

Posibles factores que incidieron en la ocurrencia de incendios forestales en el Oriente Venezolano, durante la época seca de 2010

Possible factors that influenced the occurrence of forest fires in the Venezuelan East, during the 2010 dry season

JOSÉ RAFAEL LOZADA¹
y VÍCTOR HUGO MORALES²

¹ Grupo de Investigación Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Vía Chorros de Milla, 5101 Mérida, Venezuela, correo electrónico: jlozada@ula.ve
² Estudiante de la Maestría en Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias, Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, correo electrónico: victormorales@ula.ve

Recibido: 02-04-12 / Aceptado: 25-02-13

Resumen

Las plantaciones de Pino, en el oriente de Venezuela, se iniciaron hace 50 años y actualmente ocupan unas 530.000 ha. La zona presenta una precipitación media anual cercana a 1000 mm, con una época seca que va desde enero hasta abril. El objetivo de este trabajo es evaluar los factores que generan los incendios en estas plantaciones, haciendo énfasis en el evento de 2010 (año con efecto de El Niño). Durante 2008 y 2009 se presentaron las precipitaciones más bajas en 20 años, adicionalmente la precipitación febrero-marzo (P-FM) de 2010 fue apenas de 3,1 mm. Estos factores, sumados a otros como la temperatura, el viento y las actividades antrópicas, crearon las condiciones para generar uno de los incendios más devastadores de la historia, el cual afectó una superficie superior a 26.000 ha. Los análisis estadísticos indican que la P-FM explica un 81% de la variación total en la superficie quemada cada año. Por lo tanto, independientemente de las acciones que se tomen, la baja P-FM genera alta incidencia de fuego. El problema se agrava por la existencia de "conucos" (sistemas agrícolas de tumba y quema) que constituyen la principal fuente de focos de incendios. Se concluye que el esfuerzo concentrado en la supresión probablemente no ha sido la estrategia más adecuada para esta región. Debería iniciarse inmediatamente un programa de investigación orientado a determinar los parámetros de quemas prescritas, que pueden constituir un medio más económico y eficaz para minimizar los graves efectos del fuego en estos proyectos.

Palabras clave: *Pinus caribaea*, El Niño, plantaciones forestales.

Abstract

The Pine plantations, in the east of Venezuela, began 50 years ago and at the moment occupy some 530.000 ha. The area presents an annual precipitation near to 1000 mm, with a dry season that goes from January to April. The objective of this work is to evaluate the factors that produce fires in these plantations, making emphasis in the 2010 event (El Niño year). Throughout 2008 and 2009 there were the lowest precipitations in 20 years, additionally the february-march precipitation (P-FM) of 2010 was scarcely of 3.1 mm. These factors, added to others as the temperature, the wind and the anthropogenic activities, created the conditions to generate one of the most devastating fires in the history, which affected a surface larger than 26.000 ha. The statistical analyses indicate that P-FM explains 81% of the total variation in the burned surface every year. Therefore, independently of the undertaken actions, the low P-FM generates high fire incidence. The trouble is increased by the "conucos" existence (agricultural slash and burn systems) that constitute the main source of fire origin. We conclude that the concentrated effort in the suppression perhaps has not been the most appropriate strategy for this region. Immediately it should begin a research program guided to determine the parameters of prescribed burns that can constitute a more economic and more effective way to minimize the serious effects of the fire in these projects.

Key words: *Pinus caribaea*, El Niño, forest plantations.

1. Introducción

A través de la historia el fuego ha sido un elemento utilizado por el ser humano en labores agrícolas y forestales. Los indígenas de América utilizaron el fuego para reducir la tupida vegetación, para mejorar el ambiente para la fauna silvestre, para favore-

cer la caza y para crear aperturas para sus cultivos (Long, 2006).

El fuego es un elemento que ha estado presente desde siempre en los ecosistemas de forma natural, contribuyendo a definir la vegetación existente. En ecosistemas de chaparrales mexicanos, algunas especies cuentan con tubérculos y

cortezas gruesas que les permiten sobrevivir a los incendios (Orozco y Santana, 2007). En sabanas y arbustales de Brasil se han reportado adaptaciones como mecanismos de floración estimulados por el fuego, órganos de almacenamiento subterráneos y alta capacidad de rebrote que permiten la supervivencia de las plantas después de ser afectadas por los incendios; en todo caso, el fuego reduce el éxito de la reproducción sexual por la destrucción de los órganos reproductivos y las semillas, conduciendo a que sea más efectiva la reproducción vegetativa (Hoffmann, 1998; Bond y Parr, 2010).

Sin embargo, el fuego genera impactos sobre los ecosistemas que amenazan su funcionamiento. Durante un incendio forestal la temperatura de la superficie del suelo puede alcanzar a 900°C; el efecto inmediato es la pérdida de la humedad en el suelo, lo que disminuye la conductividad eléctrica afectando la capacidad de intercambio catiónico y los ciclos de algunos elementos, por lo que idealmente la temperatura en el suelo no debería pasar los 150°C (De Bano, 1981). Christensen *et al.* (1989) reportan que después de un incendio en un chaparral donde la materia orgánica fue expuesta a 700°C, el equivalente al 38% de la misma se volatilizó. La pérdida de nutrientes va a depender de la temperatura; a 200°C se volatiliza el nitrógeno y el fósforo, a 500°C se comienzan a evaporar el potasio y el calcio (Ice *et al.*, 2004). Los elementos metálicos como el calcio, el potasio y el magnesio comúnmente se oxidan, lo que los vuelve más solubles. Esto causa pérdida de nutrientes cuando llueve, durante la percolación o escorrentía (Ice *et al.*, 2004).

La fauna silvestre sufre intensamente los efectos del fuego. Las especies con menor movilidad son las que más se ven afectadas, mientras que los demás animales probablemente escaparán del incendio y se refugiarán en zonas cercanas, donde su presencia, inevitablemente, causará alteraciones en el equilibrio ecológico. La recolonización de las zonas quemadas es difícil, porque el fuego destruye los hábitats, eliminando fuentes de alimento y refugio. Por ello, la fauna que se instale en estas zonas será diferente a la que existía anteriormente, y estará integrada por especies mejor adaptadas a los ambientes abiertos y de vegetación pionera que crea el fuego. En el Amazonas Brasileiro, Barlow y Peres (2004) encontraron que los grandes primates frugívoros y los ungulados estaban ausentes 5 meses después de un incendio; detectaron un uso

ocasional de estas áreas (a los 3 años) por parte de *Tapirus terrestris* y *Mazama americana*; las aves mostraron una recuperación más rápida, a los 3 años presentaban una riqueza específica de 49,4 ligeramente superior al valor de áreas no quemadas (43,3); sin embargo, estos autores reiteran que dominan las especies de aves asociadas con hábitats secundarios. Por otro lado, las quemaduras frecuentes de los llanos y praderas naturales mejoran la calidad y la cantidad del forraje disponible para la fauna silvestre y el ganado y son menos dañinos que las quemaduras poco frecuentes y más fuertes. Las quemaduras prescritas a intervalos de dos a cuatro años son utilizadas para aumentar la diversidad de comida para los animales, el abrigo o escondite y mejorar los paisajes (Long, 2006).

A nivel global los incendios forestales son una fuente de emisión significativa de gases con efecto invernadero y de partículas hacia la atmósfera que alcanzan grandes distancias (Lighty *et al.*, 2000). Por ejemplo, las altas concentraciones de partículas en el oeste de los Estados Unidos durante el verano de 1998 fueron causados por los incendios forestales ocurridos en México en los meses precedentes que manifestaron el efecto de El Niño (Husar *et al.*, 2000).

De acuerdo a su origen, los incendios se clasifican en naturales y artificiales. Los naturales son provocados por los rayos, las erupciones volcánicas, la producción de chispas durante un choque de rocas y la combustión espontánea de compuestos volátiles e inflamables despedidos por ciertas plantas en las horas de mayor calor y en condiciones de extrema sequía (ej: pino). Por su parte, los artificiales están asociados con las actividades humanas, entre las que se encuentran las chispas producidas por los ferrocarriles, las hogueras, los fumadores, la quema no controlada de desechos, la realizada con fines agropecuarios o forestales y los incendios intencionales, que representan hasta un 95% de los casos reportados. Relacionados indirectamente con las actividades humanas, también están los producidos por la combustión espontánea de materiales de desecho domésticos e industriales, los ocasionados por la introducción de especies exóticas pirófilas que necesitan o se benefician de los efectos del fuego (ej: eucaliptos y pinos) y los que se originan por la concentración de energía solar sobre los objetos de vidrios depositados en zonas naturales (Orozco y Santana, 2007; Ladrach, 2009).

La extensión e intensidad de un incendio forestal depende directamente de variables como las condiciones meteorológicas, el tipo de vegetación involucrada, al nivel de humedad relativa y la carga de combustible por unidad de área. Por lo tanto, se puede decir que las plantaciones forestales están más sujetas a un incendio forestal que otro tipo de cobertura vegetal más heterogénea. Esta alta probabilidad se debe básicamente a la homogeneidad del material vegetal presente y a condiciones ambientales que pueden crear condiciones de sequedad idóneas para la propagación del fuego (De Las Heras *et al.*, 1991).

Cerca de un dos por ciento de la superficie forestal mundial se ve significativamente afectada cada año por los incendios forestales. La destrucción de bosques e infraestructuras y la lucha contra los incendios cuestan cada año miles de millones de dólares. En el año 2000 se quemaron más de 350 millones de hectáreas de bosques, una superficie igual a la de la India. En general, en los últimos 20 años ha ocurrido un efecto combinado de sequías ocasionadas por El Niño y cambios en el uso de la tierra que ha incrementado la frecuencia y extensión de los incendios forestales en las zonas tropicales (Barlow y Peres, 2004; Conafor, 2007; FAO, 2009 y 2010).

Tomando en consideración lo antes expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los elementos que influyen en la ocurrencia de incendios en las plantaciones de Pino Caribe del oriente de Venezuela, haciendo énfasis en el evento de 2010.

2. Las plantaciones forestales del oriente de Venezuela

Este proyecto se inició de manera experimental en 1961, en Maturín (estado Monagas), por parte del Ministerio de Agricultura y Cría. En 1968 comenzó la plantación a gran escala en Uverito (estado Monagas), por parte de la Corporación Venezolana de Guayana. El objetivo inicial era disponer de materia prima para autoabastecer la industria de pulpa para papel y la especie seleccionada fue *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Sin embargo, no se había construido una fábrica de papel y en 1989 se inició el corte de madera destinada al aserrío (Paredes, 1991).

En la actualidad, la empresa estatal Maderas del Orinoco C.A. (antigua Proforca) administra un total aproximado de 430.000 ha, distribuidas en un territorio aproximado de dos millones de hectáreas. Por su parte, la empresa privada Masisa maneja unas 100.000 ha.

La madera generada por los lotes que se aprovechan es clasificada. Las secciones más gruesas se destinan al aserrío y las más delgadas a tableros MDF y pulpa para papel (esta última a cargo de empresas privadas, del centro del País). En 2010, se inició la construcción de una gran planta de papel a cargo de la empresa pública Pulpaca.

3. Área de estudio

El área ocupada por las plantaciones de Pino se encuentra entre los estados Anzoátegui y Monagas (Figura 1). Está clasificada como Bosque Seco o Bosque Muy Seco Tropical. Según Lugo (2000) las precipitaciones varían entre 940 y 1140 mm/año y la temperatura media anual es 26,3°C; el régimen es unimodal con un período seco entre enero y abril, la precipitación en marzo oscila alrededor de 20 mm y en junio está entre 160 y 210 mm.

En general los suelos son arenosos, con muy baja fertilidad, alta concentración de sesquióxidos de hierro y de aluminio, bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico, baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo, pH ácido a extremadamente ácido (Lugo, 2000).

El ecosistema natural está dominado por sabanas y chaparrales con *Trachypogon plumosus* (paja pelúa), *Curatella americana* (chaparro), *Byrsonima crassifolia* (chaparro manteco) y *Bowdichia virgilioides* (alcornoque); también hay bosques riparios donde domina *Mauritia flexuosa* (palma moriche) que forma los llamados “morichales” (Lugo, 2000).

Entre las características ecológicas conviene destacar el comportamiento de la temperatura y de la precipitación (Figura 2). El climadiagrama muestra que hay déficit hídrico desde enero hasta abril y el mes más seco es abril.

Sin embargo, hay variaciones anuales importantes. En la figura 3 se presenta la precipitación en el periodo 1991-2010. Los años con menor precipitación fueron 1992, 1994, 1995, 2001, 2008 y 2009; los dos últimos son los más secos en 20 años y es probable que esto haya influido en los incendios

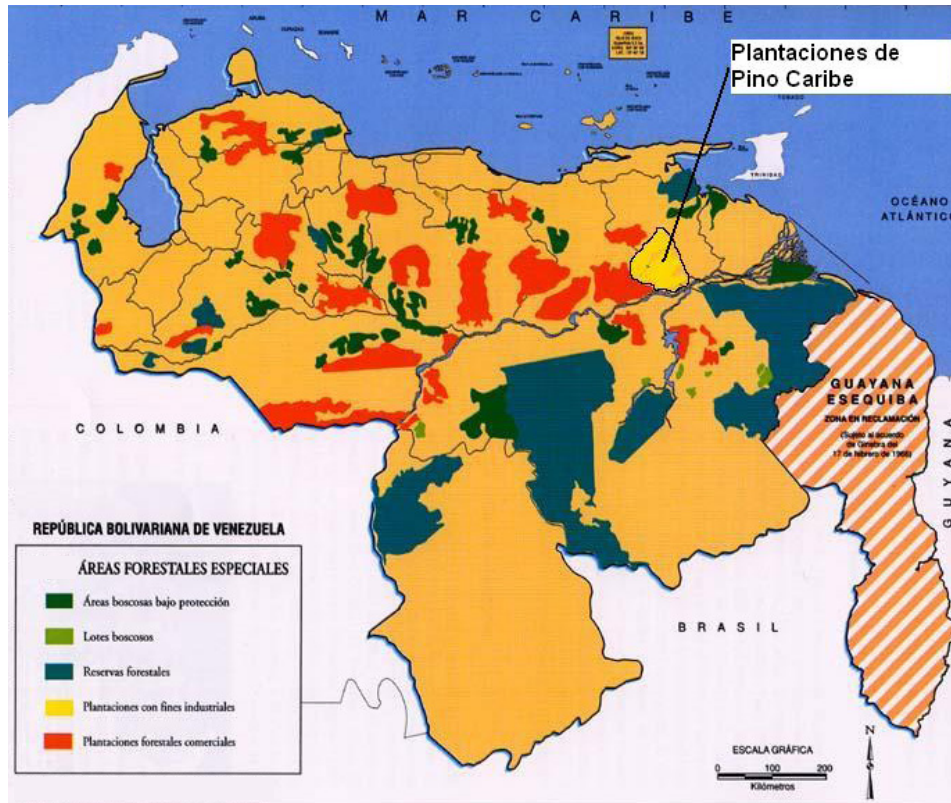


Figura 1. Ubicación de las plantaciones en el oriente de Venezuela (adaptado de Marn, 2001).

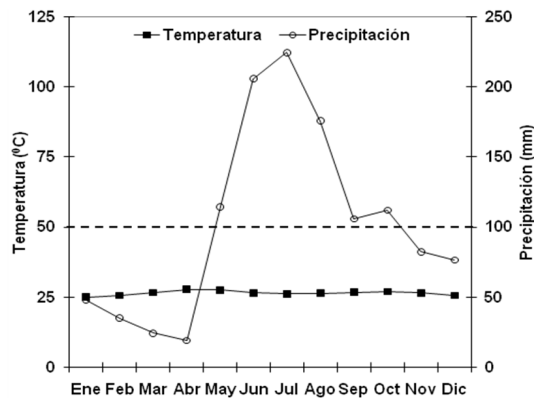


Figura 2. Climadiagrama del área de estudio (elaborado con datos proporcionados por Proforca y Masisa, período 1991-2010).

de 2010. Se consideró la posibilidad de que este comportamiento de la precipitación tuviera alguna relación con El Niño; este fenómeno puede ocurrir con intervalos entre tres y ocho años (Strahler, 2005) y con una duración entre 12 y 18 meses (Guevara, 2006). Pero, Rojas *et al.* (2010) indican que en la zona de estas plantaciones no existe una alta probabilidad de ocurrencia de un año seco como consecuencia de un año Niño, excepto en los años

en que este fenómeno es particularmente intenso. Este argumento se confirma con los datos de Noaa (2011) los cuales indican que, para el período considerado, El Niño se ha producido en los años 1992, 1995, 1998, 2003 y 2010; el efecto de 2010 es el más severo de los últimos 60 años (Figura 4). Pero 2010 no tuvo una precipitación total extremadamente baja y el efecto de El Niño debe haber tenido su mayor incidencia en el período de sequía de ese año.

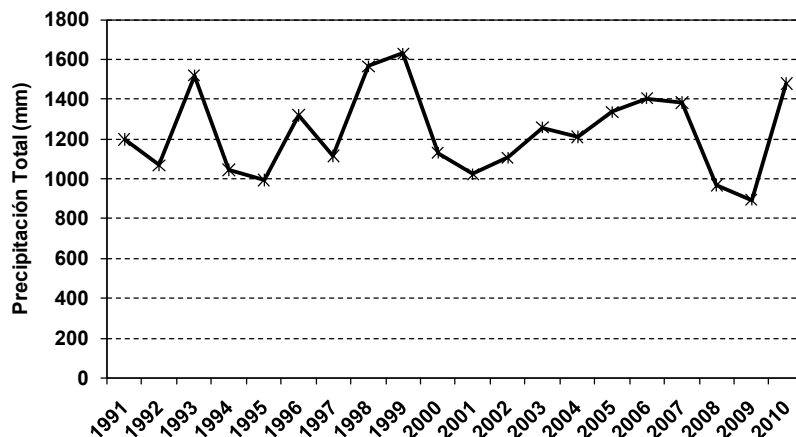


Figura 3. Precipitaciones en el período 1991-2010. (Fuente: Estación Meteorológica El Meroy-Proforca).

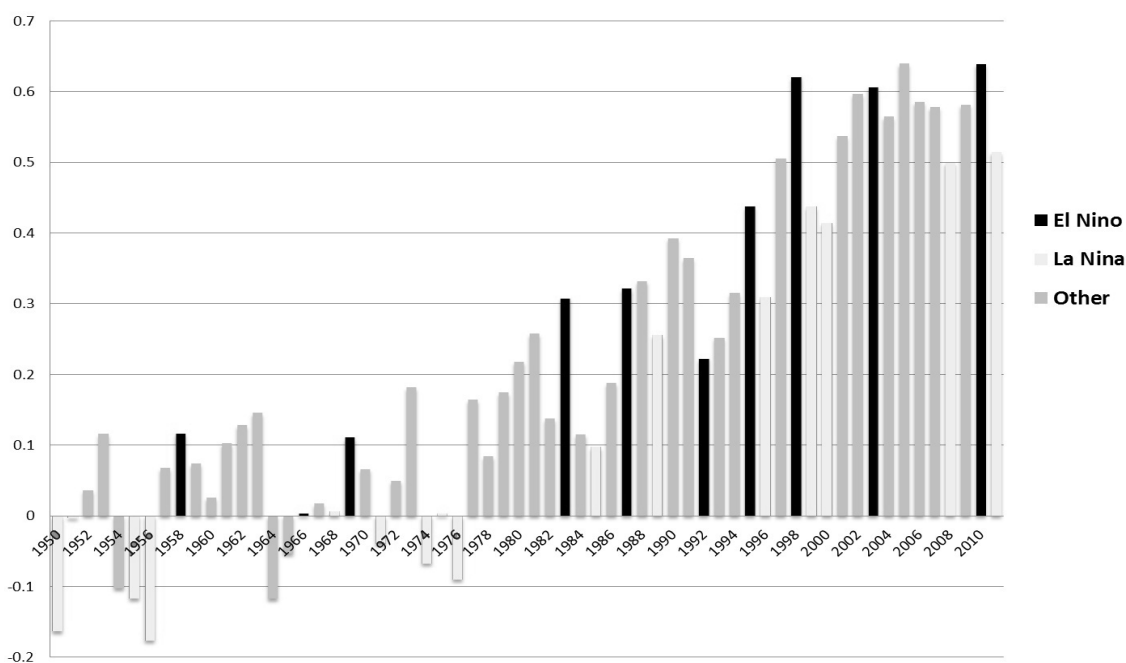


Figura 4. Ocurrencia de El Niño y La Niña en el período 1950-2011. (Fuente: NOAA, 2011).

4. Ocurrencia de los incendios

Se espera que en los años en que se reducen las precipitaciones ocurra un aumento en la incidencia de los incendios. Pero, la figura 5 muestra que esta relación no es muy precisa. La superficie quemada cada año fue estimada a partir de imágenes de satélite y chequeos de campo realizados por Masisa y Proforca. El evento de 2010 hace pensar que la precipitación total anual no es el elemento más apropiado para explicar la ocurrencia de incendios. En estos suelos arenosos, la humedad aportada por

las lluvias no se retiene más que unos pocos días. La época seca (enero-abril) sí sería determinante debido a la disminución de la humedad relativa, el incremento en la radiación solar, la temperatura y la velocidad del viento. Adicionalmente, en un año calendario determinado, la mayor parte de las precipitaciones ocurren entre mayo y diciembre y eso no tiene efecto alguno en los incendios que se producen mayormente en la época seca de ese mismo año (enero-abril).

La figura 6 muestra una mejor correspondencia cuando se evalúa la ocurrencia de incendios

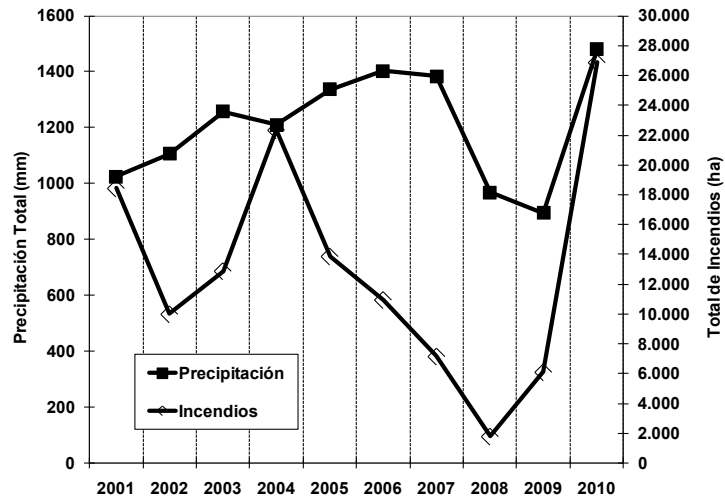


Figura 5. Relación entre las precipitaciones y los incendios en el período 2001-2010 (datos proporcionados por Proforca y Masisa).

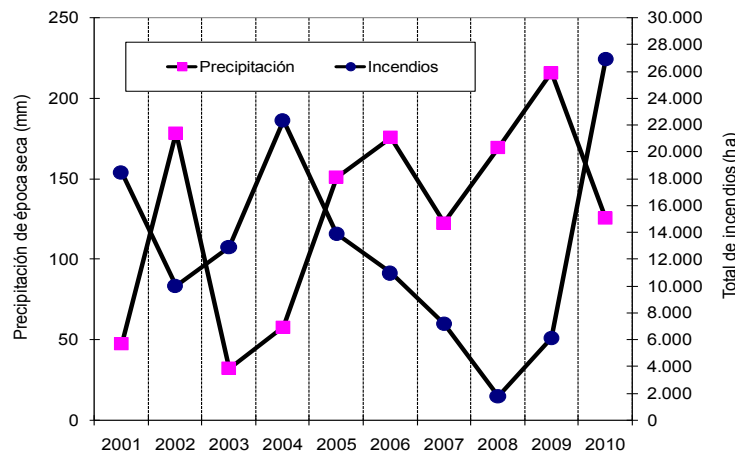


Figura 6. Relación entre la precipitación de época seca (enero-abril) y la ocurrencia de incendios (datos suministrados por Masisa y Proforca).

con respecto a la precipitación de época seca (período enero-abril). Las curvas tienden a ir opuestas, algunos de los años con mayor superficie de incendios (2001, 2004 y 2010) presentaron algunas de las temporadas más secas del período.

De acuerdo a la figura 6 existe una obvia correlación negativa entre precipitación e incendios. Pero estos aspectos pueden ser analizados con mayor detalle. La figura 7 muestra la relación entre incendios y precipitación de febrero-marzo. Existe algo de dispersión de la nube de puntos, pero $R^2 = 0,81$. Eso es bastante aceptable. Significa que 81% de la variación total en la superficie quemada está explicada por o se debe a la variación en la precipitación

febrero-marzo. De hecho, éstos han sido los meses más secos de los últimos 10 años. En el año 2010 su precipitación bajó a apenas 3,1 mm y tal vez esto fue determinante para la quema de 26.900 ha.

5. Factores de riesgo y condiciones de la época seca 2010

La empresa Masisa ha establecido un sistema para calcular un Índice de Peligrosidad - IP (Cuadro 1). Con este método se toman decisiones para la movilización de recursos humanos y maquinarias, destinados a la prevención y combate de incendios.

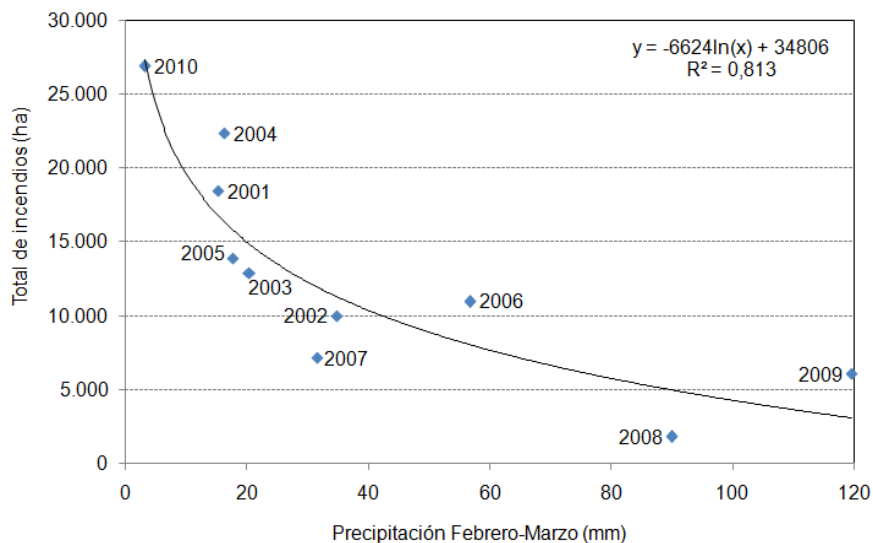


Figura 7. Relación entre la precipitación febrero-marzo y la incidencia de incendios.

Cuadro 1. Elementos considerados para el cálculo del índice de peligrosidad-IP. (Fuente: Masisa).

Temperatura (T, °C)	Valor (T)	Humedad Relativa (Hr, %)	Valor (Hr)
< 26	1	> 60	1
26 – 30	2	50 – 60	2
> 30	3	< 50	3
Velocidad del Viento (VV, km/h)	Valor (VV)	Días sin Lluvia (DSLL)	Valor (DSLL)
< 5	1	0 a 10	1
5 – 12	2	11 a 24	2
> 12	3	> 25	3
Índice de peligrosidad (IP) IP= T+Hr+VV+DSLL	Bajo	< 5	
	Medio	6 – 9	
	Alto	> 10	

El evento de fuego más importante en 2010 ocurrió el 31 de marzo y afectó más de 20.000 ha. Ese día se registraron valores de temperatura de 40°C, humedad relativa de 34%, velocidad del viento de 40 km/h y un record histórico de 90 días sin lluvia. Al calcular el Índice de Peligrosidad (Cuadro 1), resultó el valor más alto posible IP=12. Realmente hubo dos incendios, uno a las 8:40 am y el segundo a las 11:45 am (Figura 8). El primero se generó dentro de un rodal de Proforca, luego sobrepasó el cortafuego y tuvo su mayor impacto en áreas de Masisa. El segundo tuvo su origen en el descuido de un conuquero en el lindero este de las plantaciones de Masisa. Las temperaturas altas, la baja humedad relativa en la plantación y la velocidad del viento, influyeron en la propagación vertiginosa y en el movimiento de pavesas (partículas incandes-

centes que se desprenden y son trasladadas por el viento) que propagaron el fuego centenas de metros más adelante. Se detectó que hubo pavesas que traspasaron una distancia mayor a 800 m, volando por encima de un cortafuego y de la carretera nacional que conduce al poblado de Soledad.

6. Causas que generan los incendios en las plantaciones de pino

De acuerdo a los registros de Masisa y Proforca, más del 95% de los incendios tienen origen antrópico. En muchos casos, el fuego se inicia por actividades en los conucos, donde se practican quemas para preparar la tierra antes de la siembra. La figura 9 muestra que una gran proporción de los focos

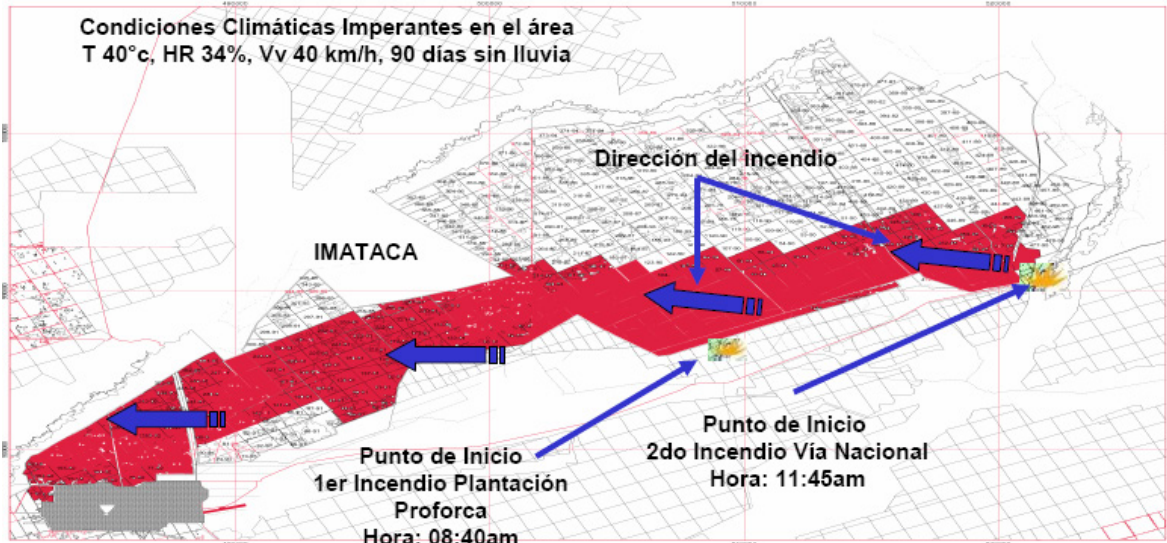


Figura 8. Origen y desplazamiento de los incendios ocurridos el 31/03/2010. (Fuente: Masisa).

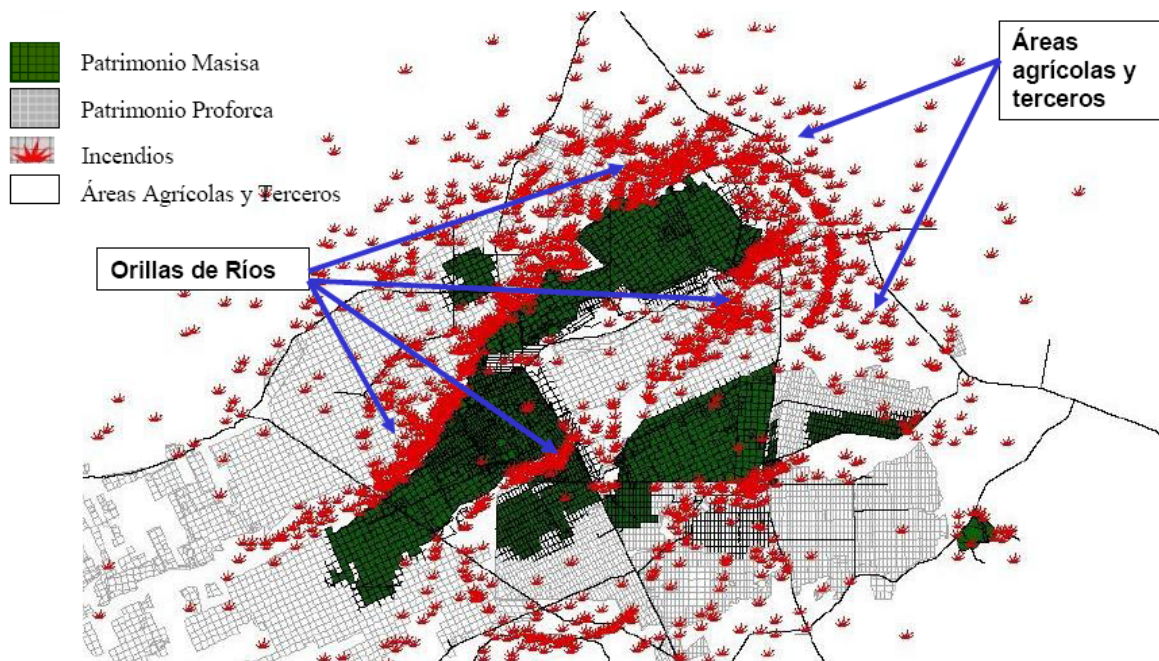


Figura 9. Focos de incendios periodo 2006-2010. (Fuente: Masisa).

de incendios están vinculados a las orillas del río Morichal Largo, que constituye el lindero norte de buena parte de las plantaciones de Masisa.

Un 99% de los focos de incendios ocurren “fuera” del patrimonio de Masisa. Se demuestra que hay eficiencia en los programas de prevención dentro de las áreas manejadas por esta Empresa, pero no hay ninguna influencia en los alrededores. Aunque las empresas realizan actividades conser-

vacionistas y de educación ambiental, no hay acciones por parte de los organismos del Estado. Hay un proyecto con más de 500.000 ha de plantaciones forestales promovido por el Gobierno y no hay absolutamente ninguna sanción para los responsables (intencionales o no) de las quemas que, en los últimos 10 años, han afectado más de 130.000 ha (un 25% de todo el proyecto ejecutado hasta el presente). La Ley Penal del Ambiente (República

de Venezuela, 1992) establece prisión de uno a seis años y multa de mil a seis mil días de salario mínimo para quienes provoquen incendios en cualquier cubierta de vegetación natural o creada por el hombre. La Ley de Bosques y Gestión Forestal (República Bolivariana de Venezuela, 2008) establece multas entre 7.000 y 10.000 unidades tributarias a quienes intencionalmente, por negligencia, imprudencia o impericia causen incendios forestales. Se desea destacar que existen las herramientas jurídicas para establecer las sanciones, pero hay una total ineficacia en las instituciones del Gobierno encargadas de hacer cumplir estas leyes.

La situación de los morichales es bastante irregular porque demuestra cómo los pobladores de la zona están destruyendo esos ecosistemas claves (Figura 10), que son esenciales como hábitat para la fauna y como sistema regulador del régimen hídrico. Además de constituir un riesgo para el proyecto de plantaciones más extenso del País, el establecimiento de conucos en estas áreas viola lo dispuesto en las “Normas para la Protección de Morichales” (Decreto No. 846, del 05/04/1990).

También se ha determinado que las actividades de esparcimiento, tales como la creación de fogatas para parrillas y “sancochos”, que se hacen en los balnearios de los morichales, constituyen una fuente importante de incendios.

Adicionalmente, se ha manejado la hipótesis de la intencionalidad. En uno de los incendios, se determinó que el inicio del fuego ocurrió desde el centro de un rodal y se encontraron plásticos utilizados para el encendido.

7. Consideraciones sobre la prevención y control de incendios

Es obvio que la figura 7 no tiene utilidad predictiva pero su contenido y los hechos ocurridos en 2010 indican que, independientemente de las acciones que se tomen, la baja precipitación de febrero-marzo genera alta incidencia de fuego. En sus años muy intensos, El Niño seguirá afectando muy gravemente a estas plantaciones y deberían mejorarse los sistemas de evaluación de riesgo. No hay informaciones detalladas sobre el origen del sistema utilizado para calcular el IP y su validación para estas condiciones particulares. Las características naturales de esta región hacen que la mayoría de los lugares posean un IP alto durante el período enero-abril. Dicho en otras palabras, en la época seca es casi constante la confluencia de factores como temperatura superior a 30°C, humedad relativa inferior a 50%, velocidad del viento superior a 12 km/h y más de 25 días sin lluvia. La figura 7



Figura 10. Destrucción de morichales para establecimiento de conucos. Se observa el estrato superior interrumpido como consecuencia de la tala y, en la parte inferior, los cultivos de yuca y plátano.

señala que la baja precipitación es un elemento de muy alta relevancia como causal de los incendios; esto conduce a que tal vez haya que modificar el sistema de evaluación de riesgo, asignando más peso a la humedad relativa y a la cantidad de días sin lluvia.

Si además de la situación natural, se considera la influencia de las actividades humanas, surge la siguiente pregunta: ¿se puede proteger de manera efectiva, un proyecto de plantación rodeado por campesinos que queman, que ocupa un territorio de más de dos millones de ha, durante 4 meses, todos los años? Parece que no, con los métodos actuales.

Se considera necesario investigar nuevos modelos de simulación de riesgos y, tal vez, incorporar nuevas variables. Por ejemplo, debería tomarse en cuenta la cantidad de combustible acumulado en forma de acículas en el suelo (Figura 11). Se supone que este material aumenta con la edad de la plantación y con ello se incrementa el riesgo de incendios graves.

Otro aspecto que debería considerarse es la eliminación de esta capa de acículas mediante quemaduras prescritas. El procedimiento debe acompañarse de una investigación orientada a conocer las temperaturas que se alcanzan a diferentes profun-

didades en el suelo, los daños sufridos por los árboles en diferentes regímenes de fuego y los niveles irreversibles o no tolerables. Deberían responderse preguntas como: ¿qué temperatura soporta un árbol y qué nivel de combustible (acículas) produce esa temperatura al quemarse?

Estos argumentos se basan en el hecho de que, en su área de distribución natural, el pino caribe está adaptado al fuego y depende de él para subsistir. Según Bond y Keeley (2005) los pinos presentan serotinia (retienen las semillas dentro de conos que se abren después de un incendio) y retención de las ramas muertas (lo cual aumenta la combustibilidad del sistema). El trabajo de Myers *et al.* (2006) indica que el pino caribe soporta fuegos con intervalos entre 1 y 10 años, de baja intensidad y de superficie (sólo se queman los combustibles que se encuentran inmediatamente sobre la superficie del suelo); la aplicación artificial de este régimen debe ser muy cuidadosa porque un intervalo muy corto puede aumentar la mortalidad de los pinos; así mismo, un intervalo muy largo puede aumentar la carga de combustible disponible, el fuego será muy intenso y la mortalidad de los pinos también aumentará; las plántulas no soportan el fuego, pero los individuos mayores a 50 cm de altura tienen altas probabilidades de sobrevivir a incendios de



Figura 11. Interior de una plantación de pino. El suelo está cubierto por una capa de acículas con un espesor promedio de 5 cm.

baja intensidad; estos autores interpretan que algunos esfuerzos por suprimir el fuego pueden, en realidad, aumentar la probabilidad de incendios más destructivos; se plantean la posibilidad de hacer acuerdos con las comunidades locales para que realicen sus quemas a comienzos de la estación seca, cuando un fuego incontrolado sería menos dañino.

Otro aspecto a considerar es que los árboles que sufren incendios leves (superficiales) sobreviven y no pierden su valor económico. Con incendios de media intensidad se quema la copa y, si continúan las condiciones de estrés (sequía), los individuos mueren. Según el Ing. Eric Cantor (Masisa), estos individuos deberían ser aprovechados antes de los tres meses para evitar la incidencia de mancha azul, que restringe su uso en aserrío. A los 5 meses aparecen hongos de la pudrición que afectan las propiedades físico-mecánicas e impiden el uso en tableros de fibra. Con incendios de alta intensidad los árboles quedan carbonizados o convertidos en cenizas y allí las pérdidas son totales.

Ambas empresas han realizado esfuerzos considerables en campañas conservacionistas y de educación ambiental para ganar la colaboración de las comunidades cercanas. En el caso particular de los incendios, han concentrado los recursos en las actividades de supresión. Todas estas acciones son muy costosas y, por todo lo antes expuesto, parece que no se ha logrado eficacia. Por lo tanto, parece urgente poner en práctica un enfoque no tradicional en el manejo de las plantaciones de pino del oriente de Venezuela, mediante la aplicación de las quemas prescritas mencionadas anteriormente, ya que esto podría significar una alternativa más eficiente y de más bajo costo, para minimizar los graves efectos del fuego en estos proyectos.

8. Conclusiones

Los incendios ocurridos en 2010 fueron de los más destructivos de la historia, ya que abarcaron una superficie mayor a 26.000 ha. Estos siniestros probablemente se vieron favorecidos por factores locales como la actividad de los conuqueros, el fuerte viento, la baja humedad relativa y las precipitaciones extremadamente bajas de 2008 y 2009; además hubo una época considerablemente seca en 2010 y esto es, posiblemente, un efecto no muy frecuente

de El Niño. El mayor evento de fuego ocurrió un día donde se presentaron temperaturas de 40°C, humedad relativa de 34%, velocidad del viento de 40 km/h y un record histórico de 90 días sin lluvia. Con esas condiciones era casi imposible extinguir el incendio. Fue posible controlarlo cuando cambiaron las condiciones climáticas y disminuyó la intensidad de las llamas. Se estima que el concentrar esfuerzos en la supresión, no es la opción más eficiente para reducir el impacto del fuego en esta región. Se considera necesario iniciar un programa de quemas prescritas, orientado a disminuir la cantidad de combustible (acículas) en las plantaciones, de forma tal que la ocurrencia de incendios sea de baja intensidad y no se pierda el valor económico de los pinos que, naturalmente, tienen cierta resistencia a las quemas moderadas. Así mismo, la condición de sequía es uno de los factores que más incide en la ocurrencia de incendios y eso merece una caracterización más detallada, con el fin de que se puedan tomar acciones preventivas o mitigantes que conduzcan a una mejor protección de las plantaciones.

9. Agradecimientos

Al Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado (Cefap), de la Universidad de Los Andes, por aportar los recursos necesarios para realizar las visitas de campo. Al personal técnico, administrativo y gerencial de Masisa y Proforca (actualmente Maderas del Orinoco C.A.), por el apoyo logístico y atención técnica durante los recorridos de campo.

10. Referencias bibliográficas

- BARLOW, J. y C. PERES. 2004. Ecological responses to El Niño-induced surface fires in central Brazilian Amazonia: management implications for flammable tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science* 359: 367-380.
- BOND, W. y J. KEELEY. 2005. Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 20(7): 387-394.
- BOND, W. y C. PARR. 2010. Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation* 143: 2395-2404.

- CHRISTENSEN, L., J. AGEE, P. BRUSSARD, J. HUGHES, D. KNIGHT, G. MINSHALL, J. PEEK, S. PYNE, S. SWANSON, J. WARD, S. WELLS, S. WILLIAMS y H. WRIGHT. 1989. Interpreting the Yellowstone fires of 1988. *BioScience* 39(10): 678-685.
- CONAFOR. 2007. Acciones contra incendios forestales de 1998. Comisión Nacional Forestal, Consejo Técnico Consultivo Nacional Forestal. México. En línea: <http://www.semarnap.gob.mx/ssrn/conaf/acciones/incendios.htm> [Consultado: 27/06/2010].
- DE BANO, F. 1981. Water-repellent soils: a state-of-the-art. General Technical Report PSW 46. Berkeley, Ca. USDA Forest Service. 21 p. En línea: http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr046/psw_gtr046.pdf [Consultado: 30/06/2010].
- DE LAS HERAS, J., J. MARTINEZ y J. HERRANZ. 1991. Impacto Ecológico de los Incendios Forestales. *Al-Basit Revista de Estudios Albacetenses* 29: 105-117.
- FAO. 2009. Marco para el Desarrollo de un Acuerdo Internacional sobre Incendios Forestales. Fundamentos, Estado y Actividades Futuras. Centro Mundial de Monitoreo de Incendios (Gfmc) en cooperación con la FAO, la Eird y el Gofc/Gold. En línea: <http://www.fao.org> [Consultado: 01/07/2010].
- FAO. 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Bosques y Selvas. En línea: http://www.fao.org/index_es.htm [Consultado: 04/07/2010].
- GUEVARA, E. 2006. The influence of El Niño phenomenon on the climate of Venezuela. Proceedings of Hydrology Days. March 20 - March 22, 2006. Colorado State University. En línea: http://hydrologydays.colostate.edu/Abstracts_06/Guevara_1_abs.pdf [Consultado: 06/01/2011].
- HOFFMANN, W. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology* 35(3): 422-433.
- HUSAR, R., B. SCHICHEL, C. FALKE y W. WILSON. 2000. Dust and smoke events over the USA in 1998. In: *Proceedings of PM2000-Particulate Matter and Health*. Charleston, SC (ed.). Air & Waste Management Association, Session 10AS. 22-23 pp.
- ICE, G., D. NEARY y P. ADAMS. 2004. Effects of Wildfire on Soils and Watershed Processes. *Journal of Forestry* 102 (6): 16-20.
- LADRACH, W. 2009. *El Efecto del Fuego en los Ecosistemas Agrícolas y Forestales*. Sociedad Internacional de Forestales Tropicales. Informe especial. ISTF NOTICIAS. Grosvenor Lane Bethesda, Maryland, USA. 20 p.
- LIGHTY, S., J. VERANTH y F. SAROFIM. 2000. Combustion aerosols: Factors governing their size and composition and implications to human health. *Journal of the Air & Waste Management Association* 50: 1565-1618.
- LONG, A. 2006. Benefits of Prescribed Burning. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 3 p. En línea: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FR/FR06100.pdf> [Consultado: 02/07/2010].
- LUGO, L. 2000. Caracterización de las raíces leñosas de la especie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y los suelos, en las plantaciones afectadas por mortalidad, del oriente de Venezuela. Trabajo de grado. Maestría en Manejo de Bosques. Cefap, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 126 p.
- MARN. 2001. Mapa de Áreas Forestales Especiales. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas, Venezuela.
- MYERS, R., J. O'BRIEN y S. MORRISON. 2006. *Descripción general del manejo del fuego en las sabanas de Pino Caribe (Pinus caribaea) de la Mosquitia, Honduras*. GFI informe técnico 2006-1a. The Nature Conservancy, Arlington, USA. 30 p.
- NOAA. 2011. State of the Climate: Global Analysis for Annual 2011. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Climatic Data Center. En línea: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2011> [Consultado: 09/01/2013].
- OROZCO, S. y Z. SANTANA. 2007. Ecología del Fuego. El cuarto elemento y los seres vivos. *Ciencias* 85: 4-12.
- PAREDES, L. 1991. *Las Plantaciones Forestales en Venezuela*. Reseña Histórica. MARNR. Caracas. Mimeografiado. 14 p.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. 1992. Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 4.358 del 3 de enero de 1992. Caracas, Venezuela. 16 p.
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2008. Ley de Bosques y Gestión Forestal. Gaceta Oficial N° 38.946 del 5 de junio de 2008. Caracas, Venezuela. 48 p.
- ROJAS, M., H. SAAVEDRA, J. MÁRQUEZ y A. TORRES. 2010. Análisis e incidencias de la variabilidad climática en las áreas de plantación de pino caribe al sur de los estados Monagas y Anzoátegui (Venezuela). *Revista Geográfica Venezolana* 51(2): 249-268.
- STRAHLER, A.N. y A.H. STRAHLER. 1989. *Geografía física*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 550 p.