

Curs 2014-2015

Estudi de la viabilitat agronòmica i ambiental del  
conreu de la quinoa a la vall d'Alinyà



Autors : Edwin Alejandro Baca, Elisenda Bea,  
David Cabau, Òscar López i Alejandra  
Romeral

Curs 2014-2015

## Resum

La capacitat d'adaptabilitat agroecològica de la quinoa a diferents llocs i pisos altitudinals ens porta a treballar amb paràmetres que influeixen en el seu creixement i desenvolupament. Els paràmetres són extrapolats des d'altres estudis i comparats amb la informació obtinguda i treballada en les parcel·les experimentals d'una finca a la Vall d'Alinyà. A partir d'aquí, establim rangs d'adaptabilitat pels conreus utilitzables de la finca, considerant factors com l'altimetria, el pendent i la temperatura mínima. La quinoa, a la Vall d'Alinyà presenta un millor desenvolupament entre els 582 m fins els 1400 m d'altitud, pendents de 0 a 15% i temperatures mínimes de -0,2 °C a 4,6 °C. A més, s'identifiquen afeccions per aus, àfids i pels vents. També s'ha determinat la penjada de carboni per a dos escenaris: la producció de quinoa i la importació d'aquesta des del Perú, i un hipotètic cas de producció de quinoa a la Vall d'Alinyà.

## Resumen

La capacidad de adaptabilidad agroecológica de la quinua en diferentes lugares y pisos altitudinales, nos lleva a trabajar con parámetros que influyen en su crecimiento y desarrollo. Los parámetros son extrapolados desde otros estudios y comparados con la información obtenida y trabajada en las parcelas experimentales de una finca en el valle de Alinyà. A partir de ello, establecemos rangos de adaptabilidad por los cultivos utilizables de la finca, considerando factores como la altimetría, la pendiente y la temperatura mínima. La quinua al valle de Alinyà es más viable entre los 582 m hasta las 1.400 m de altitud, pendientes de 0 a 15% y temperaturas mínimas de -0,2°C a 4,6 °C. También se identifican afecciones por aves, áfidos y los vientos. Hay que añadir que se ha determinado la huella de carbono para dos escenarios: la producción de quinua y la importación de esta des de Perú, y un hipotético caso de producción de quinua en el valle de Alinyà.

## Abstract

The capacity of agro-ecological adaptability of quinoa in different places and altitudinal. Leads us to working with parameters that influence their growth and development. The parameters are extrapolated from other studies and compared with information obtained and worked in the experimental plots of a farm in the valley of Alinyà, from this; we establish ranges of adaptability for used farm crops, considering factors such as altimetry, slope and low temperature. Quinoa Alinyà valley is more feasible between 582 m to 1,400 m altitude, earrings 0-15% and minimum temperatures of -0.2°C to 4.6 °C. And identify conditions for birds, aphids and winds. We have determined the carbon hung for two scenarios: In Peru as in the hypothetical case of quinoa production in the valley of Alinyà.

## INTRODUCCIÓ

La quinoa és un pseudocereal que ha estat cultivat, des de fa milers d'anys, en la regió andina de Sud-Amèrica, que s'estén des de Veneçuela fins al nord d'Argentina i Xile. Destaca per les seves grans propietats nutricionals, ja que conté tots els aminoàcids essencials que requereix l'ésser humà i es tracta d'un aliment molt important en dietes vegetarianes, gracies al seu elevat contingut en proteïnes de qualitat, i també es apta per a celíacs.

Catalogada per la FAO com un dels cultius promissoris de la humanitat, es tracta d'una planta que està considerada com una alternativa real per a donar solució als problemes de nutrició humana del món.

Si bé a Europa s'han realitzat diverses probes relatives al cultiu i producció de Quinoa, en l'actualitat, gairebé la totalitat de quinoa que es consumeix en la Unió Europea prové de la importació des de països Sud-Americans.

Aquesta investigació, pretén avaluar la viabilitat agronòmica de la quinoa en un territori pirinenc amb característiques similars a les del territori original. La Vall d'Alinyà, per les seves característiques climàtiques i morfològiques, presenta unes condicions similars a les de les Valls dels Andes i es per aquest motiu que ha estat el territori escollit a l'hora de realitzar aquest estudi.

Així doncs, aquesta investigació, que parteix d'un projecte de cooperació i col·laboració amb el grup de recerca agronòmica per la introducció del cultiu de la quinoa a la Vall d'Alinyà, format pels enginyers agrònoms Guido Huamán i Jorge Tintaya, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú, té per objectiu el seguiment del desenvolupament de diferents cultius experimentals de Quinoa en aquest territori per tal d'avaluar-ne la viabilitat agronòmica i la capacitat per esdevenir un cultiu d'oportunitat.

## OBJECTIUS

En aquest treball s'analitzen algunes de les principals variables ambientals, agronòmiques i fisiogràfiques mitjançant la realització d'un cultiu experimental en les parcel·les agrícoles de Ribatell, Mijenca i Prat-Caní per determinar quines són les condicions més idònies per tal que el cultiu de la quinoa a la vall d'Alinyà sigui agronòmic- i ambientalment adaptable.

Metodologia – Treball de camp

El treball de camp ha estat una part molt rellevant pel que fa a la realització del nostre estudi, ja que ens ha permès obtenir, de manera directa, un elevat coneixement sobre el cultiu, i una gran quantitat de dades sobre el desenvolupament de les plantes i la seva relació amb l'entorn on es troba cada parcel·la.

La metodologia utilitzada per a l'obtenció d'aquestes dades es basa en les diferents avaluacions realitzades en les diverses parcel·les de cultiu. Així, s'han realitzat tres avaluacions diferents, corresponents a les parcel·les de Ribatell (1040 msnm), Mijenca (1213 msnm) i Prat-Caní (1631 msnm).

A l'hora de portar a terme cadascuna d'aquestes avaluacions, es realitzava una observació minuciosa de les plantes etiquetades amb un codi individual. Cada varietat de quinoa tenia alguns individus etiquetats, de manera que el seguiment del cultiu fos el més representatiu possible. S'avaluaven diferents caràcters per a cadascun dels individus etiquetats, i s'anotaven les dades en unes taules, que posteriorment serien tractades i analitzades.

## Metodologia - Anàlisi i tractament de dades

L'anàlisi de les dades recollides al camp s'ha realitzat utilitzant alguns programes informàtics d'anàlisi estadístic i de redacció com el Microsoft Word o l'Excel.

La metodologia utilitzada en l'elaboració d'aquest anàlisi es basa en l'estudi de diferents criteris associats al desenvolupament del cultiu de quinoa. Així, s'han analitzat l'altura total de les plantes, l'altura de la seva panotxa, l'afectació per àfids, l'afectació per les aus i l'estat de maduració del gra.

L'obtenció de les dades per a cada individu identificat, de cada varietat, ha permès establir comparacions i identificar diferències entre les diferents varietats i també entre blocs (disposició de les plantes segons la sembra) i parcel·les de cultiu. D'aquesta manera, s'han realitzat càlculs estadístics per obtenir els valors mitjans per a cada criteri i varietat en les diferents parcel·les i s'han elaborat taules i gràfics representatius que permeten observar les diferències existents en cada criteri estudiat.

## Metodologia: malalties i plagues

En el treball de camp s'ha procedit a identificar les principals malalties i plagues que afecten al cultiu mitjançant l'observació directa de les plantes de quinoa a cada parcel·la i amb l'assessorament del grup de recerca agronòmica, de l'agricultor Agustí Betriu i dels investigadors de l'IRTA:

*1. Grup de recerca agronòmica per la introducció del cultiu de la Quinoa a la Vall d'Alinyà format pels enginyers agrònoms Guido Huamán i Jorge Tintaya de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.*

*2. Agustí Betriu Espugué, pagès d'Alinyà que realitzà la primera prova pilot de plantar quinoa a la vall amb el suport de la Fundació Catalunya - La Pedrera a l'any 2011.*

*3. Carmen Biel, Cap del Programa d'Horticultura Ambiental (IRTA) i Robert Savé, Coordinador de Vitivinicultura (IRTA).*

## Metodologia Cartogràfica

Obtinguda tota la informació cartogràfica necessària i les dades meteorològiques de l'àrea d'estudi, aquesta es va dividir en dos: Un primer grup de cartografia permet treure informació per al diagnòstic de la finca, com la temperatura mitjana anual, temperatura mínima anual, precipitació anual, evapotranspiració, humitat relativa i dies de glaçades mensuals. El segon grup correspon a les de cobertes de ús del sòl, el de conreus disponibles de la finca com els paràmetres de la altimetria, radiació, orientació, pendents i de vents. Aquest, ens permetrà fer una zonificació potencial d'àrees de producció de quinoa a la finca, basada en rangs classificats com a òptim, apte i no apte para cadascun dels paràmetres.

La metodologia es fa servir del GIS (System Information Geography) per l'anàlisi espacial corresponent, per això, es determinen dues fases. En una primera fase s'estableixen rangs que ens permetran desenvolupar la tasca de zonificació de la finca. Aquesta fase involucra tres passos: El primer pas es establir rangs a partir de dades teòriques òptimes i tolerables d'altres estudis, on la quinoa s'ha desenvolupat segons els diversos paràmetres en les zones andines. En un segon pas, s'ha obtingut els paràmetres per a cadascuna de les parcel·les experimentals a la vall d'Alinyà per tal de determinar, posteriorment, segons aquestes dades, els rangs òptim i tolerable de la quinoa a la vall d'Alinyà. El tercer pas consisteix en determinar els rangs d' Òptim, Apte i No apte per a la quinoa en la finca d'Alinyà segon els paràmetres establert (Taula 1).

La segona fase consisteix en relacionar els conreus disponibles de la finca d'Alinyà amb tres paràmetres bàsics que influeixen directament en el desenvolupament de la quinoa com són el pendent, l'altitud i la temperatura mínima anual.

Taula 1 Rangos establerts pel cultiu de quinoa a la vall d'Alinyà

Font: elaboració pròpia a partir d'informació extreta de: ACDC; Atlas Climàtic Digital de Catalunya; Escala de Beaufort, FAO ([www.fao.org](http://www.fao.org)); INE ([www.ine.es](http://www.ine.es)); La quinoa, cultiu mil·lenari per a contribuir a la seguretat alimentària mundial. Informe tècnic de la Oficina Regional per America Latina i el Caribe- FAO (2011); La quinoa ,Historia, distribució geogràfica, actual producció i usos. Mario Tapia Núñez.(2011); La quinoa i els seus parents silvestres,article d'investigació, Angel Mujica & Sven-E..Jacobsen (2013); Meteocat; SIGPAC; Zonificació agroclimàtica de la quinoa i kiwicha , article d'investigació , UNFV-FIGAE (2013)

Rangos establerts pel cultiu de quinoa a Alinyà			
Paràmetre	No apte	Apte	Òptim
<b>Precipitació (mm)</b>	100 - 250 mm	250 - 500 mm	500 - 850 mm
<b>Temperatura mitjana (°C)</b>	0° - 3°	4° - 7°	8° - 12°
<b>Humitat relativa (%)</b>	100 a 88	80 - 88	40 - 80
<b>Radiació (% respecte la vall) (h sol/dia)</b>	0,00 – 60,88 % 0,0 -5,5 h/dia	60,89 - 66,30 % 5,6 - 6,0 h/dia	60,90 -100 % 6,1 – 9,2 h/dia
<b>Orientació</b>	-	-	-
<b>Altimetria (msnm)</b>	1400,01 - 2386,87 msnm	581,51 – 999,99 i 1300,00 – 1400,00 msnm	1000,00 - 1300,00 msnm
<b>Pendent (%)</b>	15,1 – 100%	5,1 – 15,0 %	0,0 – 5,0 %
<b>Temperatura mínima (°C)</b>	-6,1 a -0,2	-0,19 a 1,49°C	1,5 a 4,6
<b>Vent (m/s) (km/h)</b>	>13,8 m/s >50 km/h	5,5 - 13,8 m/s ( 20 - 50 km/h)	0 - 5,4 m/s (0 - 19 km/h)

#### Metodologia: cartografia - vents

A partir dels ràsters resultants de la simulació de vents amb el programa Windninja del TFG Valoració del risc d'incendi a la vall d'Alinyà (2014) de direcció dominant i intensitat del vent, s'han transformat i representat cartogràficament mitjançant el programa ArcMap (ArcGIS) i amb criteris de classificació de l'aptitud de la intensitat del vent. Aquests últims, s'han establert en base a l'escala de Beaufort i als registres de dades d'intensitat mitjana mensual i anual del vent, de la ratxa màxima diària, de les ratxes màximes mensual i anuals i de la direcció del vent per les Estacions Meteorològiques Automàtiques (EMA) d'Oliana, Organyà, el Port del Compte i la Seu d'Urgell del Servei Meteorològic de Catalunya, que són les estacions més properes al àmbit d'estudi que proporcionen dades de vents.

#### Metodologia per determinar la penjada de carboni

Per avaluar l'impacte ambiental del cultiu de la quinoa s'ha calculat la petjada de carboni de la quinoa en dos escenaris diferents: 1) Producció i importació de quinoa des del Perú i 2) Hipotètica producció de quinoa a la vall d'Alinyà pel consum de proximitat. A cadascun dels escenaris s'ha calculat la petjada de carboni en funció la quantitat de fertilitzants (nivells alts, intermedis o sense fertilitzants). A l'hora de fer els càlculs s'ha seguit la metodologia proposada al document *Metodología para el cálculo de emisiones de GEI y auditoria de GEI, SCC, 2011*. Per últim, s'ha calculat la producció mínima als camps experimentals d'Alinyà per tal que la petjada de carboni de la quinoa produïda a la vall sigui menor que la de la quinoa produïda i importada des del Perú.

## RESULTATS I DISCUSSIÓ

### Anàlisi i interpretació de les dades

El tractament de les dades recollides al camp ens ha permès determinar alguns aspectes rellevants pel que fa al desenvolupament del cultiu. En primer lloc, hem pogut veure que hi ha una diferència clara entre el creixement de les plantes en les diverses parcel·les, de manera que en la parcel·la de Prat-Caní, que es troba a major altitud, el cultiu ha assolit una alçada total significativament inferior a la de les altres parcel·les. Pel que fa a les alçades de les panotxes, també s'observa la mateixa tendència.

També s'ha observat que l'estat de maduració del gra no es trobava en un estadi prou avançat com per poder procedir a la recol·lecció. En alguns casos, fins hi tot, es trobava en un estadi inicial de formació, probablement degut a les baixes temperatures que s'assolien durant les nits a la Vall.

Un dels aspectes més rellevants que s'han identificat ha estat la relació entre l'afectació per aus i la morfologia de la panotxa de les plantes. S'ha detectat una relació molt evident entre aquests dos paràmetres. Així, podem afirmar que les plantes que presenten una panotxa amb morfologia compacta, es veuen menys afectades per les aus que les plantes amb morfologia laxa. Aquesta es una dada amb una gran importància, ja que l'afectació per les aus representa la major problemàtica a la que s'ha d'enfrontar el cultiu.

Així doncs, l'anàlisi de les dades ens ha permès obtenir informació sobre les varietats que s'haurien de sembrar en un hipotètic escenari de cultiu futur, a més de determinar zones favorables per al desenvolupament de les plantes. També ens ha aportat una visió de la problemàtica a la que s'enfronta un cultiu d'aquestes característiques i de les mesures

que s'haurien d'implantar per tal de garantir-ne la viabilitat agronòmica.

### Malalties i plagues

En les avaluacions de camp s'ha detectat que el cultiu, en qualsevol de les parcel·les, estava afectat pel la malaltia del Míldiu, que es caracteritza per provocar danys a la fulla que s'evidencien per unes taques de color verd clar, groc, vermell o gris i que, si no es tracta, pot comportar la defoliació de la planta (Taula 2); i per diferents plagues d'insectes, especialment per àfids i coleòpters.

Els experts agrònoms<sup>22</sup> consultats van detectar que el cultiu és especialment vulnerable de ser atacat per escarabats (tan larves com adults) en els primers estadis del desenvolupament de les plantes, a partir de la sembra fins que aquestes assoleixen els 40 o 50 centímetres d'alçada. S'ha identificat que un dels agents era l'escarabat de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*), però també s'ha observat a una altra espècie de coleòpter, d'adults de color negre, que no s'ha pogut identificar.

Pel que respecta a la plaga d'àfids, s'han detectat diverses espècies no identificades, que formant colònies al revers de les fulles, brots i tiges causant el debilitament de la planta per la succió de la seva (Taula 2). Totes les parcel·les han estat afectades per àfids, si bé la parcel·la de Prat-Caní mostra un grau d'afectació menor (34,3%) respecte a les parcel·les de Ribatell i Mijenca (63,8 i 68,9% respectivament).

Taula 2. Principals malalties, plagues i predadors del conreu de quinoa a la vall d'Alinyà.

Font: elaboració pròpia a partir d'observacions directes a camp, consulta a experts\* i referències [A. Bhargava, S. Srivastava. (2013); ICHN (2014). <http://ichn.iec.cat>; A. Mujica et al. (1998); J. Pujade, J. Selfa (2002); A. Regaño et al. (2013); i M. Tapia (2000)].

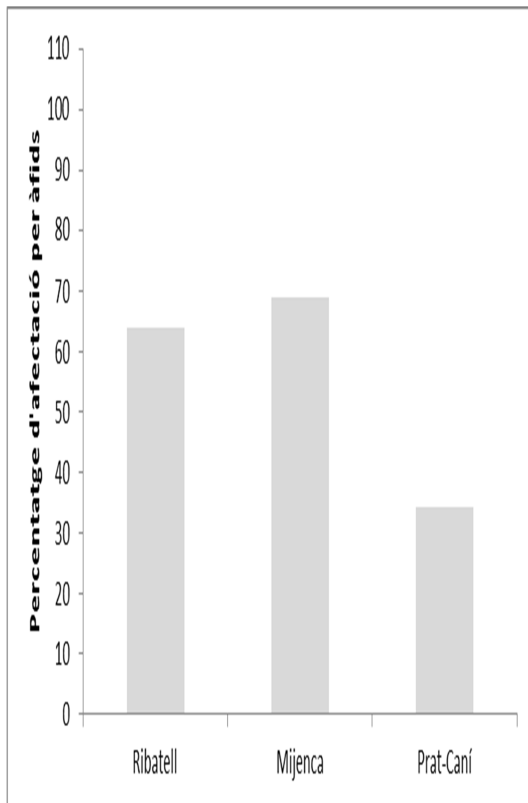
Agent/s causant/s	Malaltia / Plaga / Predació	Aspecte	Dany
<i>Peronospora farinosa</i> – FONG/PROTIST	Míldiu	Taques de color verd clar i després groc o vermell a les fulles i tiges.	A les fulles. Defoliació.
Àfids (O. HEMIPTERA: SF.Aphidoidea )	Plaga de pugons	Formen colònies al revers de les fulles, brots i inflorescències. N'hi ha de verds, negres, vermells i blancs; alats o àpters.	Succionen la saba causant el debilitament i pansiment de la planta.
Escarabat de la patata ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> ) (O. COLEOPTERA: F. Chrysomelidae)	Plaga d'escarabat de la patata	Postes de 10-20 ous ovalats i grocs al revers de la fulla. Larves: groc-taronja amb dobles fila de taques negres als costats de l'abdomen. Adults: forma oval de color groguenc amb taques i ratlles negres.	A les fulles. Defoliació.
Coleòpter	No identificat	Adults de color negre.	Defoliació de les plàntules. Destrucció total cultiu pilot (2011).
Pinsà comú Pinzón vulgar ( <i>Fringilla coelebs</i> ) (O. PASSERIFORMES: F. Fringillidae)	Predació dels grans.		Es menja el gra madur o immadur. Lesions a la panotxa. Caiguda de llavors a terra.
<i>Sus scrofa</i>	Predació de llavors i plàntules.		Es menja les llavors recent sembrades. Destrucció del cultiu.

No obstant tot el comentat amb anterioritat, el principal problema detectat en el conreu és l'afectació per aus, i en concret, pel pinsà comú (*Fringilla coelebs*). Aquesta au, fonamentalment hivernant però que presenta poblacions sedentàries a Catalunya, s'alimenta dels grans de quinoa i el seu elevat nombre, sobretot a partir dels mesos de setembre-octubre, suposa un problema per assolir bons rendiments de producció. El grup de recerca agronòmica ha implantat

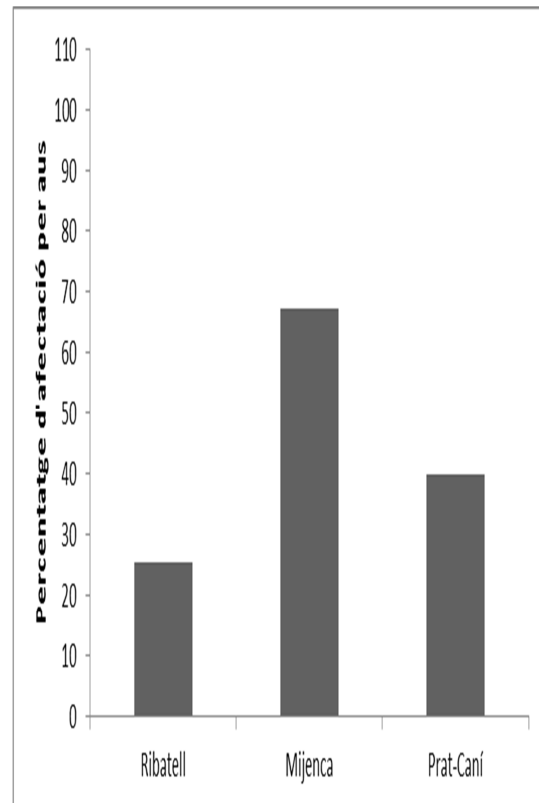
mesures com són la col·locació de cintes i objectes brillants per tal d'espantar a les aus, però no han resultat eficaces ja que el vent n'ha fet malbé una bona part i els pinsans han seguit acudint en gran nombre a alimentar-se dels grans de quinoa. La parcel·la que presenta una major afectació per aus és la de Mijenca amb el 67,1% d'afectació, seguida de la de Prat-Caní amb un 40,0% i, en menor mesura, la parcel·la de Ribatell, on l'afectació només és del 25,8%.

Aquestes diferències poden ser degudes a que les dues primeres parcel·les hi ha escassa freqüentació humana, en canvi la parcel·la de Ribatell està situada relativament propera al nucli de Llobera i és limítrof amb la borda del Ribatell, el laboratori de la Fundació La Pedrera, i la carretera que uneix el nucli de Llobera amb l'Alzina d'Alinyà. També influeix la distribució altitudinal del pinsà comú, ja que segons dades del SIOC (2014), el nombre d'individus és menor a partir dels 1600 metres d'altitud respecte a cotes inferiors.

Un altre aspecte observat durant l'avaluació de camp era el pansiment i clorosi en les fulles de la quinoa, que segons els investigadors del IRTA<sup>2</sup> consultats, corresponien a una carència de nutrients (nitrogen, fòsfor, potassi o ferro) del sòl. Aquest darrer aspecte no va poder ser avaluat per manca de mitjans. Finalment, pel que fa a la mesura adoptada consistent en la instal·lació d'un tancat electrificat per evitar l'acció destructora dels porcs senglars (Taula2), s'ha comprovat que és efectiva ja que no s'han produït danys al cultiu.



**Fig. 01 Grau d'afectació per àfids per cada parcel·la experimental.** Per calcular el grau d'afectació mitjà de cada parcel·la s'ha tingut únicament en compte els percentatges d'afectació de les sis varietats (amb els codis: BJ, AM, P3, S4, NC8 i AM9) que han estat cultivades a totes tres parcel·les. Font: elaboració pròpia.



**Fig. 02 Grau d'afectació per aus per cada parcel·la experimental.** Per calcular el grau d'afectació mitjà de cada parcel·la s'ha tingut únicament en compte els percentatges d'afectació de les sis varietats (amb els codis: BJ, AM, P3, S4, NC8 i AM9) que han estat cultivades a totes tres parcel·les. Font: elaboració pròpia.



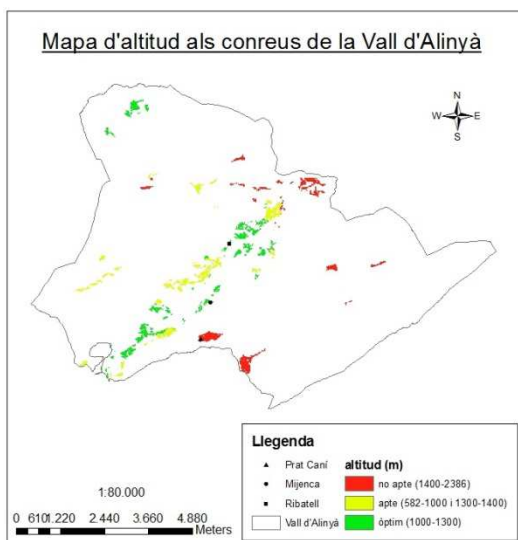
## Resultats cartogràfics

### Zones potencials de cultiu a la vall d'Alinyà

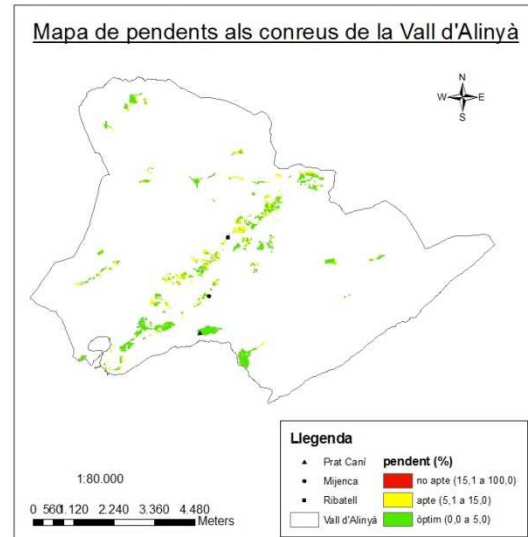
Per la determinació de les zones potencials de cultiu de quinoa a la vall d'Alinyà, s'han considerat tres paràmetres bàsics: l'altitud, el pendent i la temperatura mínima.

L'altitud per l'experiència prèvia a la vall i perquè es relaciona directament amb altres paràmetres com la temperatura mitjana, la precipitació i la intensitat del vent. El pendent, per optimitzar el temps de treball al camp, l'accés ràpid i per poder passar de la llaurada manual a la mecanitzada. Finalment s'ha considerat la temperatura mínima ja que la quinoa pot adaptar-se a un ampli rang de temperatures però no es desenvolupa bé quan les temperatures són massa baixes.

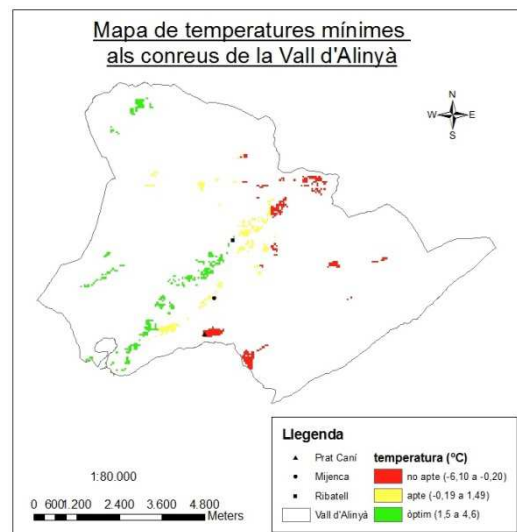
Amb l'ajuda del software ArcGIS 9.3 s'han elaborat tres mapes finals (mapes 1, 2 i 3) combinant cada paràmetre amb els cultius disponibles a la vall.



**Mapa 1. Mapa d'altitud als cultius de la Vall d'Alinyà.** Font: Elaboració pròpia a partir del SIGPAC.



Mitjançant aquests, s'observa que la principal limitació és l'altitud i la temperatura mínima i que es podria corregir conreant entre els mesos d'abril i octubre, evitant així gelades i forts vents. El pendent no és una limitació important tot i que hi ha parcel·les amb millors pendents que altres. En definitiva es pot observar que hi ha una gran quantitat de parcel·les disponibles a la vall en bones i molt bones condicions per cultivar segons els paràmetres climatològics i fisiogràfics considerats i que les zones més òptimes es troben situades al centre i l'oest de la vall.



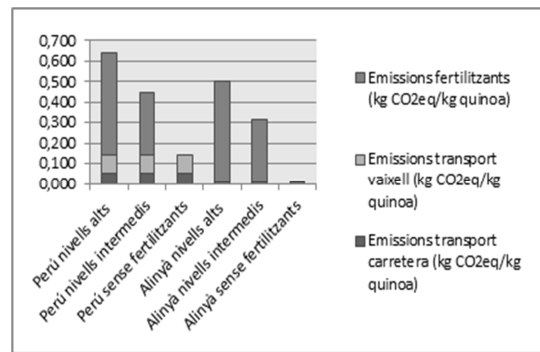
**Mapa 3. Mapa de temperatures mínimes anuals als cultius de la Vall d'Alinyà.** Font: Elaboració pròpia a partir del SIGPAC.

## Resultats i discussió dels Mapes de vent

En el treball de camp s'ha comprovat que el vent és un factor fonamental a tenir en compte de cara al cultiu de la quinoa ja que, per les característiques de la planta, que arriba a créixer més de metre i mig, fa que sigui susceptible a partir danys quan el vent bufa fort. S'ha observat que a major altitud de la parcel·la, el cultiu presenta major afectació pel vent. Així doncs, la parcel·la de Ribatell (1040m) és la menys afectada, on algunes plantes estan lleugera o moderadament inclinades, en canvi, a les parcel·les de Mijenca (1213m) i de Prat-Caní (1631m) hi ha bastantes plantes que estan gairebé tombades o tombades del tot en la direcció contrària a la d'on ha bufat el vent. També s'ha observat en les successives avaluacions de camp, que entre els mesos d'octubre i desembre, el cultiu presentava cada cop més afectació per l'acció del vent.

Malauradament, no s'ha pogut obtenir un model de vent fiable que proporcionés informació sobre les intensitats i direccions dominants dels vents que més afecten al cultiu degut a la seva complexitat de modelització i d'interpretació, i per la falta de contrastació de la informació que proporciona amb dades experimentals. A més, modelitza velocitats mitjanes de vent, que no és la variable més idònia per valorar l'afectació al cultiu ja que, s'ha observat que les afectacions apareixen i són de major magnitud quan es produeixen temporals de vent pel pas de fronts i fortes tempestes. Per aquests motius, finalment s'ha decidit no incloure aquest paràmetre en l'anàlisi cartogràfic per determinar les zones òptimes, aptes i no aptes pel cultiu de la quinoa a la vall d'Alinyà.

## Resultat i discussió penjada carboni



**Fig. 03.** Petjada de carboni derivada de la producció de quinoa en funció del nivell de fertilització i el lloc de producció. Font: elaboració pròpia, 2014.

Als dos escenaris estudiats la major part de les emissions de gasos de GEH provenen de la producció i l'ús de fertilitzants, aquestes representen entre el 77% i el 68% del total d'emissions a l'importar quinoa des del Perú i entre el 98 i el 96% si es produís quinoa a la vall d'Alinyà. També es pot concloure que per cada nivell de fertilització la petjada de carboni de produir quinoa a la vall seria menor que la de d'importar quinoa des del Perú. Produir quinoa a Alinyà suposaria un estalvi del 21% de la petjada de carboni si s'utilitzen nivells alts de fertilitzants, del 30% si s'apliquen nivells intermedis de fertilitzants i del 92% si no s'apliquessin fertilitzants.

Les emissions de GEH (Gasos de Efecte Hivernacle) procedents de l'ús de fertilitzants als camps experimentals d'Alinyà són de 1335 kgCO<sub>2</sub>eq/ha. Si es volgués produir quinoa als camps experimentals la producció hauria de ser d'un mínim de 2126 kg quinoa/ha (un 73% de la producció obtinguda al Perú amb nivells alts de fertilitzants) perquè des d'un punt de vista ambiental fos preferible produir quinoa a Alinyà.

## CONCLUSIONS

### Afeccions per aus:

S'ha observat que l'afecció per aus és un dels principals problemes que presenta el conreu de la quinoa a la vall d'Alinyà i s'ha identificat com a principal predador el pinsà comú (*Fringilla coelebs*), que s'alimenta dels grans de quinoa.

La parcel·la experimental que presentava un major grau d'afectació és la de Mijenca (67,1%), seguida de Prat-Caní (40,0%), en canvi a la parcel·la de Ribatell, el grau d'afectació era menor (25,8%). D'entre totes les varietats avaluades, les que presentaven morfologia laxa han estat més afectades per aus (68%) que les de morfologia compacta (31%).

Per tal de reduir aquesta afectació es van col·locar objectes mòbils brillants en les parcel·les, però aquesta mesura no ha resultat efectiva.

### Afeccions per àfids i coleòpters:

Mitjançant les observacions realitzades durant les avaluacions de camp i les consultes a experts agrònoms, s'ha detectat la presència de plagues d'àfids i coleòpters.

L'afectació per àfids s'ha produït en totes les varietats sense excepció de les tres parcel·les experimentals.

Les dades obtingudes no permeten observar diferències significatives pel que fa a la distribució d'àfids dins de cada parcel·la, entre els blocs i les diferents varietats cultivades. No obstant, s'ha observat que la parcel·la de Prat-Caní (1613m) presenta un menor grau d'afectació (34,3%) que respecte a les parcel·les de Ribatell i Mijenca (63,8 i 68,9% respectivament).

El conreu de la quinoa és més vulnerable a ser afectada per plagues de coleòpters, tant en fase larva com adulta, durant els primers estadis de desenvolupament de les plantes. Un agents principals és l'escarabat de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*).

### Aspectes agronòmics i ambientals del cultiu de la quinoa:

Es creu que el cultiu pateix una carència de nutrients (nitrogen, fòsfor, potassi o ferro) degut a que les fulles presentaven pansiment i clorosi. Aquesta carència podria tenir conseqüències amb una menor producció de gra. De fet, en les darreres avaluacions de camp, en les que es va iniciar la collita, es va constatar que en la majoria dels casos, el gra no era prou madur. Aquest fet, no solament es pot deure a una carència de nutrients sinó també a les baixes temperatures, i sobretot a les gelades. Es considera que la sembra es va realitzar massa tardana (entre juny i juliol) ja que, es va observar que la parcel·la de Prat-Caní, presentava un menor creixement de les plantes i una menor longitud de les panotxes, i que estava visiblement més afectada per les gelades i les ventades. El període de gelades habitual a la vall d'Alinyà és entre els mesos de novembre i març, mentre que als mesos d'abril i octubre, les gelades són poc freqüents. Per tant, el període l'òptim per conrear quinoa a la vall d'Alinyà seria entre els mesos d'abril i octubre.

El vent és un altre aspecte a tenir en compte en el conreu de la quinoa, ja que s'ha observat afectacions per ratxes de vent fort, especialment si són superiors als 50 km/h, i que s'haurien produït en moments de tempesta i amb el pas de fronts. Tal com s'ha comentat anteriorment, la parcel·la més afectada pel vent és la de Prat-Caní (1631m).

### Petjada de carboni associada al cultiu de la quinoa

S'ha estimat que produir quinoa a la vall d'Alinyà suposaria un estalvi del 21% de les emissions de GEH segons si el nivell de fertilització és alt respecte a la importació des del Perú. Aquest estalvi seria major, del 30%, si el nivell de fertilització és mitjà, i del 92% si el nivell de fertilització és baix. En el cultiu de la quinoa, la major part de les emissions de GEH provenen de l'ús de fertilitzants químics.

Donat que s'ha utilitzat una gran quantitat de fertilitzants químics, s'ha estimat que la producció de quinoa als camps experimentals hauria de ser un 73% de la producció obtinguda al Perú amb nivells alts de fertilitzants perquè la seva petjada de carboni sigui menor.

### **CONCLUSIONS GENERALS**

En base a les observacions de camp i l'anàlisi de les variables agronòmiques i ambientals, es pot concloure que, tot i existir algunes dificultats tècniques com són els inputs agraris (fertilitzants), plagues d'àfids i coleòpters, predació per aus, les gelades i ventades, i pendents moderats en algunes de les potencials parcel·les, el cultiu de quinoa a la vall d'Alinyà és viable des d'un punt de vista agronòmic.

Mitjançant l'anàlisi cartogràfic, s'ha observat que el potencial del conreu de la quinoa a la vall d'Alinyà resideix en l'existència d'una gran quantitat de parcel·les disponibles que estan principalment situades al centre i oest de la vall. No obstant, per falta de dades de producció, es creu que el conreu de la quinoa no serà rendible econòmicament fins que no s'apliquin algunes propostes de millora i sempre com a activitat complementària al conreu de la patata, la ramaderia i l'eco turisme.

### **PROPOSTES DE MILLORA**

A continuació es presenten algunes propostes d'actuacions encaminades a millorar la productivitat i el correcte desenvolupament dels cultius de quinoa al territori:

- Instal·lació de barreres protectores contra el vent.
- Avançar la sembra.
- Anàlisi del sòl.
- Construcció de terrasses i bancals.
- Instal·lació d'un sistema espantaocells sonor.

Totes aquestes mesures persegueixen l'objectiu de mitigar les possibles afectacions a les que es veu sotmès el cultiu. Així, es possible una millora de la producció per hectàrea, un augment del rendiment i una major optimització dels esforços de producció.

A més, per tal de reduir la petjada de carboni associada a la producció i cultiu de quinoa, com a activitat econòmica al territori, es proposa:

- Utilitzar biodièsel als camions.
- Utilitzar fertilitzants orgànics als camps de cultiu.

L'aplicació d'aquestes senzilles mesures col·laboraria directament a una reducció significativa de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, alhora que disminuirien els costos de producció i transport del producte.

## BIBLIOGRAFIA

D'entre tota la bibliografia utilitzada durant la redacció del treball, destaquem:

Bhargava, A.; Srivastava, S. 2013. *Quinoa: Botany, Production and Uses*. Londres: Cabi International.

<http://www.cabi.org/cabebooks/FullTextPDF/2013/20133324486.pdf>

BOJANIC, Alan. La quinoa, cultiu mil·lenari per a contribuir a la seguretat alimentaria mundial. Informe tècnic de la Oficina Regional per Amèrica Latina i el Caribe-FAO,2011.

[www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf](http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf)

CARE Perú, *MANUAL DE NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DE LA QUINUA*.

<http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/16/13709771404480/manual-de-fertilizacion-de-la-quinua-def.pdf>

GOMEZ, Walter, TALAVERANO, NOE; CABRELLA ROSA, CESAR; ROSALES VIDAL, JOSÉ. Zonificació agroclimàtica de la quinoa i kiwicha, Article, 2013

<http://www.unfv.edu.pe/vrin/revistas/images/rcv/Vol1/n1/ao4.pdf>

HERENCIA, L.I.; ALÍ, M.; GONZALES, J.A.; URBAN O, P. Cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Resultats de quatre anys d'experimentació en camps d'assaig a Madrid i Toledo. Article, 1995.

[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_vrural%2FVrural\\_199\\_9\\_87\\_28\\_33.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural%2FVrural_199_9_87_28_33.pdf)

IDAE, 2006. *Guía para la Gestión del Combustible en la Flotas de Transporte por Carretera*.

[http://www.uned.es/experto-profesional/conduccion-racional/Guiacombustible\\_flotas.pdf](http://www.uned.es/experto-profesional/conduccion-racional/Guiacombustible_flotas.pdf)

ICHN, 2004. *Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural, 14. Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà*.

[http://ichn.iec.cat/Alinya\\_Articles.htm](http://ichn.iec.cat/Alinya_Articles.htm)

ISCC, 2011. *ISCC 205 Metodología para el cálculo de emisiones de GEI y auditoría de GEI*.

[http://www.iscc-system.org/uploads/media/ISCC\\_EU\\_205\\_Metodologia\\_calculo\\_emisiones\\_GEI\\_2.3.pdf](http://www.iscc-system.org/uploads/media/ISCC_EU_205_Metodologia_calculo_emisiones_GEI_2.3.pdf)

Mayor, M.; Puig, P.; Reyes, A. ed., 2014. *TFG: Valoració del risc d'incendi a la vall d'Alinyà*. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès).

Mujica Sánchez, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; Marathee, J.P. 1998. *Prueba americana y europea de quinoa. Libro de campo*.

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/producrom/contenido/libro04/home4.htm>

MUJICA, Angel ; Jacobsen, Sven-E. La quinoa i els seus parents silvestres, article , 2013

<http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/03/La-quinua-y-sus-parientes.pdf>

Selfa, J.; Pujades-Villar, J. *Fonaments de zoologia dels artròpodes*. Col·lecció: Educació (Universitat de València). Materials, vol. 53. Universitat de València, cop. 2002.

Tapia, M. 2000. *Cultivos ansinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. 2a ed. Santiago de Xile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y Caribe. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/producrom/contenido/libro10/home10.htm>

TAPIA, Mario Núñez. La quinoa, Historia, distribució geogràfica, actual producció i usos.2011.

[www.revistaambienta.es/WebAmbienta/mar/Dinamicas/.../quinua.htm](http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/mar/Dinamicas/.../quinua.htm)

## WEBS

<http://ichn.iec.cat/>

<http://www.sioc.cat>

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/contenido/libro10/home10.htm>

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/contenido/libro03/cap2.htm>

<http://www.unfv.edu.pe/vrin/revistas/images/rcv/Vol1/n1/ao4.pdf>

<http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t43/a012/a1998/10/&file=t200111b.px&type=pcaxis>

<http://www.idescat.cat/es/>

<http://figolsalinya.ddl.net/>

<http://planol.portdebarcelona.cat/ecocalc/>

<http://www.atlesnacional.cat/icc/atles-nacional/>

<https://maps.google.es/>

<http://es.climate-data.org/>

## AGRAÏMENTS

Volem agrair especialment al grup de recerca agronòmica per la introducció del cultiu de la quinoa a la vall d'Alinyà format pels enginyers agrònoms Guido Huamán i Jorge Tintaya de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Perú) la seva col·laboració i disposició. Sense la seva feina no hagués estat possible la realització d'aquest treball. Així mateix, també hem de donar les gràcies als nostres tutors, en Dr. Martí Boada i Jordi Duch per la seva total disposició a ajudar-nos i orientar-nos en l'elaboració d'aquest projecte. També agrair a Carmen Biel i Robert Savé, de l'IRTA, pels seus consells i observacions; a Agustí Betriu, atendre'ns i dedicar-nos una part del seu temps a les nostres preguntes; a Jordina Belmonte i Sònia Tort per la seva disposició i ajuda; a Sílvia Garrigós i tècnics de l'Espai Natura Muntanya d'Alinyà; i a la resta de la unitat de professors del Treball de Fi de Grau, al Dr. Joan Rieradevall i a la Dra. Almudena Hierro, gràcies per la seva ajuda.

Aquest treball ha sigut finançat parcialment per la Fundació Catalunya - La Pedrera.