

Reproducción de un artículo aparecido hace 27 años en CIENCIA HOY (4, 19: 25-32, julio-agosto 1992), que no perdió actualidad.

Christopher Uhl

Pennsylvania State University

J Boone Kauffman

Oregon State University

Elson Dias da Silva

Unidad Estatal de Investigación Agropecuaria, Embrapa, Brasil

Los caminos del fuego en la Amazonia

Vivimos una era en la que el fuego es un importante factor de alteración en las regiones de selva o bosque tropical húmedo. Su utilización en la Amazonia está cambiando: si antes las quemaduras eran pocas y de baja intensidad, ahora lo que se observa es un régimen de alta frecuencia, que implica gravísimos riesgos. Sin embargo, aún se conoce poco sobre los materiales combustibles (restos vegetales) naturalmente presentes en los ecosistemas amazónicos. Tampoco existe información sobre las

condiciones microclimáticas que influyen sobre el nivel de humedad de esos materiales y que determinan su potencial de ignición. Por eso es tan difícil, en caso de incendio, hacer una evaluación correcta de la resistencia de la cobertura vegetal y de las posibilidades de supervivencia de las especies amazónicas.

A fin de comprender las posibilidades de expansión del fuego, estudiamos cuatro tipos de cobertura vegetal en la Amazonia oriental: un sector de selva primaria (intacta), otro de selva explotada (en la que se efectua-

¿DE QUÉ SE TRATA?

La selva virgen, en los trópicos húmedos, raramente se incendia. Y, aun cuando esto ocurre, es casi imposible que el fuego se extienda por grandes superficies de tierra. El clima húmedo, con elevados índices de precipitaciones, genera condiciones sumamente desfavorables para los incendios. Sin embargo, la acción humana está transformando en forma radical este paisaje natural. Donde antes había selva virgen, hoy aparecen manchones en los que se mezclan sectores de selva sometida a la explotación de madera, pastizales y tierras abandonadas. Los cambios provocados por el uso de la tierra hacen que día a día la región amazónica quede más expuesta al fuego e, incluso, a que se produzca un gran incendio. Los patrones actuales de ocupación en la región oriental de la Amazonia son muy semejantes a los que antecedieron al enorme incendio que destruyó millares de kilómetros de selva húmeda en Kalimantan, Indonesia, entre 1982 y 1983.

ba extracción de madera), otro de selva secundaria (un pastizal abandonado hacía ocho años, reforestado en forma natural) y también un sector de pastizal actualmente en uso. En los cuatro tipos de cobertura vegetal se recogió información sobre tres ítems importantes. Primero medimos la cantidad, los tipos de material combustible (mantillo, hojarasca, ramas finas y gruesas) y su distribución en cada uno de los terrenos. Luego investigamos el microclima local, que afecta directamente el secado de ese combustible. Y, por fin, observamos las características de las cortezas de los árboles como factor de resistencia al fuego. Con dichas informaciones sería posible determinar la cantidad de material combustible disponible, su facilidad de secado natural y de quema, y el potencial de resistencia al fuego de las especies arbóreas de la selva amazónica.

Este estudio se realizó en un área de investigación que queda a siete kilómetros de la ciudad de Paragominas, en Pará (2°55' de latitud sur, 47°34' de longitud oeste), en la región oriental de la Amazonia. Allí se asocian los cuatro tipos de cobertura vegetal mencionados, que presentan características diversas. El sector de selva primaria tenía 30km² de superficie, con un área basal de 26m² por hectárea (ha), biomasa aérea de 250 toneladas (t) por hectárea, altura de 40m y una cobertura de dosel del 80% (lo que quiere decir que el 80% de la superficie estaba cubierta

por vegetación de copa cerrada). En cambio, el área de 40 ha de selva explotada, donde la extracción de madera se realizaba mediante tractores oruga, tenía un área basal de 13m²/ha y una cobertura de dosel de apenas el 43%. A su vez, el área de selva secundaria abarcaba 10ha, con área basal de 8m²/ha y presentaba una cobertura de dosel del 75%. Finalmente, se estudiaron también 10ha de pastizal, cuya vegetación se componía de gramíneas y malezas con alturas de entre uno y dos metros.

Biomasa combustible en el suelo

En el lote de selva primaria, la biomasa de detritos combustibles era de 56t/ha, pero apenas 7% de ese total era de material combustible fino (rápidamente inflamable). A continuación se estableció un contraste impresionante: en la unidad de selva explotada, el material combustible llegaba a 179t/ha, una cantidad tres veces mayor que la detectada en la mata virgen, aunque, de ese total, la fracción compuesta por material combustible fino seguía siendo pequeña. Y cuando la misma recolección se realizó en la parcela de pastizal, el total de biomasa combustible encontrado no fue muy diferente del medido en los lotes de selva primaria y secundaria. En el pastizal, sin



Incendio en la Amazonia, 2019. Michael Dantas, WWF-Brazil.

embargo, aumentaba mucho la biomasa de combustibles finos: era de 11t/ha, dos veces mayor que en cualquiera de los restantes ecosistemas.

Además de la cantidad, debía tenerse en cuenta la disposición vertical del material combustible y establecer una

clasificación de su distribución. En promedio, la altura de esa biomasa, tanto en la selva explotada como en el pastizal, variaba entre los 40 y los 50cm. Y, en ambos, una vez que la mayor proporción de detritos finos se asentaba sobre la superficie del suelo, aumentaban las condiciones

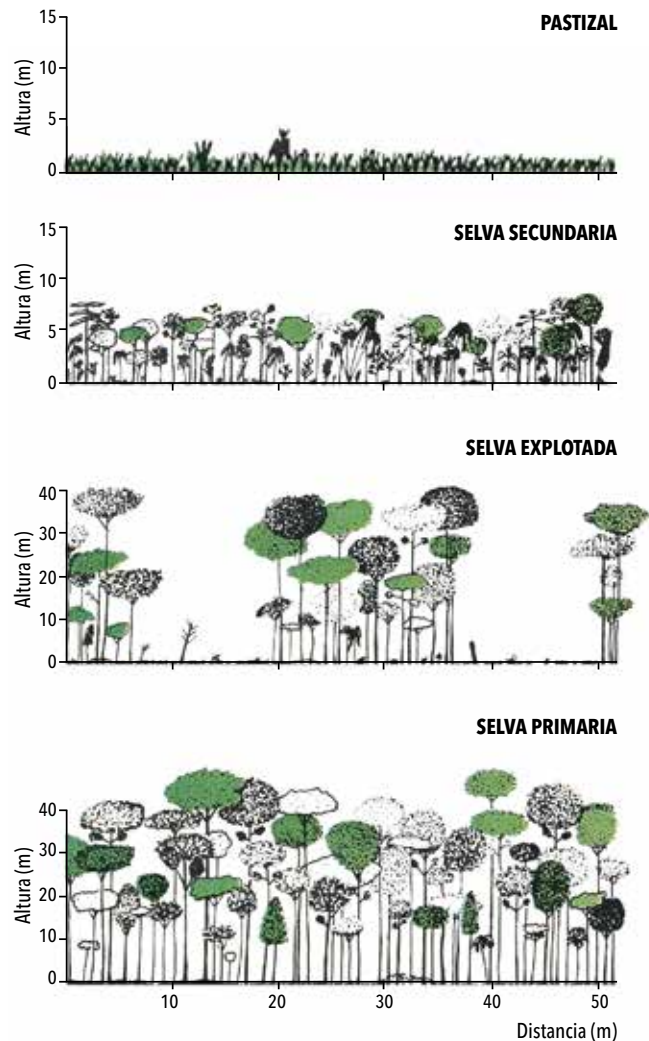
LAS COBERTURAS VEGETALES

Estos cuatro tipos de vegetación conforman una secuencia de alteraciones introducidas por el hombre: de la selva primaria (la selva intacta) a la selva explotada (por extracción de madera), de allí a los pastizales y luego a la selva secundaria (el sector de pastizal abandonado, donde se produjo un reforestamiento natural). En esta secuencia se halla representada una buena parte de la vegetación existente en la Amazonia. Los cuatro ecosistemas, a su vez, tampoco manifiestan propiedades similares vinculadas al fuego. Hay entre ellos diferencias importantes en cuanto a frecuencia de ignición, cantidad y características del material combustible, además de los contrastes de microclima que afectan directamente el secado de dicho material.

En los sectores de selva primaria, la cantidad de combustible (maleza y madera muerta) es suficiente para alimentar la expansión del fuego. Sin embargo, la selva primaria difícilmente se incendia. Esto es así porque una temperatura moderada y la humedad relativa alta no permiten que los combustibles se sequen hasta el punto de combustión.

Después de la extracción selectiva de madera, la selva explotada tiene una cantidad de biomasa combustible tres veces mayor que la selva primaria. Además, la cobertura de dosel, por lo general, se reduce a la mitad en las operaciones de explotación, provocando importantes alteraciones en el microclima. Durante la estación seca, bastan cinco o seis días para secar el material combustible hasta el punto de ignición. De este modo, las selvas que sufren la extracción de madera forman un ambiente más bien propicio para la expansión del fuego: con el corte de los árboles aumenta la cantidad de material combustible, el microclima se torna más seco y la acción humana multiplica las fuentes de ignición.

Cuando se producen incendios en los sectores de selva secundaria, los daños pueden ser enormes. En áreas de pastizales, algunos productores utilizan el fuego para controlar hierbas invasoras y favorecer las gramíneas, y después no pueden impedir que el fuego se extienda hacia selvas secundarias vecinas. La copa abierta de la selva que allí se reconstituye permite que hierbas y gramíneas subsistan junto a los nuevos árboles, aumentando la cantidad de material combustible acumulado en el suelo. En muchas de las especies de árboles originales, la caída de hojas durante períodos largos de lluvia es considerable. De este modo, en las áreas de selva secundaria, si se suma la cantidad de combustible a la existencia de una vegetación baja y abierta, resulta que no son



Tipos de coberturas vegetales considerados en la investigación en que se basó este artículo. Representan una buena parte de la vegetación existente en la región amazónica.

pocos los incendios cuya intensidad amenaza incluso la copa de los árboles.

Aunque la vegetación propia de las áreas de pastizales tiene gran resistencia a la sequía, la mayor parte de su biomasa foliar cae al suelo en esa época. El resultado es la acumulación de una mezcla de residuos vegetales de elevado poder de combustión que hace que durante la estación seca los pastizales sean potencialmente inflamables después de un período de apenas 24 horas de producida una lluvia.

para que el material combustible se seque, con el consecuente riesgo de expansión del fuego. La altura del material combustible en las parcelas de selva primaria y secundaria variaba apenas entre 10 y 20cm, cerca de la mitad de la encontrada en las otras dos áreas. Debe destacarse que en los cuatro tipos de vegetación había material combustible en cantidad suficiente para que el fuego se difundiera. No obstante, aquellos en los que la altura era mayor (separación del suelo) así como la cantidad de combustibles finos, los lotes de pastizal y de selva explotada, serían los más susceptibles de sufrir un incendio. Pero, para medir rigurosamente dicha susceptibilidad faltaba aún estudiar una variable importante: el microclima.

La influencia del microclima

El hecho de que determinado tipo de vegetación posea gran cantidad de material combustible no significa necesariamente que el lugar en el que se encuentra tenga mayor propensión al fuego. El microclima puede impedir el proceso de secado de los materiales combustibles, que, de esa forma, no alcanzan el punto de ignición. Era preciso, entonces, conocer la influencia del microclima en cada una de las unidades de vegetación, en los terrenos seleccionados para la investigación.

El contenido de humedad del material combustible resulta de interacciones complejas entre las características de ese material y factores climáticos como, por ejemplo, el comportamiento pluviométrico de la región, los índices de temperatura, el déficit de presión de vapor de agua y las características del viento. En las cercanías de Paragominas, si bien la pluviosidad media está en torno a los 1800mm por año, las variaciones estacionales son grandes y pueden cambiar de año a año. En el período comprendido entre 1985 y 1987, el índice de lluvias varió entre 2800mm (en 1985) y 1600mm (en 1987). La mayor parte de las lluvias cae de febrero a mayo, mientras que el período más seco se extiende entre agosto y noviembre. En ese intervalo

de tres años, se produjeron 31 períodos de tres o más días sin lluvias entre agosto y noviembre, y solamente siete entre febrero y mayo. En los meses lluviosos (de febrero a mayo), no hubo períodos mayores a seis días sin lluvias, lo que ocurrió en 17 ocasiones en los cuatro meses de sequía.

La pérdida de agua del material combustible se produce durante los períodos sin lluvia. El microclima ejerce un fuerte control sobre el secado de esos materiales, mientras que alteraciones en la selva determinan transformaciones significativas en el microclima. Durante la estación seca, por ejemplo, la media de humedad relativa a las 13 horas fue de 86% en la selva primaria y de apenas 51% en el pastizal. En los sectores de selva explotada y de selva secundaria, en el mismo horario y en la misma estación, la humedad (en promedio) estaba por debajo del 65%. En lo que se refiere a los índices de temperatura, se mantiene el mismo contraste: la media de temperatura máxima estaba en 38°C en el pastizal, pero en la selva primaria caía a 28°C. Los pastizales eran, por lo tanto, 10°C más calientes (figura 1).

También se daban patrones distintos en la fluctuación de los índices de temperatura y humedad relativa cerca del piso, para los cuatro tipos de cobertura vegetal. En todas las áreas investigadas, el aumento y el descenso de la temperatura se repetían con cierta regularidad diariamente. Las diferencias aumentaban al comienzo de la tarde (figura 2). En todos los casos, la humedad relativa presentaba una tendencia estacionaria, próxima a la saturación, hasta las diez de la mañana, decreciendo luego hasta un piso para recomenzar un ascenso gradual, al final de la tarde: Además de los índices de humedad, también diferían los valores relativos al déficit de presión de vapor (DPV), que es una forma adecuada de medir la capacidad de evaporación del aire. El DPV fue siete veces mayor en el pastizal y cuatro veces mayor en la selva explotada, como se observó en la figura 1.

La propensión al fuego

Todas estas diferencias de microclima, de un tipo de cobertura vegetal a otro, pueden tener una fuerte influencia sobre la tasa de pérdida de agua en los materiales combustibles. El contenido de agua del material combustible fue determinado comparando diariamente los pesos de las muestras de hojarasca (mantillo) y otras de pedazos de madera fina, en cada una de las cuatro áreas. Durante el verano, la proporción de pérdida de agua en los materiales combustibles es considerablemente diferente entre los ecosistemas. El contenido de humedad de las astillas (muestras de madera fina), por ejemplo, en cada una de las áreas, pa-

Variable microclimática	Humedad relativa (%)	DPV (kPa)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Selva primaria	86	0,5	28	22
Selva secundaria	62	2,0	33	21
Selva explotada	64	2,3	37	22
Pastizal degradado	51	3,5	38	20

Figura 1. Media de humedad relativa al mediodía, déficit de presión de vapor (DPV) y temperaturas máxima y mínima durante 62 días seguidos, en el verano de 1987, en los cuatro tipos de vegetación estudiados en la región de Paragominas, Pará.

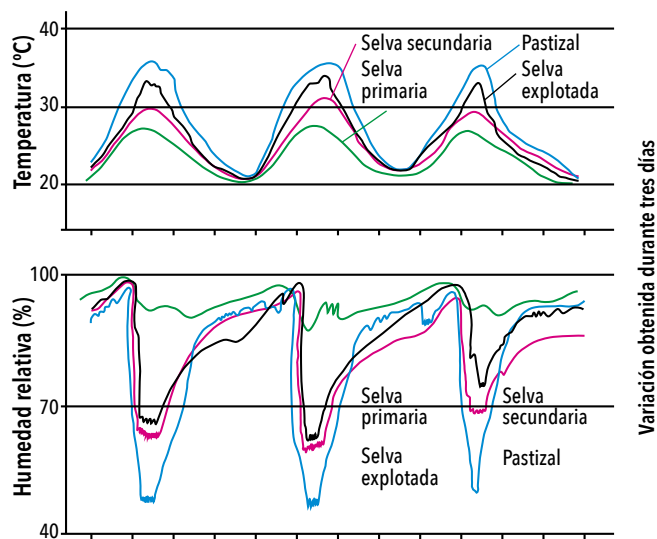


Figura 2. De la selva primaria hasta el pastizal degradado, la secuencia de coberturas vegetales sufre un sustancial aumento de los índices de temperatura media y una sensible reducción de la humedad relativa.

recía estrechamente relacionado con el índice de humedad relativa del aire (figura 3). Por medio de ensayos de campo, determinamos que la humedad relativa del aire debe ser inferior al 65% para que los materiales combustibles se sequen hasta el punto de ignición, esto es, para que alcancen un contenido de humedad inferior al 15%.

Los datos demostraron que siempre que los materiales alcanzaban un contenido de agua superior al 20% se hacía imposible la ignición. En las pruebas de fuego simulado, cuando el contenido de humedad variaba entre el 15% y el 20%, el material combustible se consumía en una línea de fuego de baja intensidad, expandiéndose a menos de un metro antes de extinguirse naturalmente. Si la humedad se reducía aún más, permaneciendo en una franja entre el 10% y el 15%, el fuego se movía rápidamente y entonces era necesario extinguirlo en forma manual. Y cuando el contenido de agua de la biomasa combustible era inferior al 10%, se hacía muy alto el riesgo de un incendio de grandes proporciones, debido a la facilidad de propagación del fuego.

Al comparar el contenido de agua de los materiales combustibles, en los diferentes tipos de vegetación, durante la estación seca de 1987 (figura 3), los datos revelaron que variaba entre 6% y 9% en el pastizal, entre 9% y 13% en la selva explotada, entre 13% y 16% en la selva secundaria y, por fin, entre 16% y 20% en la selva primaria. Esos datos muestran una alta probabilidad de combustión sustentada y una rápida expansión del fuego en todos los tipos de vegetación, excepto en la selva primaria.

Estas informaciones experimentales sobre el potencial de fuego en Paragominas llevan a conclusiones importantes. La primera es que la vegetación de pastizales se revela mucho más propensa al fuego. Los sectores de

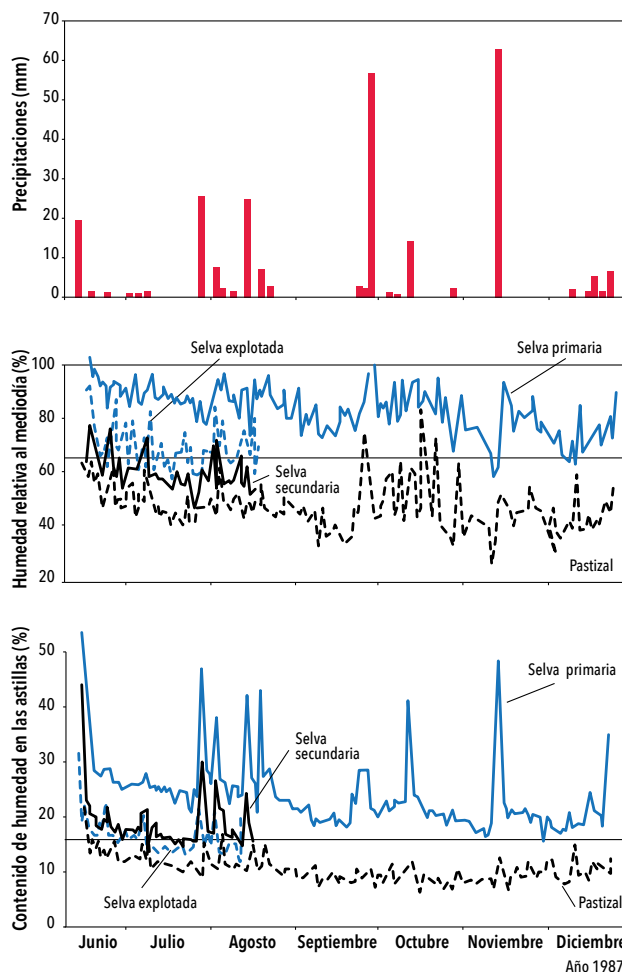


Figura 3. En las épocas sin lluvia, la baja humedad caracteriza los ecosistemas alterados. El contenido de humedad de los materiales combustibles se reduce hasta índices inferiores al 15%, lo que los vuelve sumamente inflamables.

selva explotada son también susceptibles de que se produzca: basta un período de seis días sin lluvias para que los materiales combustibles alcancen el punto de combustión. Por su parte, los sectores de selva secundaria alcanzan el punto de combustión después de diez días sin lluvia. Y, por fin, se concluye que la selva primaria se encuentra bien protegida del fuego, siendo muy improbables incendios sustentados de mantenerse las condiciones normales del clima de la región.

La resistencia de las especies arbóreas

Un aspecto final de la investigación se concentraba en torno a la resistencia de los árboles al fuego. Nótese que la parte viva del tallo de los árboles está compuesta por apenas un conjunto de células, llamado cambium, localizado justo debajo de la corteza. Por lo tanto, tanto, esto es lo único que se interpone entre el fuego y las células vivas del árbol. Un

estudio sobre las propiedades de las cortezas vegetales podría dar cuenta acerca de cuáles serían las especies más expuestas al fuego y cuáles las que sobrevivirían a su avance.

La hipótesis a comprobar era la de que las características de la corteza difieren tanto en función del tamaño (diámetro) del árbol como de la especie. Esas diferencias podrían ser fundamentales en la determinación de los vegetales capaces de sobrevivir al fuego, toda vez que la corteza actúa como aislante térmico. Para probar esta hipótesis se obtuvieron muestras de cortezas, a 50cm de altura, de todos los árboles con 20cm o más de DAP (diámetro a la altura del pecho), en un área de cinco ha (50m x 1000m). Y, en una subparcela de esa área, se reunieron muestras de corteza de todos los árboles con DAP entre 1 y 19,9cm.

El grosor de la corteza de la mayor parte de los árboles con diámetro superior a 20cm era de entre 3mm y 20mm. Dicho grosor, sin embargo, fue menor de 3mm en ocho especies: *Dialium guianensis*, *Rinorea guianensis*, *Syngiopsis pachycarpa*, *Virola melinolia*, *Ecclinusa* sp, *Franchetella* sp, *Neea* sp y *Pouteria* sp. Y había también cinco especies que presentaban un grosor por encima de los 20mm: *Cecropia obtusa*, *Caryocar villosum*, *Laetia procera*, *Lecythis lurida* y *Eschweilera* sp. Considerando que la corteza aísla térmicamente el tejido cambial, estos dos grupos representan respectivamente los que tienen la menor y la mayor tolerancia al

fuego dentro de las especies observadas.

A fin de relacionar el grosor de la corteza con la probabilidad de supervivencia en caso de incendio, medimos la temperatura del cambium durante quemazones experimentales. Se insertaron sondas térmicas 10cm dentro del espacio entre la corteza y el cambium, usando como punto de entrada el área de donde se había extraído una muestra de corteza. La fuente de combustible para esta prueba fue una cuerda de algodón con 1,5cm de diámetro, saturada con querosén y aceite, que fue colocada en el



Incendio en la Amazonia, 2019. Kaninde, WWF.

centro y 10cm abajo de las sondas. La temperatura externa de la corteza y la del cambium se anotaron antes y después de la ignición, hasta que la primera hubo retornado a temperatura ambiente. Esta técnica, fácil de repetir, produjo una quema de un minuto y medio y un aumento de calor comparado al de un incendio leve.

El límite de temperatura usualmente aceptado como fatal para los tejidos de las plantas es de 60°C. Hecho un análisis estadístico de la correlación entre el grosor de la corteza y la temperatura cambial máxima, se observó que a mayor grosor, menor temperatura cambial (figura 4). La variación de la temperatura máxima cambial se explica en un 71% por la variación del grosor de la corteza. De este modo, la ecuación resultante prevé que las temperaturas cambiales superiores a los 60°C se producen en todos los árboles con grosor de corteza menor a 6,4mm, considerando una baja intensidad de fuego, tal como la simulada en el experimento. En el *stand* estudiado, el 98% de los árboles con más de 1cm de DAP tienen cortezas cuyo grosor es de menos de 6,4mm y, por lo tanto, morirían si hubiese un incendio.

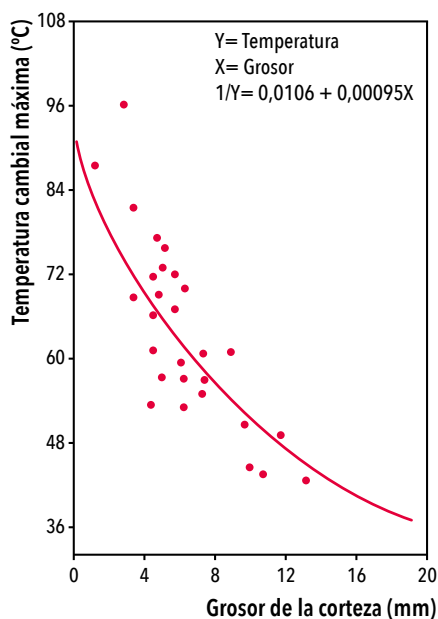


Figura 4. A partir del análisis estadístico de las experiencias con fuego, se descubrió que a mayor grosor de la corteza de los árboles, menor temperatura cambial.

La historia de los incendios en la Amazonia

Actualmente, el clima en casi toda la Amazonia es muy húmedo para permitir un incendio natural en condiciones de selva cerrada. En el pasado remoto, el fuego tuvo participación en modificaciones importantes de la selva, como lo demuestran los pequeños pedazos de carbón enterrados en el suelo de la mata virgen que encontramos en la región de Paragominas. En un fragmen-

to superficial, la edad estimada del carbón era de 1700 años. Observaciones hechas en la Amazonia por investigadores de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) y por el Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia (INPA) confirmaron que el carbón es frecuente también en los suelos de las regiones central y oriental.

En el pasado, el fuego estaba probablemente asociado a los regímenes climáticos secos y a la mayor presencia de poblaciones humanas. Pero en los ecosistemas alterados por el hombre, el fuego se torna de uso rutinario. Las actividades vinculadas al establecimiento y la conservación de los pastizales lo involucran. Por lo tanto, hay en esas áreas una fuente constante de ignición. La alteración de la selva, cualquiera que sea el propósito, dispersa materiales combustibles por el suelo y aumenta considerablemente la cantidad de biomasa inflamable. Además, la cobertura vegetal alterada, por lo general, tiene sus hojas más próximas al suelo y sufre con mayor rigor los efectos de la luz del sol. La irradiación solar calienta el aire que envuelve el conjunto de material combustible circunvecino; esto hace que la demanda evaporativa se eleve (aumento de DPV) y que el material combustible se seque más rápidamente hasta el punto de ignición. En consecuencia, los incendios en ciertas regiones amazónicas son un peligro constante.

Existe actualmente una gran semejanza entre las actividades de explotación forestal de la Amazonia oriental y las que antecedieron al violento incendio que se produjo en el ecosistema de selva húmeda de Kalimantan oriental, en Indonesia, en 1982 y 1983. En ambas regiones, el índice de lluvias es de alrededor de 2000mm por año y el paisaje, una mezcla de selva primaria, selva explotada y selva secundaria, además de pastizales y áreas agrícolas; la explotación comercial de madera es una actividad reciente y no se encuentra sujeta a una reglamentación adecuada. Dicha explotación, tanto en Kalimantan como en la Amazonia, conduce a alteraciones bruscas en la estructura forestal. Se extraen de cuatro a diez árboles por hectárea, dañando entre el 25% y el 50% de la madera remanente. Y, por fin, en las dos regiones, se eleva el potencial de ignición, toda vez que el fuego es usado con regularidad. En Kalimantan, los colonos lo utilizan para limpiar sus sembradíos. En la Amazonia, colonos y productores promueven quemazones para limpiar la selva ya desbravada. Ante semejante panorama, basta que se tenga un año seco, de bajo índice de lluvias, para que se corra el riesgo de un incendio de proporciones alarmantes.

Entre 1982 y 1983, se quemaron 37.000km² de la selva de Kalimantan oriental. En una estimación aproximada, se perdieron 5,5 billones de dólares en madera, suma equivalente al presupuesto íntegro de 37 años de la provincia de Kalimantan. Esto sin considerar los daños

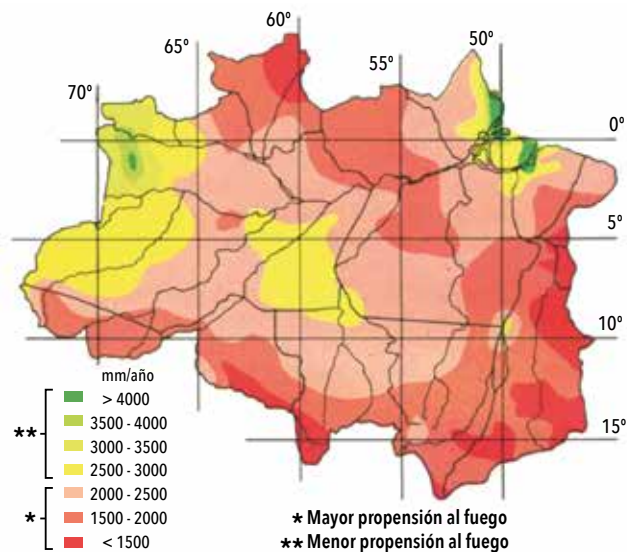


Figura 5. Distribución de las medias anuales de precipitación pluviométrica en la cuenca de la Amazonia brasileña. La ilustración muestra que la mayor parte de la Amazonia es susceptible de incendiarse.

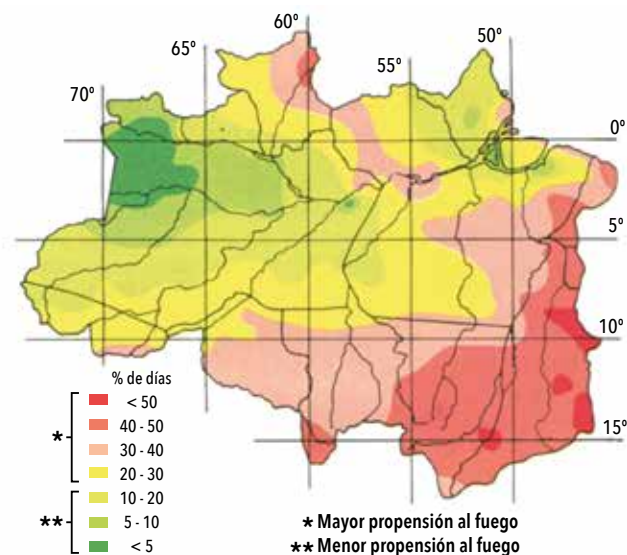


Figura 6. Porcentaje de días correspondientes a periodos de sequía mayores a los diez días consecutivos, en los cuales no se ha producido ninguna precipitación superior a los 2mm/día.

ecológicos, que alterarán drásticamente las relaciones entre las plantas y los animales en la región, con pérdidas sustanciales de nutrientes y fuerte impacto en la productividad del ecosistema.

Informaciones sobre la cantidad absoluta de lluvia anual son útiles para distinguir qué áreas de la Amazonia se encuentran propensas al fuego. La figura 5 muestra que los índices de precipitación anual varían entre tasas inferiores a 1500mm hasta tasas superiores a los 4000mm. Si se examina el mapa, que contiene datos recogidos en 200 estaciones meteorológicas, se hace evi-



Incendio en la Amazonia, 2019. Kaninde, WWF.

dente que casi el 50% de la Amazonia brasileña recibe menos de 2000mm de lluvia por año.

Entretanto, para evaluar mejor los riesgos de incendio en una región determinada, es necesario también tener en cuenta la distribución de las lluvias durante el año. Los datos revelan que ya existen condiciones para que se produzcan incendios de grandes proporciones en las regiones este y sur de la Amazonia Legal, como puede verse en la figura 6. En esas áreas de riesgo, además de una acción perjudicial de deforestación por parte de productores, madereros y colonos, existen condiciones climatológicas que favorecen el fuego, sobre todo la de una estación seca prolongada. Un análisis de los índices de precipitación, en los primeros siete años de la década de 1980, con datos recogidos en 90 estaciones meteorológicas de la Amazonia, permite comprobar que incluso las áreas más húmedas, durante los períodos menos lluviosos, presentaban

un mínimo de 12 días sin lluvia. Y la sequía parece ser más intensa donde la presión del desarrollo económico es mayor. Por ejemplo, la duración máxima de la sequía en la estación climatológica de Rondonia fue para 1983, en promedio, de 88 días, de 50 días en el este de Pará, y de 41 días en el Acre. Trabajos de investigadores del Instituto de Investigaciones Espaciales (INPE) muestran que, en el verano, la presencia del fuego y de densas nubes de hu-

mo ya se hizo habitual en toda la región meridional de la Amazonia.

El uso del fuego es un poderoso agente de transformación de la selva. Si no se lo controla, los incendios tenderán a aumentar sus proporciones, volviéndose muy peligrosos. El gran problema es que la aplicación indiscriminada de quemazones forma parte de toda una concepción inadecuada de desarrollo que aún se mantiene en expansión en el valle amazónico. De no tomarse los recaudos correspondientes, a saber, la implementación de un control rígido y de una legislación adecuada, el régimen de incendios puede cambiar irreversiblemente las características básicas de la Amazonia. **CH**

Traducción Gabriela Tenner. Revisión Eduardo H Rapoport (Universidad Nacional del Comahue). CIENCIA HOY agradece la lectura y las sugerencias de Jorge Adámoli (FCEYN, UBA).

LECTURAS SUGERIDAS

CLARK K & UHLC, 1987, 'Farming, fishing and fire in the history of the upper rio Negro region of Venezuela', *Human Ecology*, N° 15: 1-26.

HARE RC, 1965, 'Contribution of bark to fire resistance of southern trees', *Journal of Forestry*, N° 63: 248-251.

PEREIRA DA COSTA M & SETZER AW, 1986, 'Detecção de queimadas e plumas de fumaça na Amazônia através de imagens de satélites NOAA',

documento publicado bajo el número Inpe-3924-PRE/956, São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).

WRIGHT HA & BAILEY AW, 1982, *Fire Ecology: United States and Southern Canada*, John Wiley & Sons, Nueva York.



Christopher F Uhl

Doctor en biología (PhD),
Michigan State University.
Profesor, Pennsylvania State
University.



J Boone Kauffman

Doctor en ecología forestal (PhD),
Universidad de California.
Profesor, Oregon State University.

Eelson Dias da Silva

Investigador del Ministério
da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento del Brasil y de la
Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária.