

Adaptation de l'échelle BBCH à la description des stades phénologiques des agrumes du genre *Citrus*

M AGUSTI
Dept Producción Vegetal
Univ politécnica
Camino de Vera 14
46022 Valencia
Espagne

S ZARAGOZA
Dept Citricultura
IVIA
46113 Moncada (Valence)
Espagne

H BLEIHOLDER
BASF SA
67117 Limburgerhof
Allemagne

L BUHR
14532 Kleinmachnow
Allemagne

H HACK
IVA
51519 Odenthal
Allemagne

R KLOSE
BSA
30604 Hanovre
Allemagne

R STAUB
MELFF
24105 Kiel
Allemagne

Adaptation of the BBCH scale for the description of *Citrus* fruits' phenological stages.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Taking into account previous studies resulting in the outlining of a system of codification describing the development of species of cereal grains, the Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft gradually developed numerical scales suitable for other crops. After the BBCH scale was finally developed, a standard system describing the growth of different species was then available. The scale was adapted to the description of the phenological events of *Citrus* fruits. **FUNDAMENTALS OF THE BBCH SCALE.** The BBCH scale is divided into 10 main stages. Depending on the species, stage '0' describes either the germination, the growth or the bud development. The final stage or stage '9' represents either the senescence and the death of the plant or the beginning of the period of dormancy. The secondary stages are numbered from 0 to 9; they correspond either to ordinal numbers or to percentages. **DESCRIPTION OF THE PHENOLOGICAL STAGES OF CITRUS.** Eight main stages among the 10 stages of the BBCH scale have been used to codify the development of species of the genus *Citrus*: stage '0': bud development; stage '1': leaf development; stage '3': main shoot development; stage '5': flower bud development; stage '6': blooming; stage '7': fruit development; stage '8': fruit ripening; stage '9': senescence and period of dormancy. Each of these main events has been described, and their subdivision in secondary stages has been explained.

KEYWORDS

Citrus, phenology, plant developmental stages, methods.

Adaptation de l'échelle BBCH à la description des stades phénologiques des agrumes du genre *Citrus*.

RÉSUMÉ

INTRODUCTION. En se basant sur des travaux antérieurs qui aboutissaient à la définition d'un système de codification apte à décrire le développement des espèces de céréales, la Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft a développé, progressivement, des échelles numériques applicables à d'autres cultures. L'échelle BBCH a finalement été proposée, qui permettait de disposer d'un système uniforme de description du développement des différentes espèces. L'adaptation de cette échelle à la description des stades phénologiques des agrumes a été entreprise. **LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE L'ECHELLE BBCH.** L'échelle BBCH se divise en dix stades principaux. Suivant l'espèce, le stade « 0 » est constitué par la germination, la levée ou le développement des bourgeons. Le stade final, ou stade « 9 », coïncide avec la sénescence et la mort de la plante ou avec le début de la période de repos. Les stades secondaires sont numérotés de 0 à 9 ; ils correspondent à un nombre ordinal ou à un pourcentage. **DESCRIPTION DES STADES PHENOLOGIQUES DU DEVELOPPEMENT DES AGRUMES.** Huit stades principaux, parmi les dix envisagés par l'échelle BBCH, ont été retenus pour le codage du développement des espèces du genre *Citrus* : stade « 0 » : développement des bourgeons ; stade « 1 » : développement des feuilles ; stade « 3 » : développement des pousses principales ; stade « 5 » : développement des boutons floraux ; stade « 6 » : floraison ; stade « 7 » : développement du fruit ; stade « 8 » : maturation du fruit ; stade « 9 » : sénescence et début de la période de dormance. Chacun de ces stades principaux a été décrit, et, en complément, leur subdivision en stades secondaires a été expliquée.

MOTS CLÉS

Citrus, phénologie, stade de développement végétal, méthode.

Reçu le 15 septembre 1996
Accepté le 2 septembre 1997

Fruits, 1997, vol 52, p 287-295
© Elsevier, Paris

RESUMEN ESPAÑOL p 295

● introduction

La phénologie est l'étude de l'influence des climats sur les phénomènes biologiques saisonniers des végétaux tels que le bourgeonnement, la floraison, la maturation des fruits, etc (FONT QUER, 1977). Pour le climatologue, ces phénomènes biologiques servent de base à l'interprétation des changements saisonniers ou biogéographiques et englobent les effets d'un certain nombre de facteurs bioclimatiques. Pour l'agronome, l'interprétation de ces phénomènes biologiques permet de définir le microclimat nécessaire à une culture donnée ; par suite, à partir de l'analyse d'un microclimat, il sera possible de prédire ses effets sur cette culture particulière. Pour l'économiste, enfin, il est important d'analyser ces phénomènes biologiques pour être capable de prévoir l'éventuelle apparition d'un ravageur et donc d'estimer les besoins en produits phytosanitaires, voire en engrais ou en substances de croissance.

La connaissance des étapes du développement des différentes plantes cultivées est donc importante pour mieux contrôler leur production. Cependant, jusqu'au début des années quatre-vingt-dix, aucune échelle uniforme n'avait encore été proposée, qui aurait permis de décrire les stades phénologiques de ces plantes et de leurs adventices. Le système alors utilisé pour une espèce donnée combinait des chiffres et des lettres, mais ce codage ne permettait pas de comparer les stades de développement des différentes espèces.

Pour quelques arbres fruitiers, cependant, la phénologie a été mieux étudiée et elle a fait l'objet de descriptions présentées dans les tableaux de FLECKINGER (1946, 1948). Ceux-ci sont devenus, par la suite, un outil de base pour l'étude du développement des fruitiers et ont constitué, plus tard, une référence pour la définition des stades phénologiques d'autres espèces.

En 1974, ZADOKS et al ont été les premiers à proposer une échelle numérique qui attribuait des codes uniformes à deux chiffres à chacun des différents stades de développement de l'ensemble des espèces de céréales. Ce travail de pionnier a, par la suite, contribué à la définition d'un système plus évolué. En se basant sur cette première

échelle, la Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) a commencé à développer, en 1979, en Allemagne, des échelles numériques destinées à d'autres espèces : les stades phénologiques ont alors été décomposés en stades principaux, identifiés par un premier chiffre, et en stades secondaires, définis par un second chiffre. Les échelles, qui ont été élaborées à partir de ces travaux, publiées de 1979 à 1989 sur des feuilles explicatives propres à chaque culture (MEIER, 1985), ne permettaient pas, néanmoins, de disposer d'un système uniforme de description du développement des différentes espèces. C'est pourquoi, plus tard, un groupe de scientifiques a développé une échelle, dite échelle BBCH – dénomination composée des premières lettres de chacune des quatre firmes BASF SA, Bayer SA, Ciba SA et Hoechst SA, impliquées dans ces travaux (BLEIHOLDER et al, 1989 ; LANCASHIRE et al, 1991) ; celle-ci permettait d'identifier, par utilisation de codes numériques, les stades principaux et secondaires du développement des mono- et dicotylédones. Ces codes se composent de deux chiffres, l'un décrivant le stade principal, l'autre l'un des stades secondaires intervenant au cours de ce stade principal. Pour certaines espèces, cette échelle BBCH à deux chiffres s'est révélée insuffisante et il a donc fallu l'élargir. Des spécialistes de la BBA, de l'Industrieverband Agrar (IVA), de l'Institut für Gemüse & Zierpflanzenbau Grossbeeren/Erfurt (IGZ) ont ainsi élaboré une échelle BBCH améliorée (HACK et al, 1992), qui prévoit un stade intermédiaire permettant une meilleure description des stades phénologiques propres à certaines espèces. L'échelle est alors composée de codes à trois chiffres, le stade intermédiaire ajouté s'insérant entre le stade principal et le stade secondaire. Le développement de toute plante peut dès lors être décrit en choisissant, selon le degré de précision requis, soit le barème à deux chiffres, soit celui à trois chiffres (HACK et al, 1993).

L'échelle BBCH a largement été entérinée au cours des dernières années. Elle a été adaptée aux céréales (LANCASHIRE et al, 1991), au colza, au haricot et au tournesol (LANCASHIRE et al, 1991), à la betterave (MEIER et al, 1993) et à la pomme de terre (HACK et al, 1993), aux arbres fruitiers à pépins et noyaux, aux groseilles et aux fraises (MEIER et al, 1994), à la vigne (LORENZ

et al, 1994), ainsi qu'à différentes espèces de légumes (FELLER et al, 1995a, b). Toutes ces publications ont été synthétisées dans un recueil (STAUB, 1994) destiné à être consulté essentiellement in situ, pour la description du développement des plantes.

Pour les agrumes du genre *Citrus*, la description des stades phénologiques avait déjà été entreprise, basée sur l'observation de la floraison et de l'évolution de l'oranger doux [*Citrus sinensis* (L) Osb] (FROMETTA et al, 1979 ; LOVATT et al, 1984) et du mandarinier (*C. reticulata* Blanco) (LO GIUDICE et MAUGERI, 1975), ainsi que sur celle de certains caractères morphologiques et anatomiques (GONZALEZ-SICILIA, 1968 ; SCHNEIDER, 1968). Elle prenait, alors, également en compte des phénomènes liés aux aires de répartition des cultures, ainsi que des caractères spécifiques à certaines espèces telles que le citronnier [*Citrus limon* (L) Burm F] et l'oranger doux (GONZALEZ-SICILIA et MANTEIGA, 1984). Cependant, dans ces études sur la phénologie de quelques variétés d'agrumes – oranger doux, clémentine (*Citrus clementina* Hort ex Tan) ou Satsuma mandarine (*Citrus unshiu* Marc) –, les différents stades n'étaient décrits que dans les grandes lignes (LIMON DE LA OLIVA et al, 1972). Ces travaux n'ont eu que peu de portée, du fait probable d'un manque d'uniformité entre eux conduisant à une identification difficile des stades phénologiques, et donc à une impossibilité d'exploiter concrètement ces résultats. Une adaptation de l'échelle BBCH à la description du développement des espèces du genre *Citrus* apparaissait donc indispensable. En plus de sa valeur d'outil de référence, l'utilisation des codes numériques préconisés par l'échelle BBCH facilite l'informatisation des données et son caractère universel conduit à identifier facilement les stades comparables d'une espèce de *Citrus* à une autre.

germination, soit par la levée, soit par le développement des bourgeons. Le stade final, ou stade « 9 », coïncide avec la sénescence et la mort de la plante ou avec le début de la période de repos. Certains stades principaux décrivent l'évolution des parties végétatives comme le développement des bourgeons (stade principal « 0 »), le développement des feuilles (stade principal « 1 »), la formation des pousses secondaires (stade principal « 2 »), l'élongation de la tige ou pousse principale (stade principal « 3 ») et le développement des parties végétatives de récolte (stade principal « 4 »). L'apparition de l'inflorescence (stade principal « 5 »), la floraison (stade principal « 6 »), le développement et la maturation des fruits (stade principal « 7 » et « 8 ») complètent l'échelle. Les stades principaux « 2 » et « 4 » sont absents chez les agrumes.

Les stades secondaires sont numérotés de 0 à 9 et ils correspondent à un nombre ordinal ou à un pourcentage. Par exemple, pour les céréales, l'indice « 3 » du stade principal « 1 » – développement des feuilles – indique que la troisième feuille est visible et ce stade est défini par le code « 13 » ; ou encore, l'indice « 1 » défini à l'intérieur du stade principal « 6 » – floraison – correspond à une période où 10 % des anthères sont visibles : le code adopté sera donc « 61 ». Les stades secondaires peuvent également permettre de décrire une étape intervenant à l'intérieur d'un stade principal ; ainsi, toujours chez les céréales, le début de l'anthèse est défini par le code « 60 » et le début de la chute des pétales correspond au code « 65 ». Il est important de signaler clairement toute modification apportée à ces règles de base.

● les principes fondamentaux de l'échelle BBCH

L'échelle BBCH se divise en dix stades principaux. Suivant l'espèce, le stade « 0 », premier indice utilisé, est constitué soit par la

● description des stades phénologiques du développement des agrumes

Une description exhaustive de tous les stades de développement observés chez les agrumes du genre *Citrus* a pu être effectuée en utilisant le principe de codification adopté par l'échelle BBCH (tableau I). Pour insis-

Tableau I

Description de tous les stades de développement définis par l'échelle BBCH¹ pour les agrumes du genre *Citrus*. Les codes non présentés dans ce tableau ne correspondent donc à aucun stade observé chez ce genre.

Code Description

Stade principal 0 : développement des bourgeons

- 00 Dormance : les bourgeons foliaires ainsi que ceux des inflorescences sont indifférenciés, ils sont fermés et recouverts d'écaillés vertes
- 01 Début du gonflement des bourgeons
- 03 Fin du gonflement des bourgeons : les écaillés vertes sont légèrement séparées
- 07 Début de l'éclatement des bourgeons
- 09 Les primordiums foliaires sont visibles

Stade principal 1 : développement des feuilles

- 10 Les premières feuilles se séparent : les écaillés vertes s'ouvrent et les feuilles émergent
- 11 Les premières feuilles sont visibles²
- 15 D'autres feuilles sont visibles, mais n'ont pas encore atteint leur taille finale
- 19 Les premières feuilles ont atteint leur taille finale

Stade principal 3 : développement des pousses

- 31 Début de la croissance des pousses : l'axe de la pousse devient visible
- 32 Les pousses ont atteint environ 20 % de leur taille finale
- 39 Les pousses ont atteint environ 90 % de leur taille finale

Stade principal 5 : développement de l'inflorescence

- 51 Gonflement des bourgeons des inflorescences : les bourgeons sont encore fermés et des écaillés vert clair apparaissent sur les bourgeons
- 53 Les bourgeons éclatent : les écaillés se séparent et les premiers boutons floraux sont visibles
- 55 Les fleurs sont fermées (stade bouton vert). Elles sont isolées ou arrangées en racèmes. On trouve ou non des feuilles à l'intérieur des inflorescences
- 56 Les pétales s'allongent et les sépales recouvrent la corolle à moitié (stade bouton blanc)
- 57 Les sépales s'étalent, les pétales blancs ou rosés sont de plus en plus visibles (pétales fermés)
- 59 La plupart de fleurs forment, avec les pétales, un ballon creux

Stade principal 6 : la floraison

- 60 Les premières fleurs sont ouvertes
- 61 Début de la floraison : environ 10 % des fleurs sont ouvertes
- 65 Pleine floraison : environ 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent
- 67 La floraison s'achève : la plupart des pétales sont tombés
- 69 Fin de la floraison : tous les pétales sont tombés

Stade principal 7 : développement du fruit

- 71 Nouaison du fruit : début du grossissement de l'ovaire, début de l'abscission de jeunes fruits
- 72 Le petit fruit vert est couronné par les sépales
- 73 Les premiers fruits jaunissent : début de la chute physiologique des fruits
- 74 Le fruit est vert foncé, il a atteint 40 % de sa taille finale. Fin de la chute physiologique des fruits
- 79 Le fruit a atteint environ 90 % de sa taille finale

Stade principal 8 : maturation du fruit

- 81 Début de la coloration du fruit (changement de couleur)
- 83 Le fruit est prêt pour la récolte, mais n'a pas encore atteint la couleur spécifique de sa variété
- 85 La maturation est avancée : intensification de la coloration spécifique de la variété
- 89 Le fruit est à la maturité demandée pour la consommation ; il a atteint sa consistance caractéristique et son goût typique. Début de la sénescence et de l'abscission du fruit

Stade principal 9 : sénescence et début de la période de dormance

- 91 Fin de la croissance des tiges. Le feuillage est entièrement vert
- 93 Début de la sénescence et chute des feuilles âgées
- 97 Début de la période de repos

¹ L'échelle BBCH – dénomination composée des premières lettres de chacune des quatre firmes BASF SA, Bayer SA, Ciba SA et Hoechst SA, impliquées dans la définition de cette grille – permet d'identifier, par utilisation de codes numériques, les stades principaux et secondaires du développement des mono- et dicotylédones.

² Chez les agrumes, le terme « visible » remplace celui d'« étalé » utilisé pour les autres espèces fruitières. En effet, chez cet arbre, les feuilles s'étalent précocement.

ter sur certains aspects spécifiques du développement des tiges, feuilles, fleurs et fruits de ces plantes, certains codes apparaissent intéressants à commenter plus précisément.

stade principal « 0 » : le développement des bourgeons

Pendant la phase de dormance, qui est définie par une période de repos pendant laquelle la plante ne montre pas de croissance, toutes les activités métaboliques ne sont pas suspendues. En particulier, pendant cette période, les agrumes sont sensibles à l'apport de gibbérellines et de cytoquinines. Le stade « bourgeon fermé » qui correspond à cette période de repos précède le gonflement des bourgeons : cette étape du développement est définie par le code « 00 » (figure 1A).

Le gonflement des bourgeons est la conséquence d'une augmentation de la température : les écailles du bourgeon deviennent vertes (figure 1B), s'écartent – ce sont les stades « 01 » et « 03 » – et, finalement, le bourgeon éclate - stade « 07 ». Le stade principal « 0 » se termine avec l'apparition des extrémités des premières feuilles – stade « 09 ».

Dans les pays à hivers marqués et à période de repos définie, ce processus s'enclenche trois à quatre fois par an. Normalement, seul le premier développement des bourgeons, qui a lieu au printemps, va induire une floraison. Cependant, certaines espèces, comme le cédrat ou le citron vert, parviennent à produire des fleurs, en été, sur la deuxième génération de bourgeons. Dans les pays à climat chaud, la chute des températures hivernales n'étant pas suffisante pour induire une période de repos, des bourgeons, plus ou moins nombreux et avec ou sans fleurs, se développent tout au long de l'année.

stade principal « 1 » : le développement des feuilles

Ce stade va de l'apparition des feuilles – stade « 10 » – (figure 1C) – jusqu'à l'observation de leur taille définitive – stade « 19 ».

Pendant cette période, le développement foliaire est favorisé par une application d'acide gibbérellique. Les stades « 11 » à « 15 »,

qui vont de l'étalement des premières feuilles à leur plein développement, sont très sensibles aux attaques d'aphidiens.

stade principal « 3 » : le développement des pousses principales

Avec le développement des feuilles – stade « 31 » – commence l'élongation de l'axe des pousses qui les portent (figure 1D). La durée de croissance et la longueur finale de ces tiges dépendent de la saison, des conditions d'environnement et de la variété. Dans les pays subtropicaux, trois à quatre pousses principales se développent. Sous climat tropical, ce nombre augmente significativement. Les stades secondaires « 32 » à « 35 » sont identifiés en fonction de la longueur et du développement des pousses. Dès que les feuilles ont atteint leur taille définitive, elles sont aptes à absorber au mieux les nutriments apportés. De telles applications sont donc recommandées au printemps et en été. Après la croissance des pousses principales, les pousses secondaires se développent, puis d'autres séries suivent. Le degré de ramification dépend des facteurs du milieu.

stade principal « 5 » : le développement des boutons floraux

Ce stade commence avec la différenciation des fleurs – stade « 51 » – et se termine par le bouton floral – stade « 59 » –, juste avant l'ouverture des premières fleurs. Sa durée dépend essentiellement des conditions thermiques.

Au stade « 51 », les bourgeons des inflorescences grossissent, ils sont recouverts d'écailles verdâtres. Ces écailles vont se séparer et les bourgeons éclater, laissant apparaître les premiers boutons floraux – stade « 53 ». Progressivement, de nouveaux boutons peuvent être observés. Les inflorescences sont des petites grappes uni- ou pluriflores. Il peut alors y avoir, ou non, des bractées à l'aisselle des fleurs (GOLDSCHMIDT et MONSEISE, 1972). Les boutons floraux fermés ont la forme d'une petite balle verte (bouton vert) ; les sépales ensèrent complètement les pétales – stade « 55 ».

Figure 1
Stades du développement
phénologique des agrumes,
correspondant aux codes
définis par l'échelle BBCH.

A) Stade « 00 »
À ce stade de dormance,
les bourgeons foliaires ainsi
que ceux des inflorescences
sont indifférenciés, ils sont
fermés et recouverts d'écaillés
vertes.

B) Stade « 01 »
Début du gonflement
des bourgeons.

C) Stade « 10 »
Développement des feuilles :
les écaillés vertes s'ouvrent,
les feuilles émergent et
les premières feuilles
se séparent.

D) Stade « 31 »
Début de la croissance
des pousses : l'axe de
la pousse devient visible.

E) Stade « 55 »
Les boutons floraux fermés ont
la forme d'une petite balle verte
(bouton vert) ; les sépales
enserrent complètement
les pétales.

F) Stade « 56 »
Les pétales s'allongent et
les sépales recouvrent
la corolle à moitié
(stade bouton blanc).

G) Stade « 59 »
La plupart de fleurs forment
avec les pétales un ballon creux.

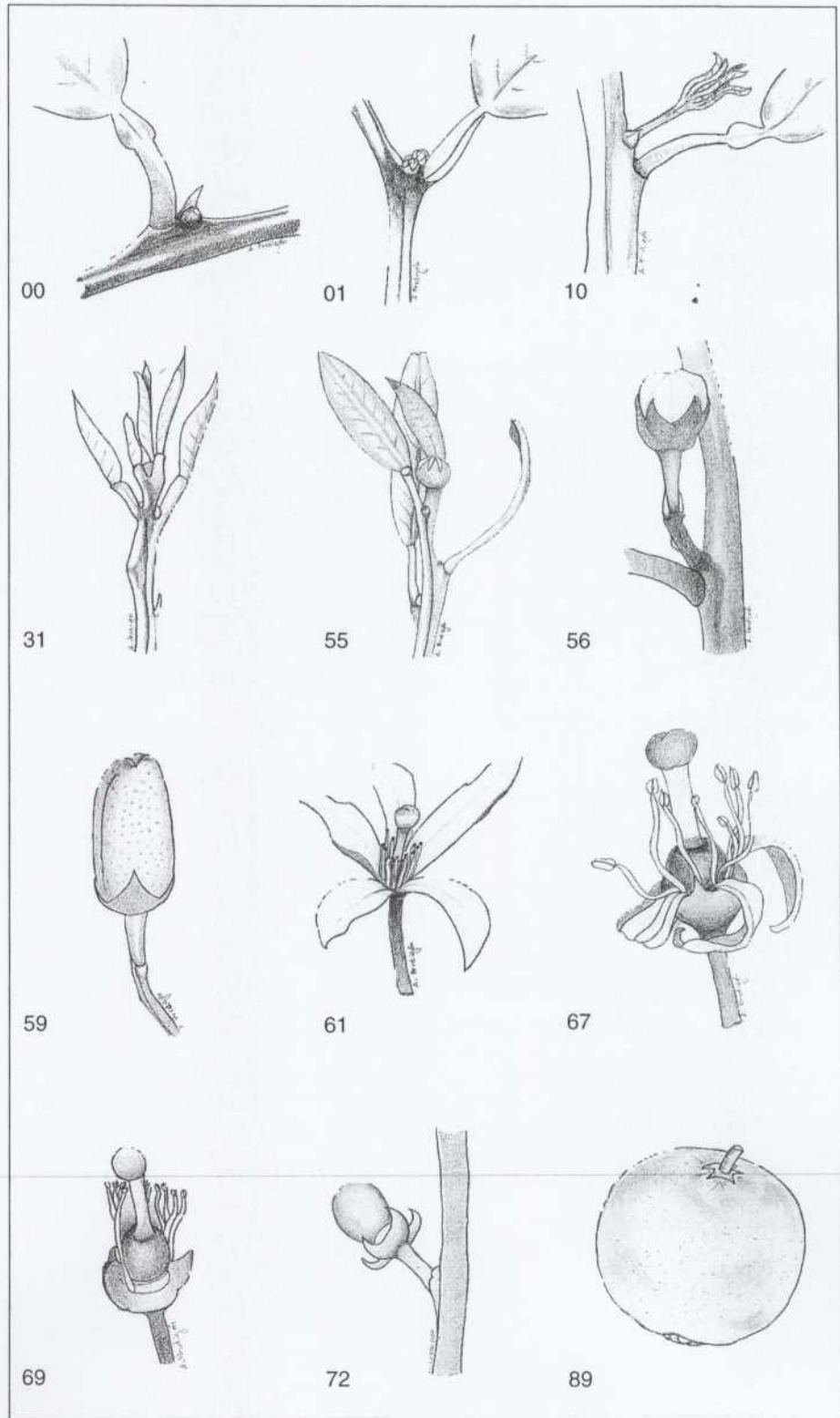
H) Stade « 61 »
Début de la floraison : environ
10 % des fleurs sont ouvertes.

I) Stade « 67 »
La floraison s'achève :
la plupart des pétales
sont tombés.

J) Stade « 69 »
Fin de la floraison : tous
les pétales sont tombés.

K) Stade « 72 »
Le petit fruit vert est entouré par
les sépales qui forment
une couronne.

L) Stade « 89 »
Le fruit est apte à
la consommation, il a atteint
sa consistance caractéristique
et son goût typique.



(figure 1E). Plus tard, les sépales se séparent et les pétales sortent à moitié du bouton : les boutons floraux ont alors une couleur blanchâtre (bouton blanc) à rosée – stade « 56 » (figure 1F). Les sépales s'étalent et les pétales sont de plus en plus visibles – stade « 57 ».

Le stade principal « 5 » se termine par des fleurs à pétales visibles, mais non encore étalés. Elles forment des petites balles creuses – stade « 59 » (figure 1G).

stade principal « 6 » : la floraison

Au stade « 60 », les fleurs sont développées et l'anthèse commence. Cependant, ce phénomène ne se produit pas simultanément dans toutes les fleurs : il dépend du type d'inflorescence et de sa position sur l'arbre. Quand 10 % des fleurs ont leurs pétales étalés, c'est le début de la floraison – stade « 61 » (figure 1H). À partir de la pleine floraison, stade « 65 » qui correspond au moment où l'anthèse est apparue dans 50 % des fleurs, les pétales des premières fleurs épanouies tombent. L'anthèse dure environ 7 j, elle se termine avec le flétrissement des étamines et la chute des pétales – stade « 67 » (figure 1I). La fin de la floraison correspond à la perte de tous les pétales – stade « 69 » (figure 1J).

À cette période, une application de gibbérellines peut être recommandée pour améliorer la nouaison et donc obtenir un meilleur développement du fruit ; elle n'est, cependant, utile que pour les variétés connues pour être sensibles à ce régulateur de croissance.

Pour certaines variétés, les stades « 5 » et « 6 » coexistent : ils se prolongent alors dans le temps et, sur un même arbre, des fleurs à différents stades de développement coexistent.

stade principal « 7 » : le développement du fruit

Après la chute des pétales, l'ovaire commence à grossir, donnant lieu au stade « 71 ». Le développement du fruit suit une courbe sigmoïdale à trois périodes, les deux premières faisant partie de ce stade principal (BAIN, 1958).

La première période, correspondant au stade « 72 », est caractérisée par une croissance

exponentielle du fruit, due à la division cellulaire de ses tissus (figure 1K). Il se produit alors la chute physiologique d'un certain nombre de fruits au stade « 73 », dont l'intensité dépend de l'espèce et de la variété. La fin de cette période coïncide avec le stade « 74 ».

Pendant la deuxième période du développement du fruit, les cellules augmentent de taille et la croissance est linéaire. Une application d'auxines permet alors d'améliorer le développement de ce fruit. Au stade « 79 », il a atteint 90 % de sa taille définitive et sa couleur commence à changer.

Ce stade principal « 7 » dure entre 4 et 7 mois, selon l'espèce, la variété et les conditions climatiques.

stade principal « 8 » : la maturation du fruit

À la fin de la croissance du fruit, débute la troisième période de son développement, qui correspond à sa maturation (BAIN, 1958). Cette phase commence par la coloration des fruits – stade « 81 » – influencée par la température du sol et de l'air ambiant. La maturité du fruit se traduit par sa couleur et par ses caractéristiques organoleptiques, évaluées, en particulier, à partir de son taux d'acides libres et de sa concentration totale en substances solides solubles dans le jus. Ces deux paramètres, couleur et goût, n'atteignent pas leur valeur optimale en même temps, ce qui conduit à définir différents stades au sein de la phase de maturation. Lorsque certaines caractéristiques internes sont parvenues à leur meilleure expression, il est possible de récolter des fruits, même encore verts – stade « 83 ». Une application d'éthylène favorisant le passage des chloroplastes vers des chromoplastes, un fruit ainsi traité va intensifier sa coloration pour atteindre sa couleur spécifique ; c'est le stade « 85 ». Un agrume ayant atteint la fermeté, le goût et l'odeur caractéristiques de sa variété est prêt pour une consommation directe ; il est alors au stade « 89 » (figure 1L). Après maturation, il y aura sénescence, puis abscission du fruit. Cependant, le déroulement de ces processus diffère selon le cultivar et il peut être retardé par application de gibbérellines et d'auxines.

stade principal « 9 » : sénescence et début de la période de dormance

Au stade « 91 », la croissance des pousses est terminée et les feuilles sont vert intense. Les agrumes sont, à part quelques rares exceptions, des espèces à feuilles persistantes ; cependant, la durée de vie des feuilles, qui varie de 17 à 24 mois, dépend de la variété et des conditions climatiques. Après cette période, intervient le début de la sénescence et la chute des feuilles qui définit le stade « 93 ». La période de repos hivernal commence au stade « 97 » avec la fin de la période végétative.

références

- Bain JM (1958) Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of Valencia orange (*Citrus sinensis* L.) Osbeck). *Aust J Bot* 6, 1-24
- Bleiholder H, van den Boom T, Langelüddeke P, Stauß R (1989) Einheitliche codierung der phänologischen stadien bei kultur- und schadpflanzen. *Gesunde Pflanzen* 41, 381-384
- Feller C, Bleiholder H, Buhr L, Hack H, Hess M, Klose R, Meier U, Stauß R, van den Boom T, Weber E (1995a) Phänologische entwicklungsstadien von gemüse. I - Zwiebel-, wurzel-, knollen- und blattgemüse. *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 47, 193-206
- Feller C, Bleiholder H, Buhr L, Hack H, Hess M, Klose R, Meier U, Stauß R, van den Boom T, Weber E (1995b) Phänologische entwicklungsstadien von Gemüse. II. Fruchtgemüse und hülsenfrüchte. *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 47, 217-232
- Fleckinger J (1946) Notations phénologiques et représentations du développement des bourgeons floraux du poirier. *Le Fruit Belge* 23, 3-6
- Fleckinger J (1948) Les stades végétatifs des arbres fruitiers en rapport avec les traitements. *Pomologie Française* (suppl), 81-93
- Font Quer P (1977) *Diccionario de botánica*. Barcelona, Espagne, Labor (ed), 1244 p
- Frometta E, Alvarez M, Howell E (1979) Fenología en cítricos. I. Naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck). *Fruits* 34, 489-497
- Goldschmidt EE, Monselise SP (1972) Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials. In: *Plant Growth Substances*. Berlin, Allemagne, DJ Carr (ed), Springer Verlag, 758-766
- González-Sicilia E (1968) *El cultivo de los agrinos*. Valence, Espagne, Bello (eds), 813 p
- González-Sicilia E, Manteiga M (1984) EPPO crop growth stage keys. Lemon and orange. *EPPO/OEPP* 1984, no 10, 585-587
- Hack H, Bleiholder H, Buhr L, Meier U, Schnock-Fricke U, Weber E, Witzemberger A (1992) Einheitliche codierung der phänologischen entwicklungsstadien mono- und dikotyler pflanzen - erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 44, 265-270
- Hack H, Gall H, Klemke Th, Klose R, Meier U, Stauß R, Witzemberger A (1993) The BBCH scale for phenological growth stages of potato (*Solanum tuberosum* L.). In: *Proc 12 Dreijahrestagung Euro Gesell Kartoff*, Paris, France, 153-154
- Lancashire PD, Bleiholder H, van den Boom T, Langelüddeke P, Stauß R, Weber E, Witzemberger A (1991) A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann Appl Biol* 119, 561-601
- Limón de la Oliva F, Blasco J, Vicente S, Vernière C (1972) Trabajos fenológicos en agrinos, año 1971. *Boletín Informativo de Plagas* 97, 17 p
- Lo Giudice V, Maugeri G (1975) Fenología in *Citrus sinensis* e *Citrus reticulata*. *Ann Ist Sper Agrum* (1974-1975) VII-VIII, 219-228
- Lorenz DH, Eichorn KW, Bleiholder H, Klose R, Meier U, Weber E (1994) Phänologische entwicklungsstadien der weinrebe (*Vitis vinifera* L ssp. *vinifera*). Codierung und beschreibung nach der erweiterten BBCH-skala. *Vitic Enol Sci* 49, 66-70
- Lovatt CJ, Streeter SM, Minter TC, O'Connell NV, Flaherty DL, Freeman MW, Goodell PB (1984) Phenology of flowering in *Citrus sinensis* L Osbeck, cv 'Washington' Navel orange. *Proc Int Soc Citriculture* 1, 86-190
- Meier U (1985) Die merkblattserie 27 "Entwicklungsstadien von pflanzen" der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 37, 76-77
- Meier U, Bachmann L, Buhtz E, Hack H, Klose R, Märlander B, Weber E (1993) Phänologische entwicklungsstadien der beta-rüben (*Beta vulgaris* L ssp.). Codierung und beschreibung nach der erweiterten BBCH-skala mit abbildungen. *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 45, 37-41

- Meier U, Garf H, Hack H, Hess M, Kennel W, Klose R, Mappes D, Seipp D, Stauß R, Streif J, van den Boom T (1994) Phänologische Entwicklungstadien der kernobstes (*Malus domestica* Borkh und *Pyrus communis* L), des steinobstes (*Prunus*-arten), der johannisbeere (*Ribes*-arten) und der erdbeere (*Fragaria ananassa* Duch). Codierung und beschreibung nach der erweiterten BBCH-skala, mit abbildungen. *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 46, 141-153
- Schneider H (1968) The anatomy of citrus. In: *The Citrus Industry*. Univ Calif, Div Agr Sci, Californie, États-Unis, W Reuther, LD Batchelor, HJ Webber (eds), EEUU, vol II, 1-85
- Stauß R (1994) Compendium of growth stage identification keys for mono – and dicotyledonous plants. Extended BBCH scale. Postfach, Bâle, Ciba-Geigy AG, 102 p
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14, 415-421

Adaptación de la escala BBCH para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de los cítricos.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Basándose en trabajos anteriores que concluían con la definición de un sistema de codificación capaz de describir el desarrollo de las especies de cereales, la *Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* ha desarrollado, progresivamente, unas escalas numéricas aplicables a otros cultivos. Finalmente se propuso la escala BBCH, que permitía disponer de un sistema uniforme de descripción del desarrollo de las distintas especies. Se ha emprendido la adaptación de dicha escala a la descripción de las fases fenológicas de los cítricos.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA ESCALA BBCH. La escala BBCH se divide en diez fases principales. En función de la especie, la fase "0" la constituye la germinación, el despunte o el desarrollo de las yemas. La fase final, o fase "9", coincide con la vejez y muerte de la planta o con el principio del periodo de reposo vegetativo. Las fases secundarias están numeradas de 0 a 9 y corresponden a un número ordinal o a un porcentaje.

DESCRIPCIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS DEL DESARROLLO DE LOS CÍTRICOS. Para la codificación del desarrollo de las especies del género *Citrus*, se han conservado ocho de las diez fases que contempla la escala BBCH: fase "0": desarrollo de las yemas; fase "1": desarrollo de las hojas; fase "3": desarrollo de los brotes principales; fase "5": desarrollo de los capullos; fase "6": floración; fase "7": desarrollo del fruto; fase "8": maduración del fruto; fase "9": vejez y principio del periodo de letargo. Se ha descrito cada una de estas fases principales y, como complemento, se ha explicado su subdivisión en fases secundarias.

PALABRAS CLAVES

Citrus, fenología, etapas de desarrollo de la planta, métodos.