

SISTEMA DE OBSERVACIONES FENOLOGICAS Y FENOMETRICAS PARA LA CALIBRACION DE MODELOS FISIOLÓGICOS DE RENDIMIENTO

ANA M. PLANCHUELO-RAVELO (1)

Recibido: 10-10-88

Aceptado: 28-11-88

INTRODUCCION

Los estudios bioclimáticos utilizan datos fenológicos y fenométricos para la interpretación de la interrelación entre los factores del clima y el cultivo, la determinación de las exigencias bioclimáticas de los vegetales, el comportamiento varietal, etc. Las investigaciones bioclimáticas realizadas en los últimos años han permitido el desarrollo de modelos que integran procesos meteorológicos, hidrológicos y biológicos. Los modelos fenológicos por sí solos, o como componentes de otros más complejos como son los modelos fisiológicos de rendimientos, estiman las fechas de ocurrencia de las fases fenológicas como respuesta del cultivo a las condiciones meteorológicas actuantes. Para que dichos modelos puedan ser utilizados en un sistema operativo de predicción del estado de los cultivos deben ser previamente calibrados con datos obtenidos en ensayos experimentales a campo. Por esta razón, este trabajo propone sistematizar y uniformizar las observaciones fenológicas y fenométricas para que puedan ser usadas eficientemente en la calibración y verificación de modelos fenológicos y fisiológicos de rendimiento.

ANTECEDENTES

Los fenómenos tales como el nacimiento, la floración y la fructificación de las plantas han sido registrados desde la antigüedad en numerosas obras literarias. Sin embargo, el registro fenológico sistematizado y con fines científicos es mucho más reciente.

En la Argentina a partir de 1939 la División de Meteorología Agrícola del Servicio Meteorológico Nacional comenzó un Registro Fitofenológico para los principales cultivos. Para tal fin se confeccionaron planillas especiales para la anotación de las observaciones, que se distribuían a los observadores. La información recopilada ha servido para numerosos estudios de agroclimatología. Lamentablemente, estos registros fueron interrumpidos en 1956 (SERV. MET. NAC., 1948-1956). A partir de entonces los estudios fenológicos se realizaron por "motu proprio" de cada investigador.

Para plantas arbóreas, Ledesma (1953) diseñó un sistema fitofenológico integral para el registro de todas las fases fenológicas de las plantas. Para unas 50 plantas cultivadas en los jardines botánicos Carlos Thays y de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires existe un registro de la ocurrencia de las principales fases fenológicas para el período 1948-1956 publicado por el Servicio Meteorológico Nacional. Más recientemente, Nizzero (1986) da a conocer la época de floración de 146 árboles y arbustos ornamentales de la citada Facultad de Agronomía.

La Organización Meteorológica Mundial, por su parte, organizó un grupo de trabajo para observaciones biológicas (Mallik et al., 1962). En 1982 publicó un manual para un curso de capacitación de técnicos agrometeorólogos (Todorov, 1982) en donde se describen las observaciones de 83 cultivos y se ilustran 41 de ellos. El manual abarca una amplia gama de plantas cultivadas en todo el mundo, entre las que figuran, cereales, frutales, hortalizas, cultivos industriales, plantas aromáticas y forrajeras.

(1) Miembro de la carrera del Investigador Científico del CONICET. Facultad Ciencias Agropecuarias. UNC. C. de Correo 509, (5000) CORDOBA -Argentina-

La Universidad de Hawaii, a través de una red de ensayos internacionales conocida como IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) publicó (Jones, 1983) un informe técnico para el diseño experimental y el registro de información agrometeorológica para ser utilizada en modelos fisiológicos. Las fases fenológicas fueron divididas y codificadas en: Vegetativas (VE, VI-VN) y reproductivas (R1-R6, R8), para los cultivos de maíz y soja. Mientras que para trigo, cebada y arroz el ciclo vegetativo se dividió en 10 categorías (0-9) y dentro de cada una de ellas 5 a 10 fases (el total de la codificación va de 00 a 99).

El sistema de observaciones propuesto en este trabajo difiere de los mencionados anteriormente, dado que es más sencillo que el propuesto por IBSNAT, y más completo que el de Todorov. Se consideran a aquellos cultivos que poseen modelos fenológicos y/o de rendimientos ya desarrollados, como son: Soja (Wilkerson *et al.*, 1983; Ravelo *et al.*, 1983; Hodges y French, 1985), trigo (Ritchie y Otter, 1984; Ravelo *et al.*, 1987 a), maíz (Jones, 1985; Ravelo *et al.*, 1987 b), cebada (Ravelo *et al.*, 1987 c), arroz (Ritchie *et al.*, 1987) y lupino (Ravelo y Planchuelo-Ravelo, 1987). Para los cultivos de maní (Boot, 1982), sorgo granífero (Vanderlip, 1972) y papa (Regel y Sands, 1983; Ritchie *et al.*, inédito) se han realizado estudios parciales, previos al desarrollo de modelos, por lo tanto estos cultivos no son considerados en este trabajo.

Esta metodología fue presentada en un seminario sobre Fenología Agrícola por Planchuelo-Ravelo *et al.*, (1987) y es actualmente utilizada con éxito en la red de ensayos fenológicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.

MATERIAL Y METODOS

1. DISEÑO DE LOS ENSAYOS

El objetivo de cada ensayo es la calibración de un modelo y no la evaluación de la eficiencia del cultivo. La metodología de trabajo que se propone no impide que se obtenga información adicional para otros estudios o que otros diseños experimentales sean adecuados para el fin aquí propuesto. Cada parcela debe ser interpretada como una fuente independiente de estudio del comportamiento del cultivo con relación a las variables ambientales (suelo y clima). El modelo será calibrado tantas veces como sea necesario hasta que se ajuste a los valores obtenidos en cada uno de los ensayos.

Es importante verificar que las semillas sean las pertenecientes a las variedades típicas de la zona del ensayo. La densidad de siembra y las prácticas culturales, se harán de acuerdo a las que realicen los agricultores de la zona para que los rendimientos sean comparables con los de la región.

Los ensayos de cada uno de los cultivos constarán de por lo menos tres fechas de siembra a intervalos de 15 días cada una a partir del inicio de la campaña agrícola. Es recomendable que las observaciones fenológicas se realicen por lo menos una vez a la semana y las mediciones fenométricas (área foliar y materia seca) cada 7 ó 10 días.

Para cada parcela se llevarán los registros de datos y observaciones en las siguientes planillas:

- planilla de datos generales en donde consta el cultivo, la variedad, los datos del lugar de ensayo, el número de parcela, la fecha de siembra, la densidad de siembra, las labores culturales, la fecha de cosecha, etc.
- planilla de observaciones fenológicas.
- planilla de observaciones fenométricas.
- planilla de resumen de datos.

Por medio de postes y con hilos o alambre se dividirá cada parcela en dos partes:

- a. Parte destinada a la obtención de rendimientos. Esta parte de la parcela servirá para la toma de muestras para el tratamiento estadístico de la determinación de los rendimientos. La metodología de la toma de muestra, el ancho de la cabecera y el ancho de las borduras dependerá del cultivo.
- b. Parte destinada a las observaciones fenológicas y fenométricas. Esta parte de la parcela servirá para la toma de datos fenológicos, que son las fases del cultivo que interesan para la calibración de las fechas calculadas por los modelos, y datos fenométricos (área foliar y materia seca) que también son usados para la calibración de los modelos.

El tamaño de la parcela previsto para los cultivos de trigo, cebada, arroz, soja y lupino, deberá ser de por lo menos 15 x 10 metros, según lo muestra la Figura 1. Se descontará 1 m de cada cabecera y 2 surcos a cada lado como borduras, el resto será parcela útil de 13 m de largo por un ancho variable según la distancia entre surcos que tenga el cultivo. Los 13 m se dividen en partes iguales una para la parcela de observaciones y la otra para la obtención de rendimientos.

Para el cultivo de maíz, se adopta el mismo diseño de parcela pero con 3 metros más de largo para ser destinados a la parte de la parcela donde se harán las observaciones fenológicas dado que, para la determinación de materia seca y de maduración de los granos, deberá destruirse más material. Por consiguiente para estos casos la parcela fenológica será de 9,5 m.

2. DATOS FENOLOGICOS

Para el cultivo de maíz las fases se observarán siguiendo las características de un cultivo ralo, dado que las plantas se encuentran en líneas separadas dejando terreno visible, y son fácil de individualizar. En cada fecha de observación de contarán y registrarán las plantas corresponden a cada fase fenológica. Por medio de la planilla de cálculo se determinarán las fechas en que los porcentajes correspondan al 20% (comienzo), 50% (plenitud) y 80% (fin de la fase), (Pascale, 1960).

Para los otros cultivos las fases se observarán según el criterio consignado para cultivos densos, dado que las plantas cubren todo el terreno y es dificultoso observar los órganos pertenecientes a cada una de ellas. Por consiguiente, las fases se valorarán por apreciación subjetiva de crecimiento inicial (comienzo), máxima intensidad (plenitud) y disminución final (fin). En cada fecha de observación se registrará si el cultivo se encuentra en alguna de las fases del desarrollo y en tal caso en que momento (comienzo, plenitud o fin). Si la planta no ha entrado aún en la fase siguiente a la anterior registrada, el casillero correspondiente a esa fecha de observación quedará en blanco o se hará una marca que advierta al observador la proximidad de la fase. (Pascale, 1960).

3. DATOS FENOMETRICOS

Los datos fenométricos a considerar son los siguientes:

- Área foliar

El índice de área foliar (LAI) es la superficie total de las hojas en relación con la superficie unitaria de terreno.

Ginzo (1968), hace una revisión de varios métodos para la determinación del área foliar. Cuando no se cuenta con un sensor de área foliar se pueden utilizar métodos sustitutos como lo son los planimétricos, gravimétricos o de ecuaciones para mediciones lineales.

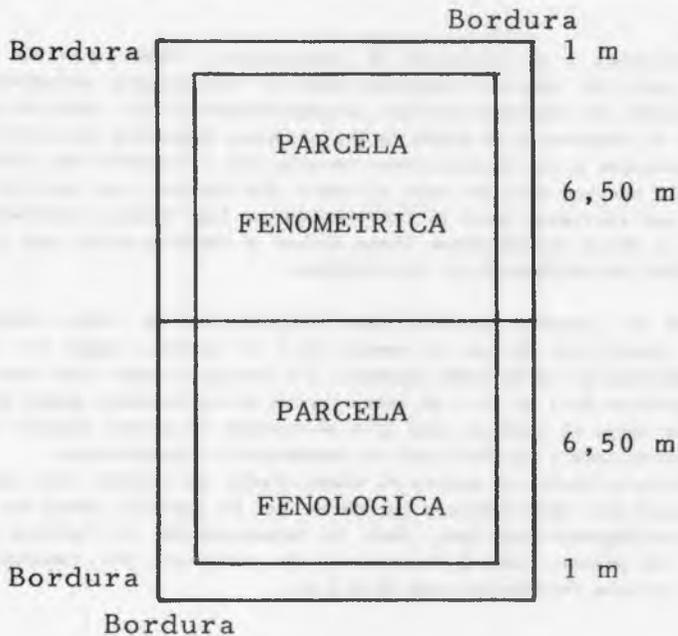


Figura 1: Diseño de la Parcela.

Para los cultivos de maíz, trigo, cebada y arroz por ser plantas de hojas acintadas, el área foliar se puede determinar según el método de Owen (1968) o Ginzo (1969), mientras que para soja se puede calcular por alguno de los métodos desarrollados por Ravelo y Planchuelo (1975). Para realizar las mediciones lineales de área foliar en estos cultivos se tomarán tres plantas al azar dentro de la parcela y se las individualizarán del resto. Se tomarán las medidas lineales de las hojas de acuerdo a la ecuación a utilizar, comenzando desde la hoja basal hacia arriba y manteniendo en cada fecha de observación el número de orden de cada una de las hojas. A medida que las hojas se secan y caen se dejarán de anotar las medidas correspondiente a ese número de hoja y se continuarán con las hojas superiores sin cambiar el número de orden inicial. Las mediciones se registrarán en planillas para luego realizar los cálculos necesarios para obtener los resultados de área foliar.

Para el resto de los cultivos, se adoptará el método gravimétrico. Esta metodología puede aplicarse a cualquier cultivo y para ello es necesario conocer la relación entre el peso y la superficie de las hojas. Se toma una planta al azar y se le quitan todas las hojas, con un sacabocado de superficie conocida, por ejemplo un centímetro cuadrado, se extraen 10 muestras. Las hojas y las muestras se secan prensadas entre papeles o en estufa a temperatura constante de 80°C. Una vez secas se pesan las diez muestras (en balanzas de precisión) y todas las hojas más las muestras. Conocida la superficie (10 cm^2), el peso de las muestras y el de las hojas se calcula la superficie de la totalidad de las hojas. Para mayor representatividad de la determinación de LAI es conveniente realizar las mediciones en tres plantas en forma separada y promediar los resultados finales.

- **Peso de materia seca**

Uno de los componentes de los modelos que es necesario calibrar es la acumulación de materia seca que realiza el cultivo durante su ciclo de vida, para lo cual se toman muestras de tres plantas al azar a intervalos regulares de 7 ó 10 días. Las plantas se deben secar en estufa a 80° C hasta llegar a un peso constante en dos pesadas consecutivas. Se pesarán con balanza de precisión todos los tallos de la planta y todas las hojas separadamente. Si fuera posible es conveniente también obtener el peso de las raíces. A partir del comienzo de floración se separarán también las inflorescencias y luego los frutos ya formados. Estos datos posteriormente se referirán según el cultivo de que se trate al total de plantas por metro cuadrado.

- **Componentes de rendimiento**

Estas observaciones fenométricas se realizarán en el momento de la cosecha en la mitad de la parcela experimental destinada para rendimiento.

La toma de la muestra se realizará de la siguiente manera:

En los cultivos densos como en el caso del trigo, la cebada y el arroz, se procederá a tomar las muestras por medio de un marco rígido que puede ser de hierro o madera de 1 m por 1 m que se tirará al azar sobre la parcela para individualizar la muestra de 1 m² a obtener. Se tomarán cinco muestras en cinco partes diferentes de la misma parcela.

Para los cultivos como el maíz, la soja y el lupino se procederá a utilizar 1 surcos al azar en 5 partes₂ de la parcela, por una longitud que asegure la obtención de por lo menos 1 m² de superficie a cosechar en cada muestreo. Por ejemplo, si el maíz se sembró en surcos a 0,7 m de distancia, cada muestra a cosechar será de un surco de 1,42 m de largo que equivale a 1 m². Esta relación resulta de dividir la longitud total de los surcos (14.200 m) presentes en una hectárea por la superficie de una hectárea (10.000 m²). Por lo tanto, para cada cultivo es necesario realizar los cálculos apropiados para referir los resultados a 1 m².

En cada una de las cinco microparcels que se toman se realizarán las siguientes mediciones según el cultivo:

- **Para MAÍZ**

- 1) Contar el número de plantas de cada una de las 5 microparcels (en el ejemplo era de 1,40 m²), para obtener el número de plantas/m².
- 2) Contar el número de espigas en 5 plantas tomadas al azar para obtener el número de espigas por planta.
- 3) Trillar cinco espigas al azar para obtener el número de granos por espiga.
- 4) Trillar el resto de las espigas para obtener el número de granos por muestra y luego llevar el dato a número de granos por m².
- 5) Contar 1000 granos y pesarlos para obtener el peso de un grano.

- **Para TRIGO, CEBADA y ARROZ**

- 1) Contar el número total de plantas y de macollos.
- 2) Contar el número total de espigas (panojas en el caso de arroz). La diferencia entre 1-2 (macollos-espigas) dará la cantidad de macollos estériles.

- 3) Proceder a cortar a nivel del suelo la microparcela y pesar la gavilla (peso total de la muestra).
- 4) Separar al azar entre 10 y 20 espigas o panojas y medir el largo total, obtener el largo promedio; trillarlas individualmente y pesar cada una para obtener el promedio de peso de semilla por espiga o panoja.
- 5) Del total de la semilla trillada de esas espigas o panojas contar 1000 granos y pesarlos para tener el peso de un grano. Si la muestra es muy pequeña se pueden pesar 500 granos y multiplicarlo por dos.
- 6) Trillar el resto de las espigas de la microparcela y agregar el remanente de la trilla de las espigas o panojas utilizadas para obtener el promedio de granos² por espigas o panojas. Con este dato se obtendrá el peso de granos por m².
- 7) La diferencia entre los valores de 3 y 6 dará el peso de la paja.

- Para SOJA y LUPINO

- 1) Contar el número de plantas de cada una de las cinco microparcels para determinar el número de plantas/m².
- 2) Separar 3 plantas al azar y contar el número de frutos (vainas o legumbres), para obtener el número de frutos por planta.
- 3) Contar la totalidad de frutos de cada microparcela para establecer el número de frutos/m².
- 4) Tomar 10 frutos al azar y contar el número de semillas para obtener el número de semillas/frutos.
- 5) Trillar los frutos de cada microparcela. Pesar la totalidad de las semillas para obtener el peso de semillas m².
- 6) Contar 1000 semillas al azar y pesarlas para obtener el peso de una semilla.

CULTIVOS

1. Maíz

Para el cultivo de maíz el modelo requieren que se verifique experimentalmente las fechas calculadas de ocurrencia de los siguientes estadios: siembra, germinación, emergencia, fin del estado juvenil, comienzo de panojamiento, 80% de estigmas asomando, comienzo de llenado de los granos, fin de llenado de los granos y madurez fisiológica. La germinación y el fin del estado juvenil son dos fases muy difíciles de observar, por lo tanto no se consideran. Las fases que se registran son las siguientes:

- Emergencia: aparición de las plántulas
- Panojamiento: las panojas (inflorescencias masculinas) comienzan a aparecer en el extremo de la planta.
- Aparición de estigmas: las flores muestran los estigmas asomando. Por planilla de cálculo se determinará el 80% de la fase.

- Grano lechoso: al apretar los granos de la parte central de la espiga, sale un líquido lechoso. El comienzo de llenado de los granos indica el modelo es de difícil observación y corresponde a una etapa intermedia entre las fases observadas de aparición de los estigmas y grano lechoso.
- Grano céreo: al apretar los granos de la parte central de la espiga, su contenido se puede moldear como si fuera una pasta. Esta fase coincide con la de fin de llenado de los granos.
- Grano en estado seco o córneo: los granos no se pueden rayar con la uña. Esta fase coincide con la de madurez fisiológica.

Las observaciones de maduración de los granos se harán en un lapso variable entre una, dos o tres veces por semana según, la velocidad de maduración. Una vez abierta la espiga para la observación de los granos es aconsejable cubrirla nuevamente con las hojas de la chala para evitar dejar los granos expuestos a la intemperie.

2. Trigo y Cebada

Para trigo y cebada las fases a calibrar son: germinación, emergencia, iniciación de la espiga (encañazón), final del período vegetativo y comienzo de crecimiento de la espiga (etapa intermedia entre encañazón y espigazón), fin del crecimiento de la espiga (etapa intermedia entre espigazón y polenización), comienzo del llenado de los granos (etapa intermedia entre polenización y granos en estado lechoso) y madurez. Para trigo se siguen los criterios de observación de Pascale (1974). Como en el caso anterior no se considera la fase de germinación.

Las fases a registrar son:

- Emergencia: aparición de plántulas.
- Encañazón: alargamiento de los macollos. esta observación se realiza presionando un macollo a nivel del suelo entre dos dedos y verificando si el primer entrenudo se ha alargado. En ese momento, en la parte inferior, el tamaño del entrenudo es aproximadamente de un centímetro y en la parte superior los restantes nudos se encuentran unidos teniendo encima a la futura espiga que es apenas visible de 1-2 mm (Pascale, 1960).
- Espigazón: aparición de las espigas en la parte superior de las plantas.
- Polenización: las anteras salen de las espiguillas.
- Grano lechoso: estado de maduración que se observa cuando los granos al ser apretados liberan un líquido color blanco.
- Madurez: los granos están duros, no se pueden rayar con la uña y tienen el color típico del grano maduro.

3. Arroz

Este cultivo se registra fenológicamente con el mismo criterio de observación en las fases que para las dos gramíneas precedentes (trigo y cebada). Las fases que considera el modelo son: germinación, emergencia, fin del estado juvenil (fase de difícil observación, intermedia entre emergencia y encañazón), iniciación de la floración (encañazón), panojamiento, comienzo de llenado de los granos (comienzo de grano lechoso) y fin del llenado de los granos (estado céreo). En el caso de tratarse de un cultivo de arroz, con trasplante en suelo inundado, deberá consignarse la fecha del trasplante y no se considerará la fecha de encañazón.

Las fases a registrar son:

- Emergencia
- Encañazón: coincide con la iniciación de la floración.
- Panojamiento: aparición de las panojas en la parte superior de las plantas.
- Grano lechoso: es necesario calibrar el comienzo de fase.
- Grano céreo: esta fase coincide con la de fin de llenado de los granos.
- Madurez: la fecha en que se produce esta fase, si bien no es necesaria para la calibración del modelo, es conveniente registrarla para calcular el ciclo total del cultivo.

4. Soja

Las fases se observarán según el criterio consignado para cultivos densos. El modelo simula la ocurrencia de las siguientes fases: Emergencia, hoja unifoliolada (estado V1 según escala de Fehr, *et al.*, 1971, 1980), final del período juvenil (estado V2), inducción a la floración (fase de difícil observación), floración (plenitud de fase), primer fruto, final del crecimiento vegetativo (fase de área foliar máxima difícil de determinar), fructificación (plenitud de fase), fin de fructificación, madurez fisiológica y madurez de cosecha. Como se ha expresado anteriormente varias de estas fases son de muy difícil observación, por lo tanto la calibración del modelo se hace sobre la base de las siguientes observaciones.

- Emergencia: aparición de plántulas.
- Floración: por ser éste un proceso continuo de aparición de nuevas flores es muy difícil establecer cuando se produce la plenitud de la fase; por ello, la plena floración se calcula sobre la base de dos observaciones que son:
Principio de floración: cuando se observa la primera flor abierta en el tallo principal.
Fin de floración: cuando las últimas flores han perdido sus pétalos.
- Fructificación: como en el caso de la fase anterior es un proceso continuo, por lo tanto se tendrán en cuenta solamente el principio y la finalización de la fase, determinando la plenitud en la fecha intermedia entre las dos siguientes:
Principio de fructificación: el comienzo de esta fase produce entre el principio y el fin de floración. Cuando en el tallo principal se observa el primer fruto formado, de un tamaño aproximado de 1 cm. La fecha de ocurrencia de esta fase se usa en la calibración del modelo.
Fin de fructificación: cuando la última vaina ha alcanzado su tamaño máximo.
- Maduración fisiológica: las vainas y las semillas se tornan amarillas y poseen aproximadamente 60% de humedad.
- Maduración de cosecha: cuando el 95% de los frutos y de las semillas tienen el color característico de la variedad (desde el castaño claro al castaño oscuro casi negro) y la humedad es del 13%.

5. Lupino

El modelo fenológico de lupino considera las siguientes fases: emergencia, floración, fructificación y madurez.

- Emergencia: aparición de plántulas.
- Floración: como en el caso de soja éste es un proceso continuo y se calcula sobre la base de dos observaciones que son:
Principio de floración: cuando en la inflorescencia terminal los botones florales de las flores basales están próximos a abrirse.
Fin de floración: cuando las flores apicales de las inflorescencias laterales ya están abiertas.

- Fructificación: como en el caso de la fase anterior es un proceso continuo, por lo tanto se tendrán en cuenta solamente el principio y la finalización de la fase.

Principio de fructificación: el comienzo de esta fase se produce entre el principio y el fin de floración cuando los frutos basales de la inflorescencia terminal tienen 1 cm de largo.

Fin de fructificación: cuando los frutos apicales de las inflorescencias laterales tienen su tamaño final.

- Maduración: las vainas y las semillas toman el color característico de la variedad (desde amarillo claro a marrón oscuro).

DISCUSION

La metodología de trabajo propuesta surge como resultado de un análisis de evaluación de datos fenológicos y fenométricos. Se trató en todo momento de facilitar la obtención y el registro de la información necesaria para la calibración de los modelos.

La finalidad de este trabajo no es sólo la sistematización de las observaciones fenológicas, sino también la de destacar la necesidad de que se realicen ensayos de campo, en distintos lugares del país, para calibrar los modelos de rendimientos y contar en un futuro mediato con una red de información de producción de los cultivos.

Como complementación de este trabajo se confeccionaron las planillas de datos generales, fenológicos, fenométricos y de resumen que están siendo utilizadas en los ensayos llevados a cabo en Ecuador y en la Argentina. Dichas planillas se pondrán a disposición de los interesados que así lo soliciten.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su agradecimiento al personal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del Ecuador que colaboró en la obtención de la información fenológica y fenométrica que se discute en este trabajo, como así también al Profesor Ing. Agr. A.J. Pascale y al Dr. A. Ravelo por las múltiples sugerencias y las críticas editoriales.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BOOTE, K. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.) *Peanut Sci.*, 9:35-40.
- 2) FEHR, W.R., C.E. CAVINESS, D.T. VURNOOD, and J.S. PENNINGTON. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.*, 11:929-931.
- 3) FEHR, W.R. and C.E. CAVINESS, 1980. Stages of soybean development. Special Report 80. Coop. Ext. Serv., Iowa State Univ., Logan, Utah, 15 pag.
- 4) GINZO, H.D. 1968. Revisión de métodos para medir el área foliar. *Ciencia e Investigación*, 24(2):83-87.
- 5) GINZO, H.D. 1969. Medición del área foliar del maíz (*Zea mays*) empleando el largo máximo de sus hojas. *Rev. Fac. Agr. y Vet. de Buenos Aires*, 17(2):39-42.
- 6) HODGES, T. and V. FRENCH. 1985. Soyphene: Soybean growth stages modeled from temperature, daylength and water availability. *Agr. J.*, 77(2):500-505.
- 7) JONES, C.A. 1983. Experimental design and data collection procedures for IBSNAT. *Technical Report*, 1. 94 pag.
- 8) JONES, C.A. 1985. CERES-Maize. A simulation model for maize growth and development. U.S. Department of Agriculture. *Blakland Research Center*, 150 pag.

- 9) LEDESMA, N.R. 1953. Registro fitofenológico integral. *Rev. Meteoros*, 3(1):82-96.
- 10) MALLIK, A.K.; Y. DAIGO, F. SCHNELLE and A.J. PASCALE, 1962. Biological Observations. Final Report of "Working group on Biological Observations" CAGM III. Doc. 9, 15 pp. With 1-6 anex. Toronto, Canadá.
- 11) NIZZERO, G. 1986. Epoca de floración de las plantas ornamentales (observaciones fenológicas en latifoliadas leñosas). *Rev. Facultad de Agronomía*, 7(2-3):185-190.
- 12) OWEN, P.C. 1968. A measuring scale for areas of cereal leaves. *Expl. Agric.*, 4:275-278.
- 13) PASCALE, A.J. 1960. Phenological Observations on Agricultural Annual Crops. Second International Bioclimatological Congress. London 4-10 sep. 1960. 11 pp. 4 fig.
- 14) PASCALE, A.J. 1974. Agrometeorological and Phenological Observational Techniques. Agrometeorology of the Wheat Plant. *Proc. of the W.M.O Symposium*. Braunschweig. F.R. of Germany, 22-27 Oct. 1973. W.M.O. N° 396:125-137.
- 15) PLANCHUELO-RAVELO, A.M., A.C. RAVELO y A.J. PASCALE. 1987. Manual del Seminario en Fenología Agrícola. Edit. INAMHI-AID. Quito, Ecuador. 18 pág.
- 16) RAVELO, A.C. y A.M. PLANCHUELO. 1975. Determinación del área foliar en soja. *IDIA*, 31:11-17.
- 17) RAVELO, A.C.; A.J. PASCALE y A.M. PLANCHUELO. 1983. Modelo para estimar los estados fenológicos de la soja. *Actas de la VIII Reunión Nac. de Soja*: B 65-76.
- 18) RAVELO, A.C. y A.M. PLANCHUELO-RAVELO. 1987. Lupifen: Un modelo fenológico para el lupino blanco (*Lupinus albus* L.) *Actas de la III Reunión Arg. de Agrometeorología*, Vaquerías, Córdoba Argentina: 75-84.
- 19) RAVELO, A.C.; A.J. PASCALE y J. IZAURRALDE. 1987 a. Análisis y calibración de un modelo fisiológico para trigo. *Actas III Reunión Arg. de Agrometeorología*. Vaquerías, Córdoba (Argentina): 55-65.
- 20) RAVELO, A.C., R.A. SEILER y V. H. ROTONDO. 1987b. Evaluación de un modelo fisiológico para maíz. *Actas III Reunión Arg. de Agrometeorología*, Vaquerías, Córdoba (Argentina): 67-73.
- 21) RAVELO, A.C., A.M. PLANCHUELO-RAVELO y T. HODGES. 1987c. The effects of climatic variations on barley yields and agricultural practices. En: *The Impact of Climatic Variations on Agriculture Vol. 2. Assessment on Semiarid Regions*. Intern. Institute for Applied System Analysis (IIASA). A-2561 Laxenburg, Austria: 47-62.
- 22) REGEL, P.A. and P.J. SANDS. 1983. A model of the development and bulking of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). IV. Daylength, plant density and cultivar effects. *Field Crops Res.* 6:1-23.
- 23) RITCHIE, J.T. and S. OTTER. 1984. CERES-Wheat. A user oriented wheat yield model. *Agristar Pub.* Ym-U3-04442-JSC-188-92.
- 24) RITCHIE, J.T.; J. MAGNUSSON and T. HODGES, 1986. Substor Potato Model (Inedito).
- 25) RITCHIE, J.T.; E.C. ALOCILJA, U. SING and G. UEHARA. 1987. IBSNAT and the CERES-Rice model. *IBSNAT. Misc. Public.* 15 pag.
- 26) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. 1948-1956. Boletín Fenológico. Publicación del Departamento de Agrometeorología. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires, Argentina.
- 27) TODOROV, A. 1982. Lecture notes for training Class IV Agricultural Meteorological personnel. *World Meteorological Organization* 593. 153 pag.
- 28) VANDERLIP, R.L. 1972. How a sorghum plant develops. C-447. *Coop. Ext. Serv.*, Kansas State Univ. 19 pag.
- 29) WILKERSON, G.G.; J.W. JONES; K.J. BOOTE, K.T. INGRAM and J.W. MISHOE, 1983. Modeling soybean growth for management. *Trans. ASAE*, 26:63-73

NORMAS PARA LA PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

1- La revista de la Facultad de Agronomía es el órgano de dicha Casa de Estudios.

2- El Comité Editor considerará para su publicación los manuscritos de suscriptores de la revista no publicados anteriormente, que le sean entregados.

Todos los trabajos presentados deberán contar con un resumen en castellano y otro en inglés. Podrán remitirse para su evaluación trabajos originales, revisiones bibliográficas y otras contribuciones de valor científico en interés agronómico.

3- El Comité Editor decidirá sobre la aceptación de los manuscritos presentados, según el interés y valor de los trabajos descriptos y de su presentación. Dicho Comité solicitará siempre la opinión de especialistas en la materia para una mejor evaluación de los mismos.

4- Los autores deberán ajustarse estrictamente a las normas que siguen para la preparación y presentación de sus trabajos. De ese modo contribuirá a aliviar la tarea de los editores evitando que los originales sean devueltos.

5- Los trabajos deberán ser remitidos al Comité Editor de la revista o a los integrantes del mismo. Deberá constar de un original y tres copias, escritos a máquina de un solo lado y a doble espacio, en hojas tamaño carta no transparente.

6- Los títulos de los capítulos o partes se colocarán en el centro de la página y los de los sub-capítulos hacia el margen izquierdo. En el texto se dejará un margen aproximado de tres centímetros a la izquierda y parte superior e inferior en cada hoja; éstas serán numeradas sucesivamente, llevando a cada una la firma del autor o autores.

7- Deberá procurarse que el título del trabajo comience con una palabra que oriente acerca del contenido, evitando términos como: "contribución", "estudio", "investigación", etc.

8- Los autores agotarán las posibilidades de presentar su trabajo en la mínima extensión. Salvo casos excepcionales, las referencias características deberán ser sintéticas y aparecerán en caracteres más pequeños.

9- Los manuscritos llevarán el nombre y dirección postal y el lugar de trabajo del autor o autores. Los nombres latinos de taxones llevarán la sigla del autor sólo en casos que traten específicamente problemas taxonómicos.

10- Los llamados al pie de la página, se indicarán con números arábigos, entre paréntesis y a continuación de la palabra correspondiente; la nota respectiva se colocará entre dos rayas intercaladas en el texto, a continuación de la línea en que se encuentra la llamada.

11- Se evitarán abreviaturas y símbolos en los encabezamientos de títulos, cuadros, capítulos, etc. Las fechas serán abreviadas, se evitará el uso de abreviaturas no consagradas y si se usa alguna, las mismas serán explicadas.

12- Se indicará con números arábigos toda cifra que designe cuadros, láminas, tiempo, peso, etc., salvo casos especiales (recetas, etc.) que podrán ir con números romanos. Si la iniciación de un párrafo corresponde a una cifra, esta irá escrita en letras.

Las proporciones que expresan por cien o por mil, se representarán con los símbolos % y ‰. Las cifras que indican millares se separarán con un punto, excepto los casos en que representen años. Los decimales se separarán con una coma. Las fórmulas químicas estructurales así como las relaciones químicas figurarán solamente en casos necesarios evitando su repetición. Las fórmulas estructurales de un mismo trabajo deben agruparse e identificarse con números romanos que servirán de abreviatura en caso de repetirse en el texto.

Las fórmulas químicas corrientes no deben emplearse en reemplazo de las correspondientes palabras.

13- Toda transcripción se pondrá entre comillas. Cuando hubiera que hacer resaltar o señalar algún término o expresión se pondrá entre comillas. Si se transcriben cartas, leyes, decretos, etc., íntegramente, con fechas, firmas, no es necesario usar comillas siendo preferible en estos casos modificar el tipo de imprenta.

14- Las ilustraciones y gráficos se harán en tinta china sobre papel grueso, cartulina o papel transparente. El tamaño de las letras, números y fechas deberá estar en proporción con los gráficos, teniendo en cuenta que los originales que se envían se reducirán a tamaño de caja o ancho de columna, según los casos.

El sombreado se logrará con líneas o puntos, no mediante lavado. Las leyendas deben ser reunidas, escritas a máquina y agregadas al final del manuscrito.

En el reverso de cada ilustración o al pie según el tipo de papel usado deberá escribirse a lápiz, el nombre del autor, el título del trabajo abreviado y el número correspondiente a la figura.

15- En caso de incluirse fotografías en blanco y negro, estas deberán remitirse en copias brillantes claras, que muestren bien los detalles pero sin contraste excesivos. Los mismos datos que en el caso de las ilustraciones deberán ser anotados con lápiz en el reverso.

16- En lo que se refiere a la acentuación y ortografía, los autores tendrán presente que la autoridad está constituida por la última edición del Diccionario de la Real Academia Española.

17- Los trabajos estarán compuestos de:
Título
Nombre del autor
Resúmenes (castellano e inglés)
Introducción
Materiales y Métodos

Resultados
Discusión o Consideraciones
Conclusiones
Bibliografía Citada

Al final del Resumen y del "Summary" deberán incluirse las palabras claves o "key words" del trabajo.

Si fueran necesarios los "Agradecimientos" se incluirán antes de la "Bibliografía".

18- En la bibliografía sólo figurarán las fuentes citadas en el texto y esa referencia se hará insertando en el lugar que corresponda entre paréntesis el nombre del autor seguido por el año de publicación.

Las citas en la bibliografía deberán contener los siguientes datos:

- a) Autor (mayúscula)
- b) Año de publicación
- c) Título del artículo
- d) Nombre de la revista o publicación donde aparece el artículo
- e) Volumen y número de la publicación o revista.
- f) Páginas que comprende el artículo.

En el caso de tratarse de obras, deberán contener los siguientes datos:

- a) Nombre del autor
- b) Año de publicación
- c) Título del trabajo
- d) Autor o editor y título de la obra donde el trabajo fue publicado
- e) Editorial
- f) Lugar de publicación
- g) Número de páginas de la obra y Número de volumen si hay más de uno.

19- La publicación de los trabajos será gratuita hasta un máximo de 10 páginas de la Revista, debiendo los autores abonar las páginas adicionales según la estimación que el Comité comunicará en el momento de aceptarse su impresión.

20- Los autores podrán adquirir apartados de sus trabajos al precio de costo que el Comité Editor comunicará antes de la impresión del trabajo.