

Com fer front als nous brots de la COVID-19?

Sèrie | COVID-19 i estratègia de resposta

ISGlobal Institut de Salut Global
Barcelona

CLÍNIC
BARCELONA
Hospital Universitari

Autoria: Clara Prats (UPC), Daniel López-Codina (UPC), Anna Vilella (Hospital Clínic-ISGlobal) i Antoni Trilla (Hospital Clínic-ISGlobal)*

[Aquest document forma part d'una sèrie de notes de debat que aborden preguntes fonamentals sobre la COVID-19 i les estratègies de resposta. Els treballs han estat elaborats sobre la base de la millor informació científica disponible i poden ser actualitzats a mesura que aquesta evolucioni.]

13 de juliol de 2020

Foto de portada: Gustavo Fring / Pexels

La **sortida progressiva de les fases de confinament** ha comportat l'augment de la mobilitat, un major contacte entre nosaltres i una arribada limitada de turistes de països en situació epidemiològica similar a la nostra. Tot això suposa l'**augment del risc de contagi**, especialment si no se segueixen bé les mesures de prevenció individuals recomanades (distància, higiene de mans i mascareta) i si no s'eviten els contactes propers i prolongats o les aglomeracions, en particular a espais tancats i mal ventilats. Són les denominades 3 C (per les sigles en anglès): *Closed spaces*, *Crowded spaces*, *Close-contact settings* (espais tancats, espais amb molta gent i contactes pròxims). El SARS-CoV-2 continua circulant entre nosaltres: hi ha casos nous tots els dies, en un nombre certament menor, però significatiu. **Si hi ha virus i hi ha contacte entre nosaltres, hi haurà contagi.**

Pel que fa a les estratègies de salut pública, parlem de fases de contenció i de mitigació. En les **fases de contenció**, abans i després del pic o de la primera onada o onades successives, el mecanisme principal per intentar el control és l'**estudi de contactes**. Es treballa cas a cas i s'identifiquen i segueixen les cadenes de transmissió per detectar nous casos, practicar una prova diagnòstica (actualment una PCR) com més aviat millor (en menys de 24 hores) i, si és positiva, aïllar aquells casos. També es tracta d'identificar tots o la majoria dels contactes propers o estrets, que són els de més risc, i posar-los en quarantena vigilant la possible aparició de símptomes en els 10-14 dies següents.

En determinades circumstàncies epidemiològiques (residències, brots, d'altres) és recomanable efectuar proves PCR diagnòstiques als contactes estrets per descartar casos asimptomàtics.

* Clara Prats és professora agregada de la Universitat Politècnica de Catalunya, responsable de modelització computacional del Centre de Medicina Comparativa i Bioimatge de Catalunya i membre del Grup d'Investigació de Biologia Computacional i Sistemes Complexos (UPC). Daniel López-Codina és professor titular de la Universitat Politècnica de Catalunya i membre del Grup d'Investigació de Biologia Computacional i Sistemes Complexos (UPC). Anna Vilella és Associate Researcher d'ISGlobal, metgessa del Servei de Medicina Preventiva i Epidemiologia de l'Hospital Clínic de Barcelona i professora associada de la Universitat de Barcelona. Antoni Trilla és Research Professor d'ISGlobal, metge del Servei de Medicina Preventiva i Epidemiologia de l'Hospital Clínic de Barcelona i catedràtic de la Universitat de Barcelona.

Aquesta estratègia es pot mantenir i aplicar si el nivell d'incidència és relativament baix. Si tant els casos nous com els contactes propers no es detecten ni es confirmen ràpidament mitjançant PCR i no s'apliquen les mesures d'aïllament (casos) i de quarantena (contactes estrets), la cadena de transmissió pot créixer ràpidament i per això pot ser més difícil de controlar. Una dificultat addicional important és que **un 40% de la transmissió de la COVID-19 té lloc abans que la persona infectada presenti símptomes**, que de mitjana apareixen 5-7 dies després del contagi (període d'incubació), el que suposa una finestra d'oportunitat prolongada perquè una persona infectada, i que no està encara malalta, pugui entrar en contacte amb d'altres persones i finalment contagiar-les. **No totes les persones contagien igual: un 10-20% de casos són responsables de gairebé el 80% de tota la transmissió de la COVID-19.**

Quan la transmissió és comunitària i sostinguda és habitual perdre el seguiment de les cadenes de transmissió. Es parla aleshores de **fase de mitigació**, caracteritzada per un augment molt ràpid dels casos nous fins assolir un pic, seguit d'un descens habitualment més lent. En aquesta fase, les mesures de control són generalitzades i passen per **forçar l'increment del distanciament físic entre les persones**. Aquesta estratègia es pot considerar i aplicar en situacions en què la incidència és alta. És l'única forma de tractar d'aturar cadenes de contagi que no poden seguir-se una a una.

A la majoria de països de la Unió Europea som ara en una fase de baixa incidència de la COVID-19, en què **probablement hi haurà brots i rebrots de casos**, alguns més extensos i d'altres més reduïts. Per brot (traducció del terme anglès *outbreak*) s'entén una agrupació anormal de casos d'una malaltia caracteritzada per presentar-se en un lloc i temps determinats i afectar un nombre relativament limitat de persones. **A Espanya es**

defineix provisionalment un brot de COVID-19 si s'agrupen en el temps i l'espai tres o més casos, excepte en les residències de llarga estada, on davant l'aparició d'un cas nou es pot parlar ja de brot. Rebrot (un terme que no s'usa habitualment en epidemiologia) significa literalment nou brot.

Fins ara s'han produït més sovint brots de COVID-19 a espais tancats on es concentra molta gent que està en contacte proper i durant un temps prolongat. Es creu que **el risc de contagi de la COVID-19 en un espai tancat és aproximadament 18 vegades superior al risc en un espai obert.**

Una llista breu dels **llocs més freqüents on s'han registrat brots** inclouria les residències de llarga estada tant de persones grans com de persones amb discapacitat intel·lectual o trastorns de la conducta, els hospitals, les esglésies¹ i d'altres llocs de culte, els creuers², les zones de lleure (bars musicals, zones de ball), les residències o dormitoris de treballadors (més risc si comparteixen a més el mateix transport), les plantes de processament d'aliments³ i les presons⁴, entre d'altres llocs. Al domicili familiar⁵ el risc és una mica més baix: els contactes domèstics van desenvolupar la infecció en menys del 15-17% de casos en una sèrie de la Xina. Amb sort, es tracta de brots domèstics amb un baix nombre de persones infectades o exposades, que poden controlar-se més fàcilment ●

¹ James A, Eagle L, Phillips C, et al. High COVID-19 Attack Rate Among Attendees at Events at a Church - Arkansas. March 2020. *MMWR*. 2020; 69:632-635.

² Moriarty LF, Plucinski MM, Marston BJ, Kurbatova EV, Knust B, Murray EL, et al. Public Health Responses to COVID-19 Outbreaks on Cruise Ships - Worldwide, February-March 2020. *MMWR*. 2020; 69:347-352.

³ Dyal JW, Grant MP, Broadwater K, et al. COVID-19 Among Workers in Meat and Poultry Processing Facilities - 19 States, April 2020. *MMWR*. 2020; 69:10.15585/mmwr.mm6918e3.

⁴ Okano JT, Blower S. Preventing major outbreaks of COVID-19 in jails. *The Lancet*. 2020; 395:1542-1543.

⁵ Jing QL, Liu MJ, Zhang ZB, et al. Household secondary attack rate of COVID-19 and associated determinants in Guangzhou, China: a retrospective cohort study [published online ahead of print, 2020 Jun 17]. *Lancet Infect Dis*. 2020; S1473-3099(20)30471-0.

1. Es pot predir l'aparició de brots mitjançant models epidemiològics?

“No és possible avançar en quin moment, on i amb quina intensitat apareixerà un nou brot. Sí que és possible construir un model d'un brot un cop ha aparegut, sempre que hi hagi prou dades vàlides.”

La resposta és no. Durant aquesta pandèmia s'ha posat de manifest la utilitat dels models epidemiològics, tant els predictius com aquells destinats a comprendre millor la dinàmica epidemiològica de la COVID-19 i els seus possibles escenaris^{6,7,8,9}. Tot i així, **és imprescindible conèixer l'abast i les limitacions dels models**, que varien radicalment segons la situació epidemiològica de cada fase:

- **En una situació amb transmissió comunitària generalitzada**, els models poden tenir una alta capacitat predictiva. Són una eina essencial per assajar escenaris diferents i ajudar a prendre decisions, així com per contribuir a la planificació hospitalària i d'ús de recursos especials (per exemple, llits de cures intensives).
- **En una fase de contenció**, els models perden la seva capacitat predictiva. Si les estratègies d'estudi de contactes són efectives, aquesta fase està caracteritzada per l'aparició successiva de brots petits que són controlats a nivell local. L'aparició d'un brot depèn de factors que són difícilment predictibles, ja que fonamentalment depenen del comportament individual de les persones.

El gràfic 1, elaborat amb les dades d'Aragó publicades per l'Institut de Salut Carlos III, mostra com canvia la capacitat predictiva dels models al llarg del cicle epidèmic. El moment precís en què es desencadena el creixement inicial del brot era altament impredecible, com també quina en seria la velocitat de creixement. **Un cop en creixement exponencial, els models van ser capaços de seguir l'epidèmia i predir escenaris de forma eficaç.** Ja a la cua final d'aquesta primera onada, la situació va tornar a ser similar a l'inicial, tot i que amb una capacitat de diagnòstic i control molt superior. No és possible avançar en quin moment, on i amb quina intensitat apareixerà un nou brot. Sí que és possible construir un model d'un brot un cop ha aparegut, sempre que hi hagi prou dades vàlides ●

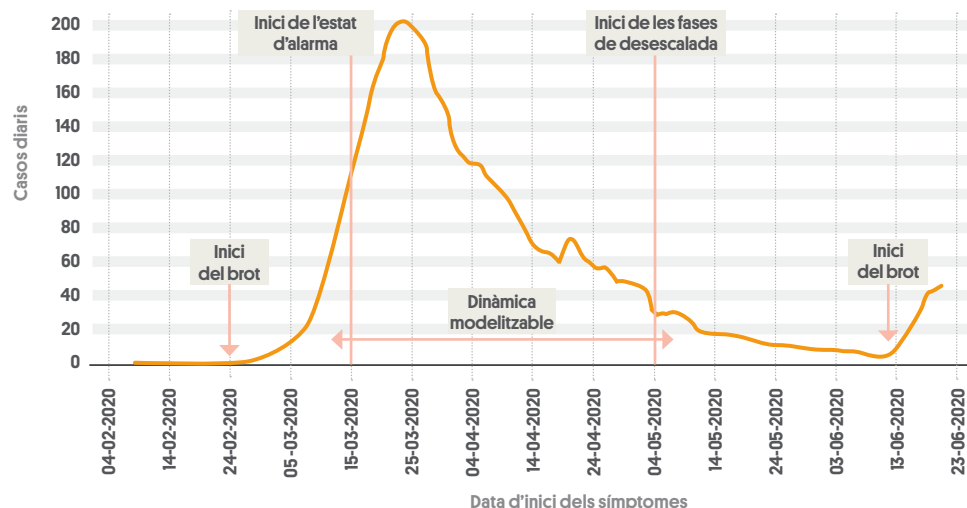
⁶ COVID-19 en España. Mapa de incidencias acumuladas por provincias y por semanas epidemiológicas. Ministerio de Sanitat i Ministerio de Ciència i Innovació del Govern d'Espanya.

⁷ COVID-19 Pandemic. Epidemiological updates and risk assessment. Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties.

⁸ COVID-19 surveillance report. Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties.

⁹ Rapid Risk Assessment. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the EU/EEA and the UK – Tenth Update. Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties. 11 de juny de 2020.

Gràfic 1 Evolució de l'epidèmia de COVID-19 a l'Aragó i quan van resultar útils els models epidemiològics.



Font: Instituto de Salud Carlos III.

2. Es pot estimar la probabilitat d'aparició d'un brot mitjançant l'anàlisi de dades?

“El principal indicador per avaluar la probabilitat que aparegui un brot és el nombre de casos actius o població infecciosa. Aquesta població no pot identificar-se amb exactitud, però sí que pot estimar-se mitjançant el nombre de casos diagnosticats els últims 14 dies.”

La resposta és sí. El principal indicador per avaluar la probabilitat que aparegui un brot és el nombre de casos actius o població infecciosa. Aquesta població no pot identificar-se amb exactitud, però sí que pot estimar-se mitjançant el nombre de casos diagnosticats els últims 14 dies. De fet, es recomana utilitzar la “incidència acumulada els últims 14 dies”, és a dir, el nombre de casos diagnosticats per 100.000 habitants (IA_{14}), tal i com fa el Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties. Si el nivell de casos actius és molt baix, la probabilitat que hi hagi brots serà també molt baixa. **Si és alt, la probabilitat que apareguin nous brots serà igualment alta**¹⁰.

Hi ha d'altres indicadors de circulació del virus que poden ser interessants per avaluar la probabilitat d'aparició de nous brots:

a) Anàlisi d'aigües residuals. Un d'ells és l'anàlisi de presència i concentració de material genètic del virus en aigües residuals¹¹. Aquesta vigilància ofereix una possibilitat complementària a la vigilància epidemiològica clínica tradicional, ja que agrega informació útil a nivell poblacional. Proporciona una mostra de la població infectada en una zona determinada, traçable gràcies al coneixement de la xarxa hidrològica de les aigües residuals, i que pot incloure material genètic del virus procedent de la població infectada, que excreta coronavirus per la femta i l'orina. Aquesta població inclou casos asimptomàtics o presimptomàtics, casos simptomàtics que potser no han estat diagnosticats (s'ha de recordar que el 80% de casos de COVID-19 són lleus o molt lleus) i individus que tenen la malaltia però que no s'han posat en contacte (i potser no ho faran) amb el sistema sanitari.

¹⁰ Horton R. Offline: The second wave. *The Lancet*. 2020; 395:1960

¹¹ Lodder W, de Roda Husman AM. SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also data source. *The Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2020; 5:533-534.

Hi ha estudis inicials¹² els resultats dels quals mostren que la vigilància d'aigües residuals podria detectar la presència de SARS-CoV-2 abans que el virus s'estengui a una població concreta i que els nivells virals detectats a aigües residuals són paral·lels en gran proporció amb els augments registrats de casos clínics de COVID-19 a Holanda o Austràlia, entre d'altres països. Aquests estudis indiquen el **potencial d'aquesta metodologia per proporcionar un avís anticipat** d'un possible brot en una localització determinada, així com la necessitat de millorar els models de predicció i la determinació quantitativa del SARS-CoV-2 a aigües residuals per comprendre la relació entre les concentracions de material viral a aquestes aigües i les infeccions actives a la població.

b) Proves PCR sistemàtiques. També s'ha demostrat la utilitat de **dur a terme proves (PCR) sistemàtiques a una mostra representativa o aleatòria de la població o a un grup de població concret** (per exemple, professionals sanitaris i dones embarassades) com a mètode de cribratge per tractar d'estimar el nivell de circulació del virus mitjançant la identificació de casos, especialment asimptomàtics o presimptomàtics, a aquestes poblacions concretes. A Wuhan, les autoritats xineses van fer recentment proves massives després de detectar-hi un augment lleu de casos. En un període de dues setmanes es van fer entre 6 i 11 milions de proves, gràcies a les quals es van detectar 300 casos, gairebé tots asimptomàtics. Així doncs, aquesta **no sembla a priori una estratègia molt eficient** i sí, sens dubte, molt difícil de portar a terme en la pràctica.

A fi i efecte de detectar portadors asimptomàtics o de fer estudis de contactes en situacions de baixa prevalença, es pot considerar la possibilitat de dur a terme l'anomenat **pool testing** (prova agrupada) que consisteix a agrupar un nombre limitat de mostres (deu, per exemple) i fer una PCR a aquesta única mostra agrupada. Si el resultat és negatiu, els deu individus origen de la mostra són, amb alta probabilitat, negatius. Si el resultat és positiu, han de analitzar-se aleshores individualment les deu mostres origen per determinar qui és o qui són els individus positius i procedir-ne a l'aïllament. Encara que la mostra agrupada augmenti lleugerament la possibilitat d'obtenir un resultat fals negatiu (per la dilució de les deu mostres en una sola), **aquesta metodologia pot estalviar temps i recursos** ●

¹² Mallapaty S. How sewage could reveal true scale of coronavirus outbreak. *Nature*. 2020; 580: 176-177.

3. Es pot avaluar el risc que un brot es descontrolï?

“El que finalment determinarà si la probabilitat que un brot es descontrolï és alta o baixa és la capacitat de diagnòstic i d'estudi de contactes de la població.”

La resposta és sí. Per avaluar el risc que un brot es descontrolï, cal disposar d'un bon sistema d'alertes que actuï com a detector precoç de brots en creixement. En segon lloc, s'han d'identificar els factors que poden afavorir aquest creixement o contribuir-ne al control. El que finalment determinarà si la probabilitat que un brot es descontrolï és alta o baixa és la capacitat

de diagnòstic i d'estudi de contactes de la població. Si s'assoleixen nivells d'incidència alts, el sistema d'atenció primària i salut pública pot perdre la capacitat de fer-ne el seguiment cas a cas, i es perdria el rastre a les cadenes de contagi. El quadre 1 sintetitza els aspectes més rellevants en la detecció i avaluació de risc d'un brot ●

Quadre 1. Principals aspectes que cal tenir en compte per avaluar el risc associat a un brot.

- **Increment significatiu en el nombre de casos.** Un increment significatiu puntual és el primer signe d'alerta.
- **Consolidació de l'increment al llarg d'uns dies.** Si l'increment se sosté en el temps, indica un augment significatiu dels casos actius que poden actuar de focus de nous contagis i, en conseqüència, augmentar el nombre de cadenes de contagi.
- **Increment simultani del nombre de casos en àrees geogràficament properes.** Petits increments simultanis en regions properes poden indicar un cert nivell de transmissió comunitària.
- **Nivell de mobilitat de l'àrea afectada.** Un nivell alt de mobilitat és indicatiu de major interacció entre persones, i pot contribuir a l'aparició de nous focus a d'altres zones.
- **Densitat de població de l'àrea afectada.** Una densitat de població alta incrementa el risc de transmissió comunitària i dificulta el seguiment individualitzat de les cadenes de contactes.

4. Algunes eines per a la detecció precoç i l'avaluació de risc

“En la fase actual de l'epidèmia és essencial treballar a una escala el més petita possible. Si s'han d'aplicar mesures de contenció, sempre serà millor fer-ho en un edifici que en un barri, població, comarca o província. Tot i així, treballar amb números petits dificulta una anàlisi completa i profunda de la situació.”

En la fase actual de l'epidèmia és **essencial treballar a una escala el més petita possible**. Si s'han d'aplicar mesures de contenció, sempre serà millor fer-ho en un edifici que en un barri, població, comarca o província. Tot i així, treballar amb números petits dificulta una anàlisi completa i profunda de la situació, de manera que s'ha de trobar un bon equilibri entre l'escala i aquesta capacitat d'anàlisi.

Quan parlem de detecció de brotes i avaluació de risc de control o descontrol, hi ha tres indicadors essencials:

a) Estan augmentant els casos? A quin ritme?

Hi ha diverses variables que poden respondre aquestes preguntes. A escala de regió sanitària, província o superior es pot treballar amb el nombre reproductiu efectiu (R_t). Aquest nombre depèn de la susceptibilitat “real” de la població. El valor de R_t és probablement menor que el del nombre de reproducció bàsica (R_0), atès que té en compte d'altres factors com ara si algunes persones tenen immunitat. El nombre reproductiu efectiu canvia amb el temps i és una estimació més realista, basada en les condicions de la població. També es pot emprar una magnitud equivalent, com és el nombre reproductiu empíric (ρ_t). A escala geogràfica inferior és més recomanable utilitzar algun tipus de increment relatiu de casos, per exemple, comparant els casos nous en dues setmanes successives.

b) Quina població està propagant la malaltia a aquest ritme? No és el mateix que els casos s'estiguin duplicant si tenim 3 persones infeccioses (en passarem a 6) que si en tenim 300 (en passarem a 600). La incidència acumulada dels últims 14 dies pot ser un bon indicador en aquest sentit.

c) Quina és la capacitat de diagnòstic i seguiment de contactes del sistema? Mentre que el nombre de casos nous pugui ser assumible pel sistema de detecció i seguiment, el brot podrà romandre sota control. Un bon indicador n'és el **nombre de proves diagnòstiques que poden**

fer-se en un dia, per 100.000 habitants (*DTL, Daily Testing Level*). Aquest nombre ens pot situar en una zona de risc baix, intermedi o alt.

Aquests tres indicadors se sintetitzen als **diagrames de risc**, on es poden visualitzar fàcilment els brots. El gràfic 2 mostra els diagrames de risc de dues regions sanitàries catalanes, el Camp de Tarragona i Lleida, on es pot observar un brot incipient resolt sense complicacions (Tarragona) i un brot que va requerir posposar el canvi de fase en la desescalada (Lleida).

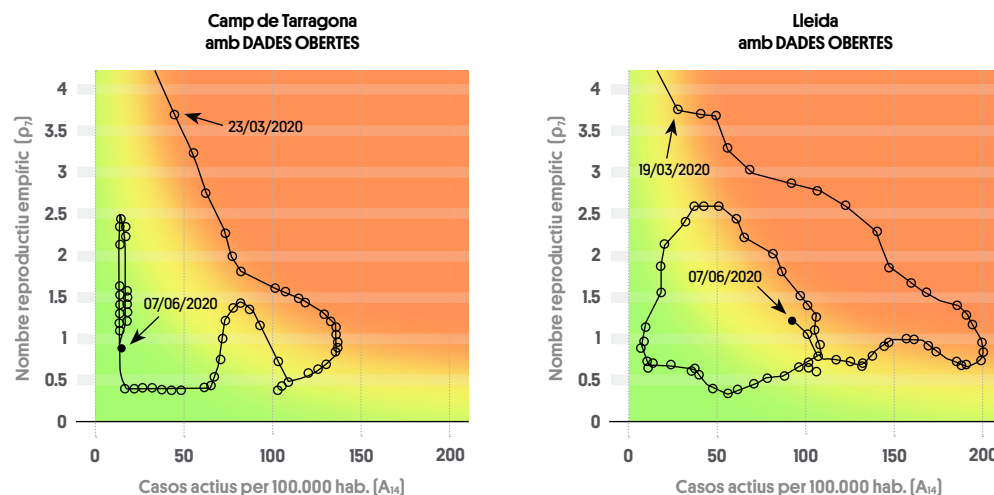
En l'eix horitzontal se situa el potencial infecció (o equivalent), “casos actius per 100.000 habitants” (incidència acumulada en els últims 14 dies)” (IA_{14}). En l'eix vertical se situa el ritme de propagació (o equivalent), (ρ_t). Finalment, s'estableix un codi de colors basat en el *Daily Testing Level* (*DTL*) que distingeix aquelles zones de risc baix (verd), intermedi (groc) i alt (vermell). **A les zones de risc baix i intermedi el sistema seria capaç de fer un seguiment dels casos i contactes. A la zona de risc alt es perdria aquesta capacitat i hauria de valorar-se la possibilitat d'aplicar mesures de distanciament físic** per trencar les cadenes de contagi. Cada punt del diagrama representa un dia.

Un **augment puntual** del nombre de casos s'observa com una pujada de la corba al diagrama de risc (augment de ρ_t). Si aquest augment no va seguit de casos secundaris, la corba torna a baixar. En aquest cas, el brot ha estat incipient i s'ha resolt sense més complicacions. **Si apareixen casos secundaris**, la corba es desplaçarà cap a la dreta (augment d' IA_{14}). Mentre això passi a les zones de risc verd i groc, el control cas a cas és possible. Si augmenta el nombre de cadenes de transmissió, la corba pot penetrar a la zona de risc vermella, on hauria de valorar-se si el control cas a cas és encara possible o si s'han de prendre mesures de reforç del sistema d'atenció primària o de distanciament físic, per exemple.

Gràfic 2. Diagrames de risc de la regió sanitària del Camp de Tarragona (esquerra) i de Lleida (dreta).

Brots visibles a la part final de les corbes (finals de maig a principi de juny). A Tarragona, el diagrama reflecteix un brot incipient que es va resoldre sense conseqüències. A Lleida, el diagrama reflecteix

un brot que va requerir perllongar una fase de confinament per aconseguir-ne la resolució. Les fletxes indiquen les dates d'inici i final d'ambdós brots.

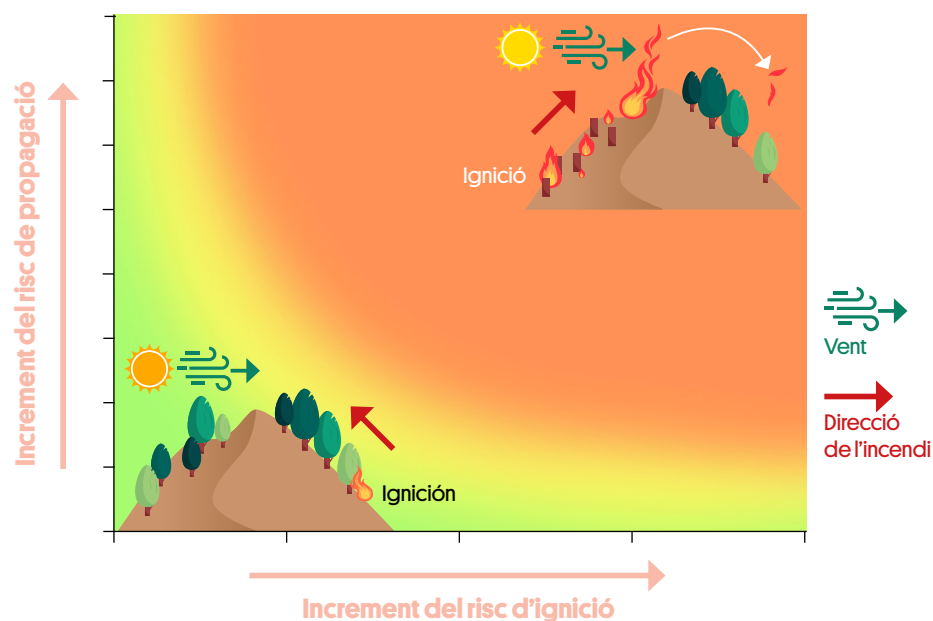


Font: Grup d'Investigació de Biologia Computacional i Sistemes Complexos. UPC.

El gràfic 3 ofereix una explicació addicional, per analogia amb la propagació dels incendis forestals. En incendis forestals el risc té dos components: el **risc d'ignició**, que pot dependre, entre d'altres factors, de la temperatura i la humitat, i el **risc de propagació**, que també pot dependre de la temperatura i la humitat, però que a més s'incrementarà amb el vent o amb la densitat de material combustible. Per a la COVID-19, l'aparició de nous casos és equivalent a la ignició, i el seu risc depèn del valor d' IA_{14} . El risc de propagació pot estimar-se mitjançant ρ_7 , i depèn del comportament de la població, de la seva mobilitat, de la densitat de població i de la rapidesa de resposta i qualitat del sistema de vigilància epidemiològica. El producte dels dos paràmetres ($IA_{14} \cdot \rho_7$), no només mesura la major

o menor probabilitat d'aparició de casos, sinó la probabilitat que aquests casos esdevinguin un brot no controlable sense mesures de contenció ●

Gràfic 3. L'analogia dels incendis forestals.



Font: Elaboració pròpia a partir de http://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_es.pdf.

5. Resum: Les claus per a un possible millor control dels brots

“Les claus per a un millor control dels brots passen per detectar-los a temps, dur a terme l'estudi de tots els contactes i adoptar mesures de control.”

- 1. Detectar-ho a temps.** Quan hi ha encara pocs casos, avaluant els diagrames de risc, identificant totes (o una gran majoria) de les persones potencialment afectades, fent proves diagnòstiques (PCR) per confirmar ràpidament si estan o no infectades. És molt important tenir capacitat per detectar com més aviat millor qualsevol brot, a partir d'una bona informació epidemiològica i mitjançant eines d'anàlisi temporo-espacial ràpid.
- 2. Dur a terme l'estudi i seguiment de tots els contactes identificats** (recordar que fins a un 40% dels casos poden ser asimptomàtics). Procedir a l'aïllament dels casos o a la quarantena dels contactes durant un període de 10 a 14 dies per evitar la transmissió.
- 3. Adoptar mesures de control proporcionals i tan limitades como sigui possible,** que puguin anar escalant-se segons les necessitats i l'evolució del brot.

PER SABER-NE MÉS

- COVID-19 en España. Mapa de incidencias acumuladas por provincias y por semanas epidemiológicas. Ministeri de Sanitat i Ministeri de Ciència i Innovació del Govern d'Espanya.
- COVID-19 Pandemic. Epidemiological updates and risk assessment. Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties.
- COVID-19 surveillance report. Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties.
- Rapid Risk Assessment. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the EU/EEA and the UK – Tenth Update. Centre Europeu per a la Prevenció i Control de Malalties. 11 de juny de 2020.

ISGlobal Institut de
Salut Global
Barcelona

Una iniciativa de:

 Fundació "la Caixa"

CLÍNIC
BARCELONA
Hospital Universitari

 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

 Generalitat
de Catalunya

 GOBIERNO
DE ESPAÑA

 Parc
de Salut
MAR

 upf.
Universitat
Pompeu Fabra
Barcelona

 Ajuntament de
Barcelona