaco cultivado en Florida, Universidad de Florida USA, *Nematropica* Vol. 20, No. 2.
- Roderick H., Tripathi L, Babirye A, Wang D, Tripathi J, Urwin PE, Atkinson HJ. (2012). Generation of transgenic plantain (*Musa* spp.) with resistance to plant pathogenic nematodes. *Mol Plant Pathol.*
- Roderick H, Mbiru E, Coyne D, Tripathi L, Atkinson HJ. (2012). Quantitative digital imaging of banana growth suppression by plant parasitic nematodes, *PLoS One.*
- Rodríguez Morales, A. (2014). Evaluación del efecto de cepas nativas de *Bacillus* sp, aisladas de un suelo supresivo a nematodos, sobre el nematodo barrenador banano, *Radopholus similis* (thorne), y el crecimiento de plantas de banano (*Musa AAA*) bajo condiciones de vivero.
- Saeedizadeh A, Kheiri A, Okhovat M, Hoseinejad A., (2003). Study on interaction between root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and wilt fungus *Verticillium dahliae* on olive seedlings in greenhouse, *Commun. Agric. Appl. Biol Sci.*
- Saeedizadeh A, Kheiri A, Okhovat SM, Zad J. (2005). Study on infection symptoms of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on the stem of the tomato seedlings in greenhouse. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*
- Smith GS, Kaplan DT. (1988). Influence of mycorrhizal fungus, phosphorus, and burrowing nematode interactions on growth of rough lemon citrus seedlings, *J Nematol.*
- Soto M. (2011). Situación y avances tecnológicos en la producción bananera mundial. Costa Rica.
- Torrado-Jaime, M., & Castaño-Zapata, J. (2009). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 237-244.
- Triviño C., Velasco L. (1995). Muestreo de raíces de banano para análisis nematológico, INIAP, Quito- Ecuador.
- Wang Y., Mao Z., Yan J., Cheng X., Liu F., Xiao L., Dai L., Luo F., Xie B. (2015). Identification of MicroRNAs in *Meloidogyne incognita* Using Deep Sequencing, *PLoS One.*
- Wehner TC, Walters SA, Barker KR. (1991). Resistance to Root-knot Nematodes in Cucumber and Horned Cucumber, *J Nematol.*
- Xiaoming Sun, Xiaoke Zhang, Shixiu Zhang, Guanhua Dai, Shijie Han, and Wenju Liang (2013). Soil Nematode Responses to Increases in Nitrogen Deposition and Precipitation in a Temperate Forest, *PLoS One.*
- Zhang Y., Wang Y., Xie F., Li C., Zhang B., Nichols RL., Pan X. (2016). Identification and characterization of microRNAs in the plant parasitic root-knot nematode *Meloidogyne incognita* using deep sequencing, *Funct. Integr. Genomics.*

Zhao Y, Liang XQ, Fu CD, Zhu SR, Zhang YX, Ji YJ. (2015).
Factors affecting activation and transference of soil
colloidal phosphorus and related analysis technologies,
Ying Yong Sheng Tai XueBao.

Normas para la publicación de artículos

“Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”

Guidelines for publishing articles

“Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”

La Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, es una revista científica-académica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Su objetivo es contribuir a la producción científica, su socialización y debate, en el ámbito de las Ciencias Naturales y Ambientales. La publicación es semestral en los meses de julio y diciembre.

Los autores pueden someter sus trabajos a la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, en español o inglés. Deben asumir los siguientes lineamientos, los artículos que no lo sigan serán rechazados o devueltos para que se realicen las correcciones pertinentes:

Tipos de artículos

1. La Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales publicará artículos sobre diversos aspectos de las Ciencias Naturales, pudiendo ser de cuatro tipos:

- De investigación, que reportan investigación básica original relacionada con los campos de las ciencias antes descritas, usando enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos.
- De revisión, que contribuyan al progreso de la producción de conocimiento en alguno de los campos de las ciencias antes descritas. Se trata de manuscritos orientados a sintetizar investigación científica previa, a discutir problemas metodológicos o conceptuales.
- De discusión, que contribuyan a la discusión de los diversos aspectos de las Ciencias antes descritas.
- De ensayo.

No se publicarán artículos que expresen exclusivamente opiniones, anécdotas o interpretaciones no fundamentadas.

Originalidad

2. Los trabajos deben ser originales e inéditos. No deben haber sido presentados en otra editorial simultáneamente.

Componentes de los escritos

3. La estructura de los documentos presentados contendrán los siguientes apartados:

a) Título

- b) Resumen
c) Palabras clave
d) Introducción
e) Materiales y métodos
f) Resultados
g) Discusión
h) Conclusiones
i) Recomendaciones
j) Referencias

4. El “Título” debe incluir la siguiente información:

- a) Título del artículo, éste debe estar en Español e Inglés.
b) Nombre completo del autor o de los autores; éste debe tener un sólo apellido, en caso de incluir el apellido materno los dos apellidos deben estar unidos con un guión, por ejemplo: Torres-Pinto.
c) Nombre y dirección completa de la institución, centro de estudio o trabajo actual a la que pertenece y posición que desempeña, incluyendo números telefónicos y correo electrónico.

Los datos personales facilitados por los autores a esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito.

5. El resumen debe estar escrito en español e inglés y no debe superar las 200 palabras. Éste debe resumir la información sobre el propósito, objetivos e hipótesis del trabajo, así como su procedimiento, resultados y conclusión.
6. Después del resumen se indicarán cuatro palabras clave en español e inglés, esas deben de estar escritas en orden alfabético según cada idioma. Con este fin se utilizará el Tesoro de la UNESCO (Consulte en: <http://databases.unesco.org/thesp/>).
7. Las referencias deben de incluirse todas y únicamente las publicaciones citadas en el texto.

Normas de estilo

8. Los trabajos deben ser compatibles con Microsoft Word. La extensión no debe superar las 7.000 palabras, incluyendo el título, el resumen, las referencias bibliográficas, tablas y figuras.
9. Deben estar configurados en formato A4, con letra Times New Roman de 12 puntos con interlineado de 1,5, a una columna, justificado al margen izquierdo.

* Correspondencia de la revista:

E-mail: revistacienciasnaturales@ug.edu.ec



10. Para la entrega del documento, las tablas y las figuras deben estar aparte del archivo, no incluido.
11. Las imágenes, las fotografías en blanco y negro deben tener una resolución mínima de 300 dpi, las fotografías a color deben tener una resolución mínima de 600 dpi y las ilustraciones o dibujos en blanco y negro deben tener una resolución de 1.200 dpi. en formato .jpg, .tiff, .raw o psd.
12. Las tablas deberán estar en excel o algún editor de hojas de cálculo.
13. Se recibirán un máximo de 5 figuras y 5 tablas por artículo, salvo resolución editorial para casos particulares.
14. Toda tabla y figura debe estar citado dentro del texto del manuscrito.
15. Las leyendas de las tabla o figuras, se deben colocar al final del documento, después de la bibliografía, debidamente numeradas.
16. Para la redacción de los trabajos los autores deberán apearse a las pautas del Manual de Estilo de Chicago de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Cuando se haga referencia de manera general a una obra, se escribirá el apellido del autor, el año de publicación y el número de página, dentro de un paréntesis: (Alberti, 2002), o en el caso de dos autores (Rodríguez y García: 1998); si son más de dos autores se anotará (Sánchez *et al.*, 2003).

En el caso de citar obras del mismo autor publicadas en el mismo año, esas se ordenarán alfabéticamente y se les distinguirá con una letra minúscula después del año: “La poesía no puede sacar partido del arrepentimiento, pues no bien se plantea este último, el escenario es interno” (Kierkegaard, 1992a)... “Un momento así exige tranquilidad, no debe ser perturbado por la reflexión” (Kierkegaard, 1992b). Se debe citar en orden cronológico.

La bibliografía debe estar escrita en el mismo sistema, ordenada alfabética y cronológicamente según corresponda. No usar mayúsculas continuas. Los apellidos y nombres de los autores deben estar completos, es decir, no deben anotarse solo abreviaturas. Como norma general, los títulos de libros se reseñarán en cursiva; y los títulos de artículos con tipografía normal; véanse los siguientes ejemplos:

Para revistas:

- Van Beusekom, C. F. 1971. Revision of *Meliosma* (Sabiaceae) section *Lorenzanea* excepted, living and fossil, geography and phylogeny. *Blumea* 19: 355-529.
- Johnson, L. A. S. & B. G. Briggs. 1975. On the Proteaceae: The evolution and classification of a southern family. *Bot. Jour. Linnean Soc.* 70:83-182.

Para libros:

- Holdridge, L. R. 1967. *Life zone ecology*. Edición revisada. Tropical Science. Center. San José, Costa Rica.

- Pennington, T. D. 1997. *The genus Inga, Botany*. The Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom.
- Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez. 1999. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: 1-1181.

Para series monográficas:

- Berg, C. C. 1998. Moraceae (excl. *Ficus*). *Flora of Ecuador* 60: 1-128.
- Henderson, A. 2000. *Bactris* (Palmae). *Flora Neotropica Monograph* 79: 1-181.

Para capítulos de libros:

- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica. En: L. D. Gómez (ed.). *Vegetación y clima de Costa Rica*. Vol. 2. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Herrera-MacBryde, O., T. R. Maldonado, V. Jiménez & K. Thomsen. 1997. Osa Península and Corcovado National Park Costa Rica. En: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.). *Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation* Vol. 3, World Wildlife Fund, International Conservation Union.

Para referencias a sitios web:

Para publicaciones disponibles en línea:

- Bestland, E. A. & G. Retallack. 1994. *Geology and paleoenvironments of the Clarno unit, John Day Fossil Beds National Monument, Oregon. Final report*. http://www.nps.gov/history/history/online_books/joda/besttland-retallack1/index.htm Consulta Agosto 2014.

Para publicaciones disponibles en línea que están en permanente actualización:

- Stevens, P. F. 2001, en adelante. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 [en actualización continua]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

Para páginas web de instituciones:

- The New York Botanical Garden (NYBG). Consulta 2010. *The C. V. Starr Virtual Herbarium* <http://sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp> The New York Botanical Garden, Bronx, New York.

En caso de haber dos o más publicaciones de un mismo autor:

- Cornejo, X. 2009. Two new species of *Pentagonia* (Rubiaceae, Hippotidae) from Colombia and Ecuador. *Novon* 19:25-31.
- . 2010. *Pentagonia lanciloba*: A new Rubiaceae (Hippotidae) from northwestern Ecuador. *Brittonia* 62:7-11.

En caso de haber dos o más publicaciones de un mismo autor y durante el mismo año, agregar un literal después del año:

Cornejo, X. & H. H. Iltis. 2008a. The reinstatement of *Cappariastrum* (Capparaceae). *Harvard Pap. Bot.* 13:229-236.

---- & ----. 2008b. A revision of the American species of the genus *Crateva* (Capparaceae). *Harvard Pap. Bot.* 13:121-135.

Proceso editorial

17. El documento recibido por el editor responsable pasa por dos procesos de selección:
 - a) El primero se lleva a cabo en el Consejo Editorial Interno, quien determinará la pertinencia y solvencia científica del manuscrito.
 - b) El segundo proceso lo realiza el Consejo Editorial Externo, según el sistema de revisión por pares (doble ciego). En el caso de resultados discrepantes se remitirán a un tercer dictamen, el cual será definitivo.
18. El Consejo Editorial notificará a los autores la decisión de los evaluadores en cuanto a la aceptación, solicitud de revisión o rechazo del artículo.
19. Si el artículo es aceptado para la publicación, los editores combinarán los comentarios de los revisores con sus propias observaciones editoriales y regresarán el manuscrito al autor principal para su revisión final. Para su aceptación final, el autor debe entonces realizar las correcciones y cambios necesarios. Usualmente el tiempo dado para los cambios no será mayor a dos semanas.
20. La coordinación editorial de la revista se reserva el derecho de hacer corrección de estilo y cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.
21. Una vez diagramado el texto, se enviará una prueba de composición del artículo para corregir errores y su aprobación. En este punto no será posible hacer cambios en el manuscrito, sino solamente corregir errores. El autor debe retornar la prueba de impresión a los editores máximo una semana después de haberla recibido.
22. Si un artículo es publicado en la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, el artículo será subido a la página web: <https://www.revistas.ug.edu.ec/index.php/cna>

Declaración de responsabilidad

23. Como parte del proceso de envío, se requiere que los autores indiquen si sus envíos cumplen con las siguientes indicaciones:
 - a. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación al Editor responsable).
 - b. El fichero enviado está en formato Microsoft Word o compatible, y no tiene una extensión superior a 7.000 palabras.
 - c. El texto tiene interlineado 1.5; el tamaño de fuente es 12 puntos y el tipo es Times New Roman; y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final.
 - d. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo de la norma Chicago.
 - e. La página "Título" incluye todos los datos identificativos de los autores.

Derechos de autor

24. Las obras que se publican en esta revista están sujetas a los siguientes términos:
 - a. El Servicio de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (la editorial) conserva los derechos patrimoniales (copyright - © 2015, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador) de las obras publicadas, y favorece y permite la reutilización de las mismas bajo la licencia de uso indicada en el literal b.
 - b. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales se publica en versión escrita bajo una licencia <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ec/>. Se pueden copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista e editorial); ii) no se usen para fines comerciales; iii) se mencione la existencia y especificaciones de esta licencia de uso.

Presentación

25. Los artículos deben ser enviados mediante archivos adjuntos al e-mail: revistacienciasnaturales@ug.edu.ec, con copia al editor responsable: carmenbonifaz@hotmail.com.

Contenidos de la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales Vol. 12(1)

Desembarque de tiburones en las pesquerías artesanales del Ecuador durante el 2012 / Shark's landing from the artisanal fisheries of Ecuador during 2012	8
..... Dialhy Coello, Marco Herrera... .	
Análisis de rипios de perforación para la caracterización litológica del Reservorio Arenisca 'T' de la Formación Napo Basal del Cretácico Temprano al Norte de la Cuenca Oriente / Analysis of well cuttings for lithological characterization of 'T' Sandstone Reservoir from Napo Basal Formation of Early Cretaceous to north of the Oriente Basin.....	19
..... Julio Zambrano-Dolvera.....	
Análisis comparativo sobre la incidencia de las tres principales enfermedades en el cacao CCN-51, en el cantón La Troncal, provincia del Cañar, Ecuad / Comparative analysis on the impact of three major diseases in the cocoa crop CCN-51, in La Troncal, Cañar province, Ecuador	30
.....Alejandro Gallardo, Leticia Abad, Alberto Alvarado... .	
Propuesta de un protocolo de fertilización como una estrategia para el control de nematodos en el cultivo de banano / Proposal of a protocol of fertilization as a strategy for the control of nematodes in banana crop	42
.....Mariela Izquierdo, Mónica Armas... .	
Normas para la publicación de artículos "Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales" / Guidelines for publishing articles "Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales"	