

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

---

REVISTA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

(TERCERA ÉPOCA)

—  
DIRECTOR AD-HONOREM ENRIQUE C. CLOS

—  
TOMO XL

(ENTREGA 2ª)



LA PLATA  
REPÚBLICA ARGENTINA

—  
1964

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD  
de Ciencias Agrarias y Forestales

LA PLATA  
( Prov. de Bs. As. )  
R. Argentina

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

(XII-1984)

---

## *Presidente*

DOCTOR ROBERTO CIAFARDO

## *Vicepresidentes*

INGENIERO CONRADO E. BAUER

## *Secretario General y del Consejo Superior*

ELIOSER C. ROSSOTTI (interino)

## *Guardasellos*

DOCTOR HERBERTO PRIETO DÍAZ

## *Asesor Letrado*

DOCTOR ABEL RIPA ALBERDI

## *Tesorero General*

FARMACÉUTICO RAFAEL FERNANDO ARRIOLA

## *Director de Despacho*

OSCAR MARTÍNEZ

## Consejo Superior de la Universidad

*Decanos* : Ingeniero agrónomo Héctor C. Santa María, ingeniero Conrado E. Bauer, doctor Bartolomé Fiorini, doctor Carlos Federico García, doctor Alfredo J. García Pirazzi, doctor Héctor Luis Fasano, doctor Francisco Arena, doctor Mario Egidio Ternggi, contador Pedro Delfino, arquitecto Alfredo Juan Kleiner. *Director del Observatorio Astronómico* : Simón Gershanik. *Delegados de los profesores* : Ingeniero agrónomo Alfredo M. Leguizamón, ingeniero Enrique P. Villarreal, doctor Jorge Lascano, profesor Ricardo Nassif, doctor Gregorio Andrés Caro, doctor Manuel Gaspar Escalante, doctor Ricardo Roseudo Rodríguez, ingeniero agrónomo Enrique Modesto Sivori, contador Natalio Victorio Vittone, doctor Alejo Mariano Fournier. *Delegados de los graduados* : Ingeniero agrónomo Alfredo M. Bettendorff, ingeniero Raúl R. De Luca, doctor Leopoldo J. Russo, profesor Lázaro Seigelschifer, doctor Cecilio Alberdi, licenciado Ricardo Pedro Ochoa, doctor Néstor O. Dron, geólogo Jorge Rafael, contador Miguel Ángel García Lombardi, arquitecto Enrique Fernández. *Delegados de los estudiantes* : Susana S. M. Dessy de Mrozek, Raúl A. Pessacq, Carlos Alberto Cañete, Daniel Pabón, Alberto O. Müller, Hugo J. Lara, Horacio L. Perechodnik, Jorge Orlando San Cristóbal, Mariano A. Gil, Jnan M. Valcarcel.

# FACULTAD DE AGRONOMIA

(XII-1964)

---

## *Decano*

INGENIERO AGRÓNOMO HÉCTOR C. SANTA MARÍA

## *Vicedecano*

INGENIERO AGRÓNOMO JOSÉ A. RICCITELLI

## *Delegado Titular al Consejo Superior*

INGENIERO AGRÓNOMO ALFREDO M. LEGUIZAMÓN

## *Secretario de la Facultad y del Consejo Académico*

INGENIERO AGRÓNOMO ALBERTO R. VIGIANI

## *Prosecretario*

ANTONIO DI RENZO

## **Consejo Académico**

### *Consejeros Titulares*

*Profesores* : Ingeniero agrónomo Edgardo N. Camugli, ingeniero agrónomo Julio L. Mulvany, ingeniero agrónomo Italo N. Costantino, ingeniero agrónomo José A. Riccitelli, ingeniero agrónomo José M. Carranza, ingeniero agrónomo Héctor O. Arriaga. *Graduados* : Ingeniero agrónomo Ricardo M. Elola, ingeniero agrónomo Héctor E. Alippi. *Estudiantes* : Claudio Ferreyra, Oscar Zehnder, Ramón Garriga, Rodolfo Sarasola.

## *Administrador*

INGENIERO AGRÓNOMO JULIO A. RINGUELET  
(en uso de licencia)

## *Administrador interino*

JUAN ENRIQUE DELUCHI

## *Subadministrador y Habilitado*

AMÉRICO C. LAMARQUE

## *Contador*

CONTADOR PÚBLICO NACIONAL ALFREDO BRIENZA

## *Bibliotecario*

INGENIERO AGRÓNOMO RODOLFO M. URO

## *Director, ad-honorem, de la Revista*

INGENIERO AGRÓNOMO ENRIQUE C. CLOS

NOMINA DEL PERSONAL DOCENTE Y TECNICO

(XII-1964)

*Profesor honorario*

Doctor en química e ingeniero agrónomo Carlos M. J. Albizzati

*Profesor extraordinario*

Ingeniero agrónomo Julio Hirschhorn

**Departamento Biología y Ecología<sup>1</sup>**

Jefe, ingeniero agrónomo Benno J.-Ch. Schnack ;

Asistente, ingeniero agrónomo Rubens R. Ré.

*Cátedra de Cálculo estadístico y Biometría*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo José E. Bosso ;

Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Amílcar R. Müller ;

Jefe de trabajos prácticos, licenciado en ciencias fisicomatemáticas Oscar Manuel Sorraín ;

Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Atilio Demarco.

*Cátedra de Climatología y Fenología agrícolas*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Armando L. De Fina ;

Profesor adjunto, interino, ingeniero agrónomo Edmundo A. Damario ;

Jefe de laboratorio, ingeniero agrónomo Manuel Garabatos ;

Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Antonio J. Garbosky ;

Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Manuel Leopoldo Perera.

*Cátedra de Edafología*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Rubén H. Molino ;

Jefe de trabajos prácticos, geólogo Oscar A. Duymovich ;

Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Aníbal L. Andrade Romero ;

Ayudante alumno, ad-honorem, Adolfo E. León.

*Cátedra de Física biológica*

Profesor titular, interino, doctor en ciencias fisicomatemáticas, Alejo Mariano Fournier ;

Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Fernando Coll Cárdenas.

<sup>1</sup> La organización de la Facultad en los departamentos que se indican a continuación se dispuso en la ordenanza aprobada por el Honorable Consejo Académico en su sesión del 22 de mayo de 1964 (Expediente 200-20.618/63).

*Cátedra de Fisiología vegetal y Fitogeografía*

Profesor titular, con dedicación semiexclusiva, ingeniero agrónomo Enrique M. Sívori ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Francisco K. Claver ;  
Jefa de laboratorio, ingeniera agrónoma Mabel C. Esponda ;  
Jefa de trabajos prácticos, interina, ingeniera agrónoma Clara Ph. Rumi ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Fermín Nakayama.

*Cátedra de Genética y Mejoramiento animal y vegetal*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Benno J. Ch. Schnack ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Rubens R. Ré ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Saúl O. Fehleisen.

*Cátedra de Morfología y Sistemática vegetal*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Milan Jorge Dimitri ;  
Profesor adjunto, doctor en ciencias químicas José Laureano Amorín ;  
Jefa de trabajos prácticos, ingeniera agrónoma Ida Volkart de Hualde ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Hugo Correa Luna ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Edgardo N. Orfila.

**Departamento de Economía**

Jefe, ingeniero agrónomo Andrés Ringuelet ;  
Asistente, ingeniero agrónomo Raúl Axat.

*Cátedra de Administración y Legislación agraria*

Profesor titular, interino, ingeniero agrónomo Benjamín Itzcovich ;  
Profesor adjunto, interino, ingeniero agrónomo Julio A. Ringuelet ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Marcelo A. Galli ;  
Jefe de trabajos prácticos, ad-honorem, ingeniero agrónomo Juan T. Sisterna.

*Cátedra de Economía agraria*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Andrés Ringuelet ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Raúl Axat ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Rubén A. Cacivio ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Juan T. Sisterna.

**Departamento de Ingeniería rural**

Jefe, ingeniero agrónomo Alfredo M. Leguizamón ;  
Asistente, ingeniero hidráulico y civil Antonio Lopardo.

*Cátedra de Complementos de Matemáticas*

Profesor titular, interino, doctor en ciencias físicomatemáticas, Alejo M. Fournier ;  
Profesor adjunto, doctor en ciencias físicomatemáticas, Carlos F. Tomassoni ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo César Yuen Ganoza ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Jaime Reyes Gainza.

*Cátedra de Construcciones rurales*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Ernesto A. Druetto ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Luis G. Ferreyra ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Julio Mariani ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Gustavo A. Sánchez Robles.

*Cátedra de Dibujo*

Profesor titular, interino, ingeniero agrónomo Modesto Carlos Santos ;  
Profesor adjunto, interino, ingeniero agrónomo Luis G. Ferreyra ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Elvio Délfór Bâncora ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Marcelo Luis Viguier ;  
Dibujante, César Bergo.

*Cátedra de Hidrología agrícola*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Alfredo M. Leguizamón ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Miguel Luck Córdova ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Domingo González Menéndez ;  
Ayudante diplomado, ad-honorem, ingeniero agrónomo Jaime J. Herrera Canales.

*Cátedra de Maquinaria agrícola*

Profesor titular, ingeniero agrónomo José Antonio Riccitelli ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Carlos A. Chiesa ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Elvio Délfór Bâncora ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Hugo Foster.

*Cátedra de Mecánica aplicada*

Profesor titular, ingeniero mecánico-electricista José Pedro Lombardi ;  
Profesor adjunto, interino, ingeniero Ricardo Ortiz ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Carlos E. Villegas ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Alberto Hervas.

*Cátedra de Parques y Jardines*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Oscar P. Chiesa ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Ernesto P. Belli ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Aldo J. Candela.

*Cátedra de Topografía*

Profesor titular, con dedicación semiexclusiva, ingeniero hidráulico y civil  
Antonio Lopardo ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo y agrimensor Vifredo Morera ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Jorge Zárate Barrau ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Carlos L. Muñoz ;  
Ayudante alumno, ad-honorem, Félix M. Ayala Aranguri.

**Departamento Producción animal**

Jefe, ingeniero agrónomo Luis R. Miccio Peralta ;  
Asistente, doctor en medicina veterinaria Raúl A. Carriza.

*Cátedra de Forrajicultura y Praticultura*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Luis R. Miccio Peralta ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Jorge R. Orbea (en uso de licencia) ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Emilio Pflirter ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Guillermo Madero.

*Cátedra de Introducción a la Zootecnia (Anatomía y Fisiología animal)*

Profesor titular, doctor en medicina veterinaria e ingeniero agrónomo César A. Labarthe ;  
Profesor adjunto, doctor en medicina veterinaria Raúl A. Carizza ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Luis R. Sillón ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo José E. Oliveri Cáceres.

*Cátedra de Zootecnia (Animales menores de granja)*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Alberto M. Gamero ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Luis G. Cornejo ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Amílcar E. Corva.

*Cátedra de Zootecnia (Bovinos, ovinos, suinos)*

Profesor titular, interino, doctor en medicina veterinaria e ingeniero agrónomo César A. Labarthe ;  
Profesor adjunto, interino, doctor en medicina veterinaria Raúl A. Carizza ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Amílcar E. Corva ;  
Ayudante diplomado, ad-honorem, ingeniero agrónomo Luis R. Sillón.

### Departamento de Producción vegetal

Jefe, ingeniero agrónomo Héctor O. Arriaga ;  
Asistente, ingeniero agrónomo Otelo Zamponi.

#### *Cátedra de Cerealicultura*

Profesor titular, con dedicación semiexclusiva, ingeniero agrónomo Héctor O. Arriaga ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Claudio B. Court ;  
Jefe de laboratorio, ingeniero agrónomo Francisco K. Claver ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Juan J. N. Marassi ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Juan C. Zuccarelli.

#### *Cátedra de Cultivos industriales*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Enrique C. Clos ;  
Profesor adjunto (en uso de licencia), ingeniero agrónomo Humberto Berti ;  
Profesor adjunto, interino y jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Carlos E. Germaun ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino y ayudante diplomado, ingeniero agrónomo José E. Porta ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Ricardo M. Elola.

#### *Cátedra de Fruticultura*

Profesor titular, ingeniero agrónomo José J. Vidal ;  
Profesor adjunto (en uso de licencia), ingeniero agrónomo Jorge R. Díaz ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Alberto Venero del Carpio ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Noé Padlog.

#### *Cátedra de Horticultura y Floricultura*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Antonio E. Sarli ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Otelo Zamponi ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Edo Alfredo Avila ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Iwert Valdemar Cometta.

#### *Cátedra de Silvicultura*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Italo N. Costantino ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Reynaldo J. Gravelloni ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo e ingeniero forestal Pablo E. Cassani ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo e ingeniero forestal Raúl A. Espil ;  
Ayudante diplomado, ad-honorem, ingeniero agrónomo e ingeniero forestal Fernando M. Gómez Smith.

*Instituto Fitotécnico de « Santa Catalina » (Llavallol)*

Director, ingeniero agrónomo Luis Bernabé Mazoti ;  
Subdirector, ingeniero agrónomo Saúl O. Fehleisen ;  
Administrador, Adolfo O. Spitznagel ;  
Experimentadores fitotecnistas, ingeniero agrónomo Máximo B. Lysholm, ingeniero agrónomo Carlos E. Mühlenberg, ingeniero agrónomo Juan E. Aguilar Riega, doctor en ciencias biológicas Carlos Juan Tandler, ingeniera agrónoma Josefa Aurora Calvo, ingeniero agrónomo Ruderico S. Velásquez, ingeniero agrónomo Luis Teixé.

*Estación Experimental de Arroz (Los Hornos-La Plata)*

Director, ingeniero agrónomo Claudio B. Court ;  
Subdirector, ingeniero agrónomo Juan J. N. Marassi ;  
Asistente técnico, ad-honorem, ingeniero agrónomo Julio Hirschhorn ;  
Experimentador fitotecnista, ingeniero agrónomo Enrique Hugo Fisher.

**Departamento de Química e Industrias agrícolas**

Jefe, ingeniero agrónomo Alfonso Andrés Vidal ;  
Asistente, licenciado en química Héctor Ariel Ainciburu.

*Cátedra de Industrias agrícolas de Fermentación*

Profesor titular, ingeniero agrónomo Roberto A. Mercader Bosch.

*Cátedra de Industrias agrícolas de Lechería*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Julio L. Mulvany ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Isaac Benchetrit ;  
Profesor adjunto, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Julio C. Ocampo ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Osvaldo J. S. Pérez.

*Cátedra de Microbiología agrícola*

Profesor titular, ingeniero agrónomo José Lubertino ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Edgardo N. Camugli ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Oscar E. Gómez Etchart.

*Cátedra de Química agrícola (Fitquímica)*

Profesor titular, con dedicación semiexclusiva, ingeniero agrónomo Alfonso Andrés Vidal ;  
Profesor adjunto, doctor en bioquímica Víctor Pablo Olaechea ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Antonio A. Sabbione ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Pablo del Rivero ;  
Ayudante diplomada (por contrato), doctora en bioquímica Carmen F. de Soldi.

*Cátedra de Química general e inorgánica*

Profesor titular, doctor en bioquímica y farmacia José M. Sarraillet ;  
Profesor adjunto, licenciado en química Héctor Ariel Ainciburu ;  
Jefa de trabajos prácticos, interina, doctora en bioquímica y farmacia Amelia Elda Molinari ;  
Ayudante diplomada, interina, farmacéutica Blanca A. C. Robinson de Bergamini ;  
Ayudante diplomada (por contrato), doctora en química Nelly H. Greco de Beroqui ;  
Ayudante diplomado, ad-honorem, licenciado en química Néstor E. Deambrosi.

*Cátedra de Química orgánica*

Profesor titular, doctor en bioquímica y farmacia José M. Sarraillet ;  
Profesor adjunto, licenciado en química Héctor Ariel Ainciburu ;  
Ayudante diplomado (por contrato), licenciado en química Julio Saidman ;  
Ayudante diplomado (por contrato), licenciado en química Néstor E. Deambrosi ;  
Ayudante diplomada, interina, farmacéutica Blanca A. C. Robinson de Bergamini.

*Cátedra de Química analítica, cualitativa y cuantitativa (Correlación)*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, doctor José A. Catoggio ;  
Jefe de trabajos prácticos (por contrato), licenciado en bioquímica Reynaldo César Castells ;  
Ayudantes diplomados, doctor en bioquímica Gregorio A. Lucientes y doctor en química Julio César Merodio ;  
Ayudantes alumnos, Ana María Alechuteguy y Ramón M. Ducay.

**Departamento Sanidad vegetal**

Jefe, ingeniero agrónomo Héctor Cayetano Brugnani ;  
Asistente, ingeniero agrónomo José M. Carranza.

*Cátedra de Fitopatología*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Juan C. Lindquist ;  
Profesor adjunto, ingeniero agrónomo José M. Carranza ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Pericles A. Merlo ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Héctor E. Alippi ;  
Ayudante diplomado, ad-honorem, ingeniero agrónomo Manuel L. Perera.

*Cátedra de Terapéutica vegetal*

Profesor titular, con dedicación semiexclusiva, ingeniero agrónomo Héctor C. Santa María ;

Profesor adjunto, ingeniero agrónomo Lorenzo J. Dosio ;  
Jefa de trabajos prácticos, ingeniera agrónoma Olga Dina Vega ;  
Ayudante diplomado, ingeniero agrónomo Ricardo A. Ayllón.

*Cátedra de Zoología agrícola*

Profesor titular, con dedicación exclusiva, ingeniero agrónomo Héctor Cayetano Brugnoli ;  
Profesora adjunta, con dedicación exclusiva, ingeniera agrónoma Enriqueta Bezzi de Arona ;  
Jefa de laboratorio, doctora en ciencias naturales Enlalia Millán de De Santis ;  
Ayudante diplomado, interino, ingeniero agrónomo Adolfo Roseblit ;  
Ayudante alumno, Alejandro J. Pascualini.

**Escuela Superior de Bosques (Parque Pereyra Iraola, sector Santa Rosa)**

Director, interino, ad-honorem, ingeniero agrónomo Italo N. Costantino ;  
Secretario técnico, interino, ingeniero agrónomo e ingeniero forestal Fernando M. Gómez Smith.

*Cátedra de Matemáticas (Cálculo diferencial e integrales)*

Profesor, interino, licenciado en ciencias fisicomatemáticas David Pantin ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero civil Héctor Micheloni.

*Cátedra de Geometría analítica*

Profesor, interino, ingeniero civil Héctor Aidor Di Caro ;  
Jefa de trabajos prácticos, interina, profesora en matemáticas Zulema María Larrea.

*Cátedra de Geomorfología*

Profesor, interino, ad-honorem, doctor en ciencias naturales Dino Cappanini ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, doctor en ciencias naturales Eduardo Mauriño.

*Cátedra de Introducción a la Dasonomía*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo Italo N. Costantino ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo e ingeniero forestal Pablo E. Cassani.

*Cátedra de Dasometría*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo César Edgardo Sutton ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Roberto Ernesto Alvarez.

*Cátedra de Economía y Legislación forestal*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo Orlando D'Adamo ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Julio José Torchia.

*Cátedra de Silvicultura (primera parte)*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo Héctor Raúl Mangieri ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Antonio J. Garbosky.

*Cátedra de Dendrología*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo Julio Alfredo Castiglioni ;  
Jefa de trabajos prácticos, interina, ingeniera agrónoma Elvira María Rodríguez.

*Cátedra de Industrias forestales (primera parte)*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo José Claudio Tinto ;  
Jefe de laboratorio, interino, ingeniero agrónomo José Jorge Mario García ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, ingeniero agrónomo Eduardo Di Lella.

*Cátedra de Silvicultura (segunda parte)*

Profesor, interino, ingeniero agrónomo Rosario F. J. Leonardis ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero forestal Foka Fomin.

*Cátedra de Resistencia de Materiales y Construcciones*

Profesor, interino, ingeniero civil Oscar Jorge Mallol ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero civil e hidráulico Jorge A. Boeri.

*Cátedra de Aprovechamiento forestal*

Profesor, experto de la F.A.O., doctor Francisco Zamarriego ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo e ingeniero forestal Raúl A. González.

*Cátedra de Corrección de Torrentes*

Profesor, experto de la F.A.O., ingeniero de montes José María García Nájera ;  
Jefe de trabajos prácticos, ingeniero agrónomo Rodolfo Falcone.

*Cátedra de Industrias forestales (segunda parte)*

Profesor, interino, doctor en química Tomás Riqué ;  
Jefe de trabajos prácticos, interino, doctor en química Julio Pardo ;

*Catedráticos, ad-honorem, licenciado en química Jorge G. Gómez Artero;  
licenciado en química Edmundo Fiallo; ingeniero agrónomo Domingo  
Noetinger.*

*Cátedra de Ordenación forestal*

Profesor, interino, ad-honorem, ingeniero agrónomo Leopoldo Perfumo.

*Cátedra de Protección forestal*

Profesor, interino, ad-honorem, ingeniero agrónomo Italo N. Costantino.

**Instituto de Corrección de Vertientes e Ingeniería Forestal  
(Parque Pereyra Iraola, sector Santa Rosa)**

Jefe, interino, licenciado en ciencias naturales Julio Castellanos;  
Co-Director (Director del Proyecto), ingeniero de montes José María García  
Nájera;  
Director asistente del proyecto, doctor de montes Francisco Zamarrigo;  
Jefe del Laboratorio hidrológico forestal, ingeniero agrónomo Rodolfo Falcone;  
Asistente técnico del Laboratorio hidrológico forestal, ingeniero agrónomo e in-  
geniero forestal Aldo Hugo Cinto;  
Jefe del Laboratorio de aprovechamiento forestal, ingeniero agrónomo e inge-  
niero forestal Raúl A. González;  
Asistentes técnicos para el Laboratorio de aprovechamiento forestal, ingenieros  
agrónomos Osvaldo Américo Mantero y Manuel Moisés Amden;

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
**REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**  
(TERCERA EPOCA)  
DIRECTOR AD-HONOREM ENRIQUE C. CLOS

---

Tomo XL      La Plata (Prov. Buenos Aires), diciembre de 1964      Entrega 2ª

---

**ESTUDIO SOBRE LA TUBERIZACION DE PLANTAS  
Y BROTES DE PAPA**

Por FRANCISCO K. CLAVER <sup>1</sup>

La formación de tubérculos en plantas tuberosas es un problema de capital importancia en agricultura. Por su valor económico, la papa ha sido la planta que ha recibido especial atención en las investigaciones sobre este tema.

Varias hipótesis han sido propuestas para explicar la naturaleza de la inducción de la tuberización.

A principios del siglo, Bernard (1902) explicó la formación de tubérculos por simbiosis entre la planta y hongos. Driver (1943), sostiene que la tuberización sería consecuencia de la acumulación de carbohidratos disponibles por la planta, considerando que la temperatura y fotoperiodismo controlarían la formación de tubérculos a través de los carbohidratos.

Gregory (1956) y Chapman (1958), establecen como conclusión de sus investigaciones experimentales, la existencia de un estímulo de tipo hormonal que se formaría en las hojas en condiciones ambientales especiales, trasladándose a los rizomas induciendo la formación de tubérculos.

Claver (1951), (1956); Tagawa y Okazawa (1952); Madec y Perennec (1955), y Perennec y Madec (1960) demostraron que tubérculos sin follaje son capaces de formar nuevos tubérculos en

<sup>1</sup> Ingeniero agrónomo. Profesor adjunto de la cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía de la Facultad de Agronomía de La Plata.

sus brotes; que la luz y temperatura influyen en el período de aparición de los tubérculos hijos y que estos factores actuarían a través del tubérculo madre, originando tuberculitos en relación a su estado de incubación.

Barker (1953) desarrolló un método por el cual fue posible la formación de tubérculos, originados por nudos de papa cultivados "in vitro". Posteriormente aparecen varios trabajos empleando este método para estudios de la tuberización de la papa: Mes y Menge (1954), Chapman (1955), Okazawa (1955) y Claver (1956).

En el presente trabajo se detallan ensayos realizados acerca de la influencia de la luz y temperaturas sobre la tuberización. Para tal fin se estudió la formación de tubérculos en:

- 1) Plantas de papas completas con follaje.
- 2) Sobre brotes ahilados originados por tubérculos.
- 3) Sobre brotes cultivados "in vitro".
- 4) En plantas provenientes de semillas verdaderas cultivadas "in vitro".

#### MATERIAL Y METODO

Se efectuaron cuatro ensayos en diferentes años, consistentes en las siguientes variantes:

1. Estudio de la aparición de tubérculos en plantas con parte aérea sometida a altas y bajas temperaturas en condiciones de día natural. Se utilizaron tubérculos de papa de la variedad Katahdin, provenientes de la Estación Experimental de Balcarce y conservadas en pila común a campo hasta la iniciación del ensayo. El 23 de setiembre de 1954 se comenzó el ensayo; los tubérculos tenían brotes de un centímetro de longitud. Se cortaron las papas en dos partes. Con este procedimiento se obtuvieron dos series de mitades, individualizadas las mitades homólogas con idéntico número. Se llenaron macetas de 30 cm de diámetro con tierra hasta la mitad, se colocaron los trozos de tubérculos, completando el contenido de las macetas con vermiculita. Cuando los brotes de las plantas alcanzaron un centímetro, se colocó una serie en invernáculo y la otra en una cámara refrigeradora especial con frente y techo de vidrio. Cada serie consistía de 20 macetas.

2. Estudio de la formación de tubérculos originados por plantas con follaje y brotes ahilados a bajas y altas temperaturas. El material y el procedimiento fueron idénticos al caso anterior, excepto que después de obtener las dos series, a una de ellas se la colocó en bandejas de madera, previamente numeradas, sobre vermiculita en oscuridad, manteniendo la vermiculita húmeda por medio de riego. Con la otra serie se procedió igual que en 1. Con este procedimiento se obtuvieron mitades que formaron plantas con parte aérea y 20 mitades homólogas en condiciones de incubación en invernáculo <sup>1</sup>; 40 mitades se sometieron a bajas temperaturas en la cámara frigorífica, con el mismo diseño experimental.
3. Estudio de la formación de tubérculos "in vitro" originados por brotes a luz y oscuridad. Se utilizaron tubérculos de la variedad Katahdin, que fueron sumergidos en bicloruro de mercurio a 1 o/oo durante 3 horas. Se colocaron luego en bandejas. La brotación se produjo el 27-V-61. El 23-VI-61, cuando los brotes tenían alrededor de 1 cm de longitud se esterilizaron con hipoclorito de calcio al 15 % durante 45' y se lavaron con agua estéril. Los brotes se sembraron en erlenmeyers que contenían medio de White más de 2,5 mg de pantotenato de calcio, y esterilizados en autoclave a 15-20 libras de presión durante 20'.

El 5-VII-61 se colocaron 12 cultivos en condiciones de temperatura ambiente y de luz a día natural, y 12 cultivos a oscuridad en estufa a temperaturas de 20° C.
4. Estudio de la formación de tubérculos por plantas crecidas "in vitro" a luz y oscuridad. Se partió de semillas verdaderas provenientes de cruzamiento P 21-49 × Huinkul. Se esterilizaron con alcohol etílico durante 1', y luego 30' en hipoclorito de calcio al 15 %. Se lavaron 3 veces con agua estéril y se las colocó en un erlenmeyer que contenía medio nutritivo de White más 2,5 mg de pantotenato de calcio, esterilizando los medios de cultivo en autoclave como en el ensayo anterior. La germinación ocurrió 20 días después de la siembra en el medio de cultivo.

<sup>1</sup> Para observación de tuberización sobre los brotes en oscuridad.

Las semillas germinadas se sembraron individualmente en erlenmeyers, puestos en ambiente de laboratorio hasta el 24-X-60, en que se colocaron en las siguientes variantes:

Once plantas en condiciones de temperatura ambiente y de luz a día natural, y once plantas a oscuridad en estufa a 20° C.

Los cultivos en ambos ensayos estaban libres de contaminaciones por microorganismos.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

### 1. Tuberización de plantas con parte aérea.

Los resultados obtenidos se detallan en el cuadro n° 1. En general las plantas crecidas en invernáculo a altas temperaturas, resultaron de una talla mayor que aquellas de baja temperatura y con hojas de un color más pálido; por el contrario las de bajas temperaturas mostraron un color verde intenso.

Se registró la aparición de los tubérculos computándose el número de días desde la iniciación del ensayo (23-IX-54). La aparición de los brotes sobre la vermiculita se produjo 16 días después (promedio de las 20 plantas). Los datos señalan que no existen grandes diferencias en la formación de tubérculos. Las plantas de bajas temperaturas adelantan la tuberización en un promedio de 5 días.

### 2. Formación de tubérculos por plantas con parte aérea y por brotes ahilados provenientes del mismo tubérculo.

Los datos consignados en el cuadro n° 2 demuestran que el período de formación de tubérculos desde la iniciación del ensayo (23-IX-54) es considerablemente más corto en las plantas completas que en los brotes ahilados.

La diferencia de tiempo fue de 16 días para los tratamientos de alta temperatura y de 39 días para los de baja temperatura. Confrontando únicamente la longitud del período de formación de tubérculos sobre los brotes se observa que los de baja temperatura alargan el período en 18 días.

### 3. Formación de tubérculos por brotes cultivados "in vitro" en condiciones de luz y oscuridad.

En el cuadro n° 3 se detallan las fechas y el número de días transcurridos hasta la formación de tubérculos en las variantes estudiadas. Los ensayos fueron comenzados el 5-VII-61.

El crecimiento de los brotes resultó uniforme para ambas variantes. Lo mismo no sucedió con el período para formar tubérculos, que varió entre 94 y 120 días para los cultivos de luz, y 157 y 309 para los crecidos en oscuridad.

Los tubérculos se formaron en un período menor en los cultivos expuestos a la luz que en los de oscuridad; con una diferencia entre los promedios a favor de las primeras de 141 días.

CUADRO N° 1

Tuberización de plantas de papa en condiciones de alta y baja temperaturas, a día natural <sup>1</sup>

Papa N°	Altas temperaturas Prom. : máx. 33,7°C; mín. 13°C		Bajas temperaturas Prom. : máx. 9,6°C; mín. 5,4°C	
	Formación de tubérculos <sup>2</sup>		Formación de tubérculos	
	Fecha	N° días	Fecha	N° días
1.....	27-XI	65	14-XI	52
2.....	24 »	62	8 »	46
3.....	11 »	49	7 »	45
4.....	9 »	47	7 »	45
5.....	9 »	47	8 »	46
6.....	9 »	47	10 »	48
7.....	10 »	48	9 »	47
8.....	10 »	48	9 »	47
9.....	27 »	65	11 »	49
10.....	27 »	65	11 »	49
11.....	9 »	47	7 »	45
12.....	9 »	47	9 »	47
13.....	24 »	62	15 »	53
14.....	16 »	54	11 »	49
15.....	9 »	47	25 »	63
16.....	9 »	47	7 »	45
17.....	9 »	47	7 »	45
18.....	9 »	47	10 »	48
19.....	15 »	53	9 »	47
20.....	27 »	65	11 »	49
Promedios		53		48

<sup>1</sup> La longitud del fotoperíodo varió entre 12 y 14 horas durante el transcurso del ensayo.

<sup>2</sup> Cuando las plantas desarrollaron tubérculos de 1 cm de diámetro.

## CUADRO N° 2

## Tuberización de plantas con follaje y de brotes ahilados

Papa N°	Formación de tubérculos Plantas completas. Período de luz natural entre 12 y 14 horas		Formación de tubérculos Brotes ahilados. En oscuridad	
	Fecha	N° días	Fecha	N° días
<b>ALTAS TEMPERATURAS (Prom. : máx. 31°C ; mín. 14,5°C)</b>				
21.....	14-XI	52	21-XI	59
22.....	9 »	47	10-XII	78
23.....	11 »	49	25-XI	63
24.....	11 »	49	10 »	48
25.....	14 »	52	21 »	59
26.....	11 »	49	1-XII	69
27.....	11 »	49	21-XI	59
28.....	11 »	49	—	—
29.....	27 »	65	—	—
30.....	15 »	53	3-XII	71
31.....	15 »	53	1 »	69
32.....	14 »	52	10 »	78
33.....	11 »	49	—	—
34.....	11 »	49	21-XI	59
35.....	24 »	62	26 »	64
36.....	10 »	48	13-XII	81
37.....	18 »	56	6 »	74
38.....	13 »	51	7 »	75
39.....	—	—	10 »	78
40.....	15 »	53	7 »	75
Promedios...		52		68
<b>BAJAS TEMPERATURAS (Prom. : máx. 9,6°C ; mín. 5,4°C)</b>				
41.....	7-XI	45	13-XII	81
42.....	7 »	45	5-I	104
43.....	7 »	45	13-XII	81
44.....	7 »	45	18 »	86
45.....	—	—	10-I	109
46.....	—	—	—	—
47.....	9-XI	47	13-XII	81
48.....	—	—	26 »	94
49.....	—	—	—	—
50.....	9-XI	47	13-XII	81
51.....	9 »	47	14 »	82
52.....	8 »	46	14 »	82
53.....	—	—	14 »	82
54.....	8-XI	46	14 »	82
55.....	8 »	46	14 »	82
56.....	14 »	52	14 »	82
57.....	20 »	58	18 »	86
58.....	10 »	48	—	—
59.....	10 »	48	26 »	94
60.....	7 »	45	14 »	82
Promedios.....		47		86

CUADRO N° 3

Tuberización de brotes cultivados « in vitro » en condiciones de luz y oscuridad

Oscuridad Temperatura 20°C			Temperatura 17,4°C-9,6°C. Período entre 9.46 y 13.32 horas de luz natural		
Cultivos	Fecha	N° días	Cultivos	Fecha	N° días
1.....	17-III-62	255	1.....	7-X-61	94
2.....	9-XII-61	157	2.....	7-X-61	94
3.....	—	—	3.....	7-X-61	94
4.....	10-V-62	309	4.....	2-XI-61	120
5.....	20-II-62	230	5.....	—	—
6.....	15-IV-62	284	6.....	2-XI-61	120
7.....	2-V-62	301	7.....	2-XI-61	120
8.....	—	—	8.....	9-X-61	96
9.....	20-I-62	199	9.....	22-X-61	109
10.....	9-XII-61	157	10.....	22-X-61	109
11.....	17-III-62	255	11.....	9-X-61	96
12.....	10-V-62	309	12.....	9-X-61	96
Promedios.....		245	Promedios.....		104

CUADRO N° 4

Tuberización de plantas cultivadas « in vitro » en condiciones de luz y oscuridad

Temperatura 22,6°C-13,1°C. Período entre 10 y 13 horas de luz natural			Oscuridad Temperatura 20°C	
Número	Fecha	N° días	Número	
1.....	15-IV-61	173	1.....	No forma tubérenlos
2.....	15-IV-61	173	2.....	»
3.....	29-VI-61	248	3.....	»
4.....	29-VI-61	248	4.....	»
5.....	29-VI-61	248	5.....	»
6.....	29-VI-61	248	6.....	»
7.....	—	—	7.....	»
8.....	10-XII-60	47	8.....	»
9.....	3-V-61	191	9.....	»
10.....	16-V-61	204	10.....	»
Promedios.....		198		

La figura n° 1 representa los cultivos de las dos variantes, 125 días después de comenzado el ensayo.

#### 4. Formación de tubérculos por plantas crecidas "in vitro" a luz y oscuridad.

La germinación de las semillas de papa se produjo en forma uniforme. Después que las plantas se colocaron individualmente en los erlenmeyers con el medio nutritivo, se observaron diferencias en el crecimiento; algunas plantas con mayor

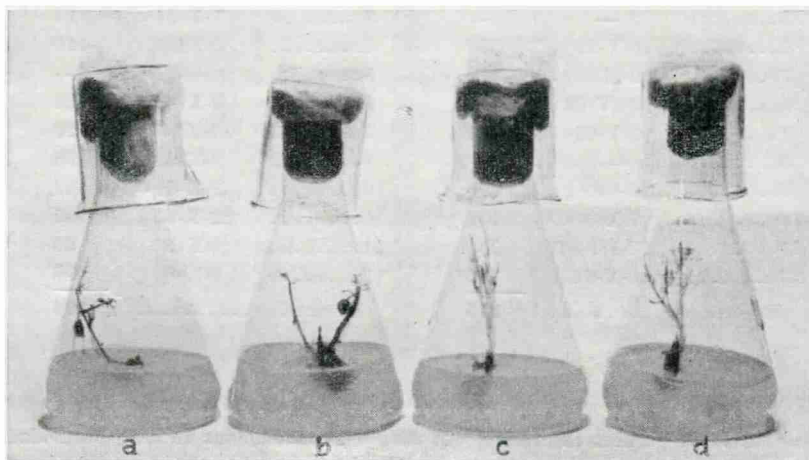


Fig. 1. — Los brotes cultivados a luz se encuentran tuberizados (a-b). Por el contrario, los cultivados en oscuridad no tuberizaron (c-d). (Fotografía tomada 125 días después de comenzado el ensayo).

vigor que otras, posiblemente debido a su diferencia genética. Luego de colocadas en erlenmeyers en las condiciones del ensayo (24-X-60) las plantas crecidas a luz formaron numerosas raíces, tallos y tubérculos, la mayoría de ellos aéreos. En cambio, las plantadas en condiciones de oscuridad, crecieron lentamente, formando algunos tallos y hojas, no desarrollando tubérculos hasta la finalización del ensayo (29-VI-61).

La fecha y número de días de la formación de tubérculos en las plántulas en condiciones de luz, se detallan en el cuadro n° 4.

Del estudio de los datos del cuadro se observa que una plántula produce tubérculos en un período considerablemente menor que las restantes (47 días), guardando las plántulas restantes diferencias no tan amplias, hecho que adjudicamos también a la diferencia genética del material.

#### DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con plantas completas con follaje en las dos variantes de temperatura estudiadas concuerdan en cierto grado con los resultados informados por Went (1957), Gregory (1956), Chapman (1958) y Courduroux (1959), que consideran a las bajas temperaturas nocturnas como un factor principal en la tuberización de la planta de papa.

La pequeña diferencia a favor de las bajas temperaturas (cinco días) la atribuimos a que las plantas en condiciones de invernáculo (altas temperaturas en nuestro caso) fueron sometidas en un período de crecimiento a temperaturas nocturnas bajas que favorecieron la tuberización.

El análisis de los resultados del cuadro n° 2, correspondientes a la formación de tubérculos por plantas completas y por tubérculos con brotes ahilados, confirman los resultados hallados por Madec y Perennec (1955) quienes demostraron que la tuberización en las plantas completas con follaje es más rápido que la tuberización de los tubérculos con brotes ahilados.

La formación de tubérculos en brotes a bajas temperaturas se cumple en un período mayor que a altas temperaturas, relación establecida previamente por Claver (1951 y 1956) y Madec y Perennec (1955).

Los cultivos de brotes "in vitro" extraídos en un período cercano a la brotación, es decir provenientes de tubérculos no avanzados en la incubación, mostraron que los expuestos a la luz tubेरizan antes que los de oscuridad.

Mes y Menge (1954) exponen que la luz retarda la formación de tubérculos. Relacionamos estas divergencias con nuestros resultados debido a que los autores mencionados extraen brotes inducidos provenientes de plantas en avanzado estado de tuberización, y la oscuridad favorecería el desarrollo de los tubérculos.

En los cultivos "in vitro" desarrollados de verdaderas semillas sólo forman tubérculos los expuestos a la luz. Anteriormente Magrou (1938), trabajando en forma similar consiguió la tuberización de las plantas cultivadas "in vitro" solamente cuando se las exponía a alta intensidad de luz.

En base a nuestros datos experimentales, juntamente con otros realizados por diversos investigadores sobre el problema que nos ocupa, se interpreta la tuberización partiendo de la verdadera semilla, de la siguiente manera:

Para desarrollar tubérculos, las plantas originadas de verdaderas semillas necesitan un período de fotosíntesis posiblemente para formar algún metabolito. A oscuridad no forma tubérculos. Cuando se parte de tubérculos la tuberización puede realizarse por plantas completas con follaje y por brotes ahilados unidos al tubérculo.

La tuberización de las plantas de papas cultivadas se induce por un factor sintetizado en las hojas bajo condiciones de D. C. o de D. L., siempre que las temperaturas nocturnas sean bajas: 14° C. Went (1957), Gregory (1956), Chapman (1958) y Courduroux (1959).

Plantas completas con follaje tuberizan más rápido que los brotes ahilados.

La formación de tubérculos en los brotes se produce en un lapso corto cuando las temperaturas son de alrededor de 20° C. Las bajas temperaturas retardan la aparición de tubérculos en dichos brotes. Claver (1951 y 1956) y Madec y Perennec (1955).

El factor de inducción estaría presente en las reservas del tubérculo madre induciendo la formación de tubérculos en oscuridad, cosa que no ocurre en las verdaderas semillas.

Los brotes cultivados "in vitro" forman tubérculos a luz y oscuridad, la luz adelanta la tuberización. Se pueden obtener tubérculos después de 3 generaciones sin follaje, Claver (1956).

**SUMARIO.**— Los presentes ensayos se realizaron con el objeto de estudiar la influencia de la temperatura y luz sobre la tuberización de la papa variedad Katahdin.

Para tal fin se estudió la formación de tubérculos en:

- 1) plantas de papa completas, con follaje;
- 2) sobre brotes ahilados en oscuridad, originados por tubérculos;
- 3) sobre brotes cultivados "in vitro";
- 4) en plantas originadas por semillas verdaderas cultivadas "in vitro".

Los datos del primer ensayo señalan que no existen grandes diferencias en la formación de tubérculos entre plantas con follaje a altas y bajas temperaturas.

Las crecidas a bajas temperaturas (9,6° C - 5,4° C) adelantan la tuberización en un promedio de 5 días sobre las de alta temperatura (33,7° C - 13° C).

En el segundo ensayo se compara la formación de tubérculos por plantas con follaje en luz a día natural y por brotes ahilados en oscuridad, a distintas temperaturas.

Las dos variantes de temperaturas fueron las mismas que en el ensayo 1.

La diferencia de tiempo en la formación de tubérculos entre plantas con follaje y brotes ahilados fue, para las primeras, de 16 días en los tratamientos de altas temperaturas (33,7° C - 13° C), y 39 días para los de baja temperatura (9,6° C - 5,4° C).

Se estudió la formación de tubérculos en brotes de papa cultivados "in vitro" en medio de White, más 2,5 mg de pantotenato de calcio, en condiciones de luz a día natural y oscuridad.

Los tubérculos se formaron en un período menor en los cultivos expuestos a la luz que en los de oscuridad, con una diferencia entre los promedios de 141 días sobre los de oscuridad.

En el último ensayo se comparó la formación de tubérculos de plantas originadas por verdaderas semillas cultivadas "in vitro", en luz a día natural y en oscuridad. Las plantas crecidas en luz formaron tubérculos en un período promedio de 198 días; por el contrario, las de oscuridad no forman tubérculos.

En base a nuestros datos experimentales, juntamente con otros realizados por diversos investigadores, se interpreta la tuberización de la siguiente manera:

Cuando se parte de tubérculos, la tuberización puede realizarse por plantas completas con follaje y por brotes ahilados unidos al tubérculo.

Las plantas completas con follaje tuberizan más rápido que los brotes ahilados.

El factor de inducción estaría presente en las reservas del tubérculo madre, induciendo la formación de tubérculos en oscuridad.

Los brotes cultivados "in vitro", procedentes de tubérculos, forman tubérculos a luz y oscuridad, cosa que no ocurre en plantas cultivadas "in vitro" originadas de semillas verdaderas que forman solamente tubérculos a luz.

Para desarrollar tubérculos las plantas originadas de semillas necesitarían un período previo de fotosíntesis.

**SUMMARY AND CONCLUSIONS.** — A study on the tuberization of potato plants and shoots, by FRANCISCO K. CLAVER. — Trials were made with the purpose of studying the influences of temperature and light on tuberization of the potato plant, variety Katahdin.

Tuber formation was observed on:

- 1) complete plants;
- 2) etiolated shoots from tubers in darkness;
- 3) shoots cultivated "in vitro";
- 4) plants from true seeds cultivated "in vitro".

The data from the first trial doesn't show considerable difference in tuber formation among complete plants at high and low temperatures. Those grown at low temperatures (9.6° C - 5.4° C) bring forth tuberization approximately 5 days before those at high temperatures (33.7° C - 13° C).

In the second essay the comparison was established between complete plants at natural daylight and etiolated shoots in darkness, at different temperatures. Variations in temperatures were the same as in trial 1. Differences in tuber formation time with complete plants were of 16 days for the treatments at high temperatures (33.7° C - 13° C), and 39 days for those at low temperatures (9.6° C - 5.4° C), less than the period for the etiolated shoots.

Formation of tubers from shoots cultivated "in vitro" in a White medium plus 2.5 mg of calcium panthotenate, was studied under daylight and darkness. Tubers were formed in a shorter time under daylight conditions than those in darkness, with differences averaging 141 days.

During the last trial, formation of tubers was compared with plants originated from true seeds cultivated "in vitro" under conditions of daylight and darkness. Those grown under daylight formed tubers in an average period of 198 days; on the other hand, those under darkness did not form any tubers.

According to the experimental data, as well as that from other investigators, tuberization is interpreted on the following manner:

From seed-tubers, tuberization is achieved with complete plants and with etiolated shoots. Complete plants tuberize more quickly than etiolated shoots.

The inducing factor would be present in the mother-tuber, inducing the formation of tubers in darkness.

Sprouts cultivated "in vitro" form tubers under daylight and darkness, while plants cultivated "in vitro" from true seeds only form tubers under conditions of daylight.

For developing tubers, plants originated from true seeds would apparently need a previous period of photosynthesis.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARKER, W. G. (1953). *A method for the "in vitro" culturing of potato tubers.* — Science 118: 384-385.
- BERNARD, N. (1902). *Etudes sur la tuberisation.* — Rev. gén. botan. 14: 5-25.
- CLAVER, F. K. (1951). *Influencia de luz, oscuridad y temperatura sobre la incubación de la papa.* — Phytion. 1: 3-12.
- (1956). *Observaciones sobre la tuberización de brotes de papa y "ullucus" cultivados "in vitro".* — Rev. Fac. Agron. La Plata, 32: 111-122.
- COU-DUROUX, J. C. (1959). *Température et tubérisation chez la pomme de terre.* — Bull. Soc. Bot. Fr. 106: 322-324.
- CHAPMAN, H. W. (1955). *Potato tissue culture.* — Am. Potato J. 32: 207-210.
- (1958). *Tuberization in the potato plant.* — Physiol. Plant. 11: 215-224.
- DRIVER, C. M. and HAWKES, J. G. (1943). *Photoperiodism in the potato.* — Imp. Bur Plant. Breed. Genet. Cambridge.

- GREGORY, L. E. (1956). *Some factors for tuberization in the potato plant.* — Amer. J. Bot. 43: 281-288.
- MADEC, P. and P. PERENNEC (1955). *Les possibilites d'evolution des germes et leurs consequences.* — Ann. Amélior Plantes. 5: 555-574.
- MAGROU, J. (1938). *Sur la tuberisation de la pomme de terre.* — Compt. rend soc. biol. 127: 793-796.
- MES, M. G. and I. MENGE (1954). *Potato shoot and tuber cultures "in vitro".* — Physiol. Plant. 7 637-650.
- OKAZAWA, Yozo (1955). *Physiological studies on the mechanism of tuberization of potato plants.* — Part. 1: *On the tuber formation of potato stem segment cultured under sterile condition.* — Proceedings of the Crop Science Society of Japan, 23 247-248.
- PERENNEC, P. and MADEC, P. (1960). *Influence du tubercule sur la croissance et le développement du germe de pomme de terre.* — Ann. Physiol. Vég. 2: 29-67.
- TAGAWA, T. and Y. OKAZAWA (1952). *Physiological and morphological studies on potato plants.* — Part. 8: *Especially on the senility of potato tuber and its abnormal sprouting.* — Memories Fac. Agric. Hokkaido Japan, 1 (1952a): 185-193.
- WENT, F. W. (1957). *The experimental control of plant growth.* — Waltham. Mass. USA: 109-112.

## POSIBILIDADES APLICATIVAS

DE

### UN SISTEMA DE SOBREPUESTO CELULAR

EN INCUBACION ARTIFICIAL GENEALOGICA DE HUEVOS  
DE LA GALLINA DOMESTICA («GALLUS DOMESTICUS») \*

Por ALBERTO M. GAMERO <sup>1</sup>

---

La práctica de la producción de gallináceas con utilidad económica y genealogía conocida, también comunmente denominada en nuestro medio avícola con la expresión inglesa de "pedigree", exige en su desarrollo la intervención de una numerosa mano de obra en razón de las distintas facetas necesarias de atender, ya sea simultánea o sucesivamente, según el carácter más o menos intensivo de la explotación y el volumen del producido, sin olvidar que cada una de las tareas que involucra su producción lleva, implícitamente, una labor de control, basándose en la responsabilidad de su realización la veracidad de los resultados obtenidos y, por ende, la cimentación y prestigio futuro de la explotación como una auténtica "Cabaña Avícola".

La falta en nuestro medio de una mano de obra abundante, capacitada en dicha labor, hace necesaria la búsqueda de medios que concurren a: 1º, simplificar la realización de ciertas prácticas en las que generalmente intervienen simultánea y complementariamente más de una persona; 2º, incrementar su rendimiento de trabajo y, 3º, una más racional sistematización de las tareas y

\* Trabajo entregado para su publicación el 11 de diciembre de 1963.

<sup>1</sup>Ingeniero agrónomo. Profesor titular, con dedicación exclusiva, de la cátedra de Zootecnia (Animales Menores de Granja) de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata.

mejor aprovechamiento del personal especializado en beneficio de una menor o más justa incidencia de sus jornales sobre los costos de producción.

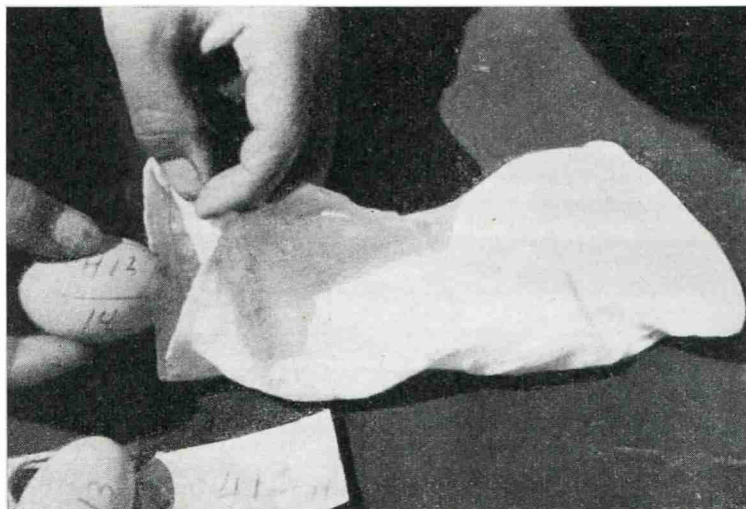
Conteste con dichos propósitos, se consideró conveniente promover la búsqueda de algún sistema que permitiera simplificar la tarea que efectúa el hombre dentro del proceso de incubación genealógica, consistente en pasar los huevos al décimoctavo o décimonoveno día de incubados de la sección incubadora a la de nacimiento, oportunidad en la que procede, previo control de viabilidad del embrión, a agrupar a aquellos que provienen de una misma gallina en un solo lote que, luego de acondicionado en un envase debidamente identificado con la nomenclatura genealógica de la madre, es colocado en la bandeja de la sección nacedora de la máquina de incubar, donde permanecen hasta la eclosión de los polluelos y posterior anillado.

#### MATERIAL EMPLEADO

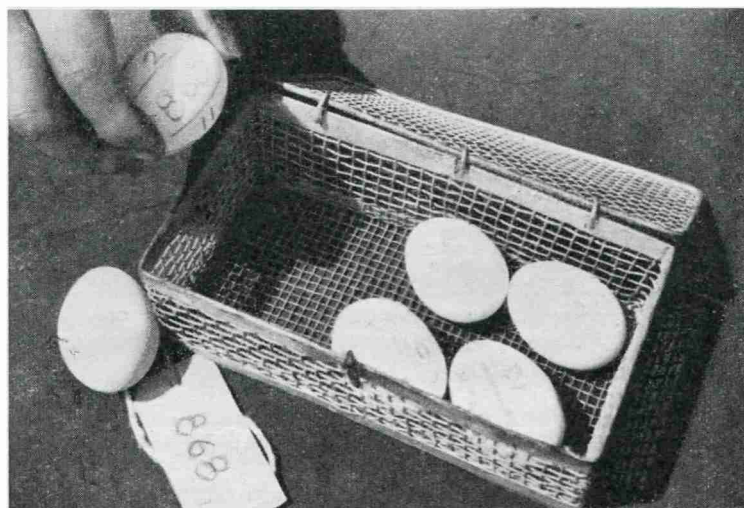
Los tipos de envases utilizados, reunieron las características siguientes:

1. *Bolsita de tela*: (fig. 1) confeccionada con un tejido de malla abierta, del tipo denominado "voile" (puede ser también de gasa o muselina); dimensiones, 25 cm  $\times$  10 cm; capacidad, 6 huevos.
2. *Jaula metálica*: (fig. 2) confeccionada con tejido de alambre galvanizado, malla cuadrada de 5 mm; dimensiones, 20 cm  $\times$  10 cm  $\times$  7 cm. Tapa del mismo material con bisagras pitón; capacidad, 6 huevos.
3. *Sobrepuesto celular*: (figs. 3 y 4) compuesto de un marco metálico de 90 cm  $\times$  36 cm  $\times$  8 cm, cerrado en su parte inferior hasta una altura de 4 cm. El espacio situado por encima del mismo lo cubre un enrejado formado por varillas de alambre galvanizado, soldadas entre sí.

El sobrepuesto se encuentra dividido interiormente en seis grandes compartimientos de 36 cm  $\times$  15 cm  $\times$  8 cm, llevando cada uno de los panales divisorios, en su borde



**Fig. 1.** — Trasiago del huevo a la bolsita de tela (Original)



**Fig. 2.** — Trasiago del huevo a la jaulita metálica (Original)

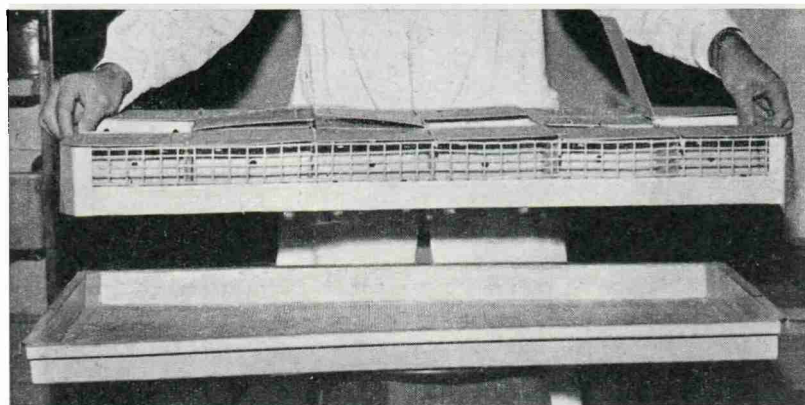


Fig. 3. — Colocación del sobrepuesto celular (Original)

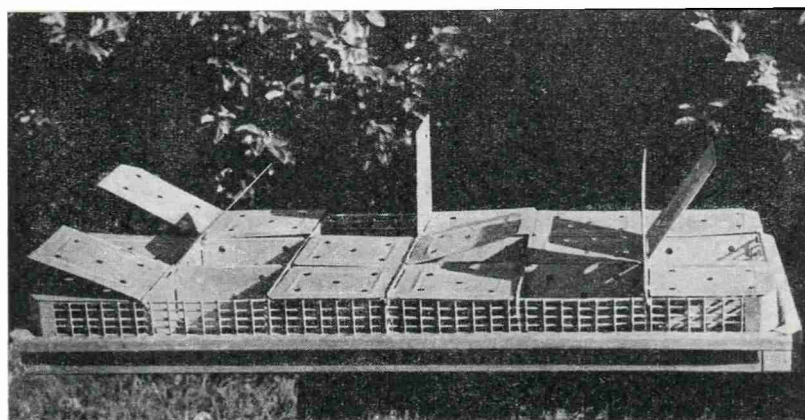


Fig. 4. — Sobrepuesto celular ubicado en la bandeja de nacimiento (Original)

superior, tres tapas con unión a bisagra y soldados en ambas caras laterales un juego de tres guías metálicas, simétricamente dispuestas, que permiten la subdivisión de cada compartimiento en células de distintas capacidades, en las cantidades y dimensiones siguientes:

	Capacidad máxima
a) 2 células de 18 cm $\times$ 15 cm	12 huevos
b) 3 células de 15 cm $\times$ 12 cm	6
c) 2 células de 15 cm $\times$ 12 cm	6
2 células de 15 cm $\times$ 6 cm	3

4. *Bandeja de máquina nacedora*: construída integralmente en metal, marco de chapa enteriza, piso de alambre tejido, malla cuadrada de 5 mm. Dimensiones interiores, 91 cm  $\times$  37 cm  $\times$  5 cm.

Teniendo en cuenta que la bolsita de tela y la jaulita metálica han constituido los tipos de envases más usualmente utilizados en las tareas de incubación genealógica, el ensayo realizado ha tenido por finalidad estudiar comparativamente la posibilidad aplicativa del sobrepuesto celular respecto de los anteriormente mencionados.

a) **INCIDENCIA DEL SISTEMA DE ENCASILLAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO/HOMBRE**

Considerando que dentro de las Cabañas Avícolas de producción intensiva la carga de la incubadora se realiza cada siete días, y en el supuesto teórico de que cada gallina pusiera a un ritmo de seis huevos por semana con condiciones tales de incubabilidad y fertilidad que a los dieciocho o diecinueve días de incubación se pasaran los mismos en su totalidad a la sección de nacimiento, la producción de cada madre ocuparía un compartimiento de los dieciocho que integran el sobrepuesto, o igual número de bolsitas de tela o jaulitas metálicas, con una capacidad total de ciento ocho huevos.

Ante tal planteamiento teórico, se procedió a medir en forma comparada las alternativas que, en lapso de tiempo, pudiera ofre-

cer la realización del trasiego de dichos huevos a cada uno de los tipos de envases descriptos, en las cantidades indicadas, cierre, identificación y movimiento de los mismos, a fin de poder llegar a valorar la incidencia de uno u otro sistema sobre el rendimiento de un personal ya hábil en esta clase de tarea.

El análisis de los resultados, reunidos en el cuadro I, es demostrativo de que el empleo en la incubación genealógica del sobre-

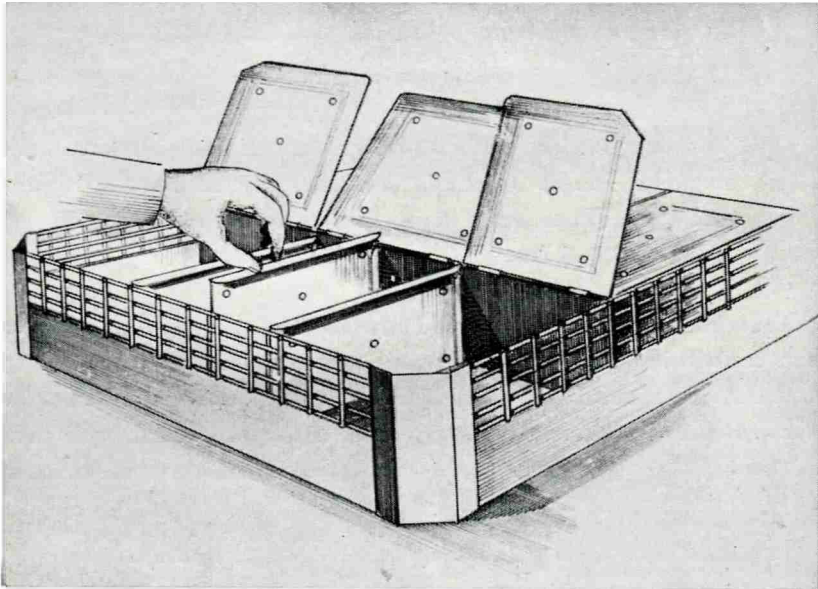


Fig. 5. — Detalle de las divisiones celulares posibles del sobrepuesto según necesidad (Original)

puesto celular ofrece un mayor rinde de la mano de obra al reducir el tiempo de operación total en cuatro minutos y cinco segundos con relación al uso de las jaulitas metálicas, y en siete minutos y veinticinco segundos respecto de las bolsitas de tela; por lo tanto, si tomamos el resultado logrado con este último método como tipo patrón, es decir, con un valor igual a 100, la ganancia en rendimiento del personal mediante el empleo del primer y segundo sistema demuestra haber sido de 322,5 y 144,9 por ciento, respectivamente, y, a su vez, que el sistema del sobrepuesto supera al de la jaula metálica en 177,6 por ciento.

## CUADRO I

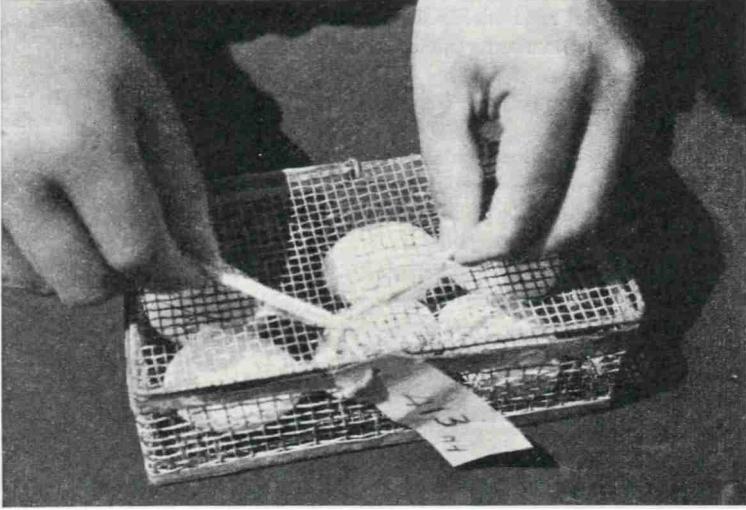
Valoración del rendimiento de la mano de obra, según el sistema de encasillamiento empleado en incubación genealógica

Concepto	Bolsita de tela	Jaulita metálica	Sobrepuesto celular
Cantidad de envases o compartimientos.	18	18	18
Capacidad de cada envase o compartimiento, en número de huevos . . . . .	6	6	6
Cantidad total de huevos trasegados . . .	108	108	108
Tiempo empleado en el trasiego, cierre, identificación y movimiento de envase.	10' 45"	7' 25"	3' 20"
Valoración del porcentaje de rendimiento, según tipo patrón . . . . .	100	144,9	322,5
Rendimiento teórico/hora, en unidades huevos . . . . .	602,7	925,7	1.944,0

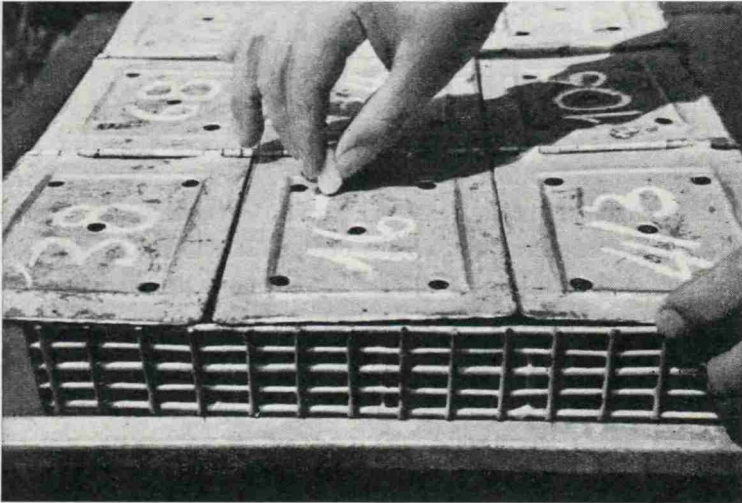
Esta última ganancia radica en que, a igualdad de tiempo empleado en el pasaje de los huevos, la pérdida ocurrente es debida al mayor número de movimientos realizados en el rotulado de individualización, no necesario en el sobrepuesto por efectuarse las anotaciones directamente en la cara externa de cada tapa (figs. 6 y 7), en nuestro caso simplemente mediante escritura con tiza; en cambio, la mayor ganancia sobre el método de trasiego a bolsitas de tela se debe a que el manipuleo de este envase, así como su rotulado y cierre (fig. 8), es imprescindible realizarlo más lentamente a fin de evitar cualquier posible rotura de los huevos que contiene. Por otra parte, en el sistema del sobrepuesto la transferencia se hace directamente a las celdas ya existentes en la bandeja, mientras que en los otros métodos se hace necesario manipular los envases por fuera de la misma y, luego recién, como última etapa, ubicarlos en dicho lugar.

b) EL SISTEMA DE ENCASILLAMIENTO Y LA SUPERFICIE UTIL DE BANDEJA DE LA NACEDORA

La práctica de la incubación artificial genealógica permite observar que del lote de seis huevos posibles de producir en una semana por una misma hembra, y puestos a incubar, al ser sometidos al control de miraje puede ocurrir o no la eliminación de un número variable de ellos, ya sea por infertilidad o muerte del



**Fig. 6. — Rotulado de identificación en jaulita metálica (Original)**



**Fig. 7. — Rotulado de identificación en el sobrepuesto celular (Original)**

embrión, quedando muchas veces reducido dicho lote a uno o dos huevos.

Los ensayos comparativos realizados con cada uno de los tres tipos de envases ha demostrado que el sistema de sobrepuesto celular une a su mayor practicidad la posibilidad de colocar una elevada cantidad de huevos por bandeja, al permitir, según se ha expresado precedentemente, su subdivisión en compartimientos con ubicación de hasta un máximo de tres unidades que, en nuestro

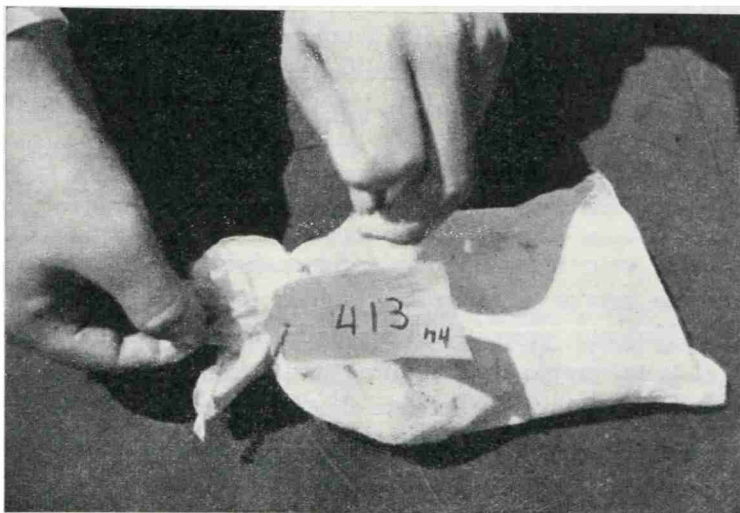


Fig. 8. — Rotulado y cierre de la bolsita de tela (Original)

caso, significó una capacidad total de 108 huevos, valor que no pudo ser alcanzado con el empleo de las jaulitas metálicas, aún en el caso de trasegarse seis huevos por envase, debido a que para la misma superficie interior de bandeja —3.367 cm<sup>2</sup>— sólo fue posible colocar dieciséis jaulitas, lo que significó una ubicación total posible de 96 huevos, o sea 12 unidades menos por bandeja que con el primer método.

Las observaciones efectuadas con respecto al uso de las bolsitas de tela, han demostrado que si bien es viable la colocación en la bandeja nacedora de igual cantidad de huevos que en el sistema celular, el número que quede de ellos en cada lote después de la revisión ovoscópica determinará o no el empleo de una mayor

cantidad de envases, acrecentamiento del lapso en que se realizará el trasiego y encimado de las bolsas en la bandeja.

**c) INCIDENCIA DEL SISTEMA DE ENCASILLAMIENTO SOBRE LAS CONDICIONES DE ECLOSIÓN DEL POLLUELO**

Las observaciones tuvieron por finalidad estudiar el aspecto exterior de los polluelos nacidos en cada uno de los tipos de envases descriptos, que permanecieron expuestos a través de todo su período incubatorio y de eclosión en una misma cámara, con movimiento de aire forzado, a las temperaturas promedios que a continuación se detallan, consideradas como óptimas para el lugar en que se realizó dicho estudio.

Temperatura a termómetro seco	37,77° C
Temperatura a termómetro húmedo	26,35° C

Según lo expresado, fue dable comprobar que el sistema de sobrepuesto celular y el de las jaulitas metálicas permiten un mejor nacimiento, presentando los polluelos un plumón suelto y suave al tacto, propio de su óptimo secado como consecuencia de un adecuado movimiento del aire dentro del envase; en cambio, los pollitos nacidos en las bolsitas de tela mostraron aún después de veinticuatro horas de su eclosión un plumón húmedo, apelmazado o pegado al cuerpo con un grado de intensidad que varió en relación directa al mayor o menor encimado de las bolsitas, en razón de su incidencia sobre la ventilación.

Respecto a la ocurrencia de accidentes durante el empleo de dichos envases, se ha comprobado a través de tres años de ensayos comparativos que su manifestación ha estado limitada a aquellos casos en que se utilizaron bolsitas de telas cuyas costuras no bien "rematadas" o deshilachadas por el uso quedaron hacia la parte interior del envase, en cuyos hilos llegaron los polluelos a enredar, generalmente, uno de sus miembros inferiores, ciñéndolos tan intensamente que determinó su inutilización y el consiguiente sacrificio.

**RESUMEN.** — Los ensayos comparativos realizados con el fin de determinar las posibilidades aplicativas de un sistema de sobrepuesto celular en la bandeja de nacimiento durante la incubación genealógica, respecto del empleo de la bolsa de tela y jaula metálica, surgieron las conclusiones siguientes:

- 1º Permite obtener un rendimiento de la mano de obra superior en 177,6 por ciento al de la jaula metálica y de 322,5 por ciento al de la bolsita de tela, tomando a este último método como tipo patrón con un valor de 100;
- 2º Posibilita la máxima colocación de huevos por bandeja en las más óptimas condiciones de nacimiento.

**SUMMARY.** — Possible application of a superposed cellular system's in artificial genealogie incubation eggs from domestic fowl («*Gallus domesticus*»), BY ALBERTO M. GAMERO. — Comparative test were made to determine the possibilities of applying a superposed cellular system in hatch box during the genealogical incubation, instead of using the tissue pouch or the wire-cloth cage. The following conclusions were obtained:

- 1: Superposed cellular system in hatch box provides a 177,6 percent of workmanship's efficiency more than wire-cloth cage system and a 322,5 percent more than tissue pouch system, considering the last system as a standard type with a value of one hundred points;
- 2º Superposed cellular system allows to place a greater quantity of eggs per hatch box on the best birth conditions.

**EFICIENCIA**  
**DE**  
**LOS METODOS DE LAVADO DE TARROS APLICABLES EN EL TAMBO**  
**CONTROLADA POR LA CUENTA BACTERIANA <sup>1</sup>**

POR OSVALDO JULIO S. PAEZ <sup>2</sup>

---

**INTRODUCCION**

La leche es considerada como el alimento más completo que se conoce. Insustituible en la alimentación de los lactantes y de los niños, es de inestimable valor para los adultos. De ahí que sea llamada con tanta razón, "el alimento básico".

Por la naturaleza y composición de los elementos que la constituyen, asegura un régimen dietético casi ideal: glúcidos, prótidos, lípidos, sales minerales y vitaminas se encuentran en un estado de equilibrio armónico capaz de satisfacer en inmejorables condiciones las necesidades humanas. Por esta razón debe llegar a la población en condiciones higiénicas que respeten su valor nutritivo y no comprometan la salud del consumidor.

<sup>1</sup> Trabajo realizado en la Cátedra de Industrias Agrícolas de Lechería, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Plata. Recibido para su publicación el 10 de abril de 1964.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo. Ayudante diplomado de Industrias Agrícolas de Lechería. El autor agradece al profesor titular, Ing. Agrón. Julio L. Mulvany; al profesor adjunto, Ing. Agrón. Isaac Benchetrit, y al jefe de trabajos prácticos, Ing. Agrón. Julio C. Ocampo, las sugerencias e indicaciones formuladas con motivo de la preparación del presente trabajo, como asimismo al preparador don Alfredo O'Anelli, por la colaboración prestada.

Es por esta razón, y aunque pareciera demasiado elemental insistir una vez más, que no se logrará el fin enunciado sin una higiene rigurosa, la que deberá comenzar en el tambo y continuarse hasta el momento de ser consumida.

Animales limpios, personal aseado, utensilios bien lavados y desinfectados y transporte y distribución eficiente, son condiciones que deben tenerse en cuenta en esta industria en todo momento.

Sabido es que la leche constituye uno de los medios más propicios para la proliferación y desarrollo de una flora microbiana banal y patógena.

También se sabe que la primera contaminación proviene de las ubres, y más especialmente de los primeros "chorros", admitiéndose que en este momento se incorporan a la leche una gran cantidad de microorganismos. A esa infección inicial se suma la que proporciona el ordeñador, el polvo, las condiciones ambientales desfavorables y muy especialmente, los útiles mal lavados y no desinfectados.

Entre estos últimos debemos considerar los tarros, que constituyen una de las fuentes de infección de mayor significación, de manera tal que llega en determinadas condiciones a incorporar cifras millonarias de bacterias a la leche.

Un análisis de la gran cantidad de gérmenes que aportan los tarros mal lavados, permite establecer, entre otras, las siguientes causas:

1. Desconocimiento de las elementales reglas de limpieza y desinfección del material con el cual se trabaja y del correcto uso y dosificación de los detergentes y sustancias desinfectantes que para tal fin se utilizan en la industria lechera.

2. Dificultad de contar en el tambo con los elementos apropiados para la realización de esta clase de tareas, tales como tinas o piletas adecuadas y falta de vapor o agua caliente. Todo esto acentuado por el tamaño del tarro que hace más difícil su manipulación en relación al resto de los útiles, que por cierto son de menores dimensiones y por lo tanto pueden tratarse con más facilidad.

3. La superficie interior del tarro es relativamente grande; por lo tanto es factible que queden adheridos en sus paredes, fondo

y tapas, mayor cantidad de impurezas y restos de leche que en otros elementos de menor tamaño y de más fácil manejo.

4. El tiempo que permanece la leche en los tarros es también mayor que en los baldes, filtros, etc., y lo hace desde el momento inmediato el ordeño hasta la llegada a los centros de consumo; lo general es que permanezca durante varias horas dentro del tarro.

Se ha considerado al tarro como un eslabón intermedio y obligado entre el productor y la central lechera. Si el mismo no es tratado en la forma correcta que corresponde, en lo que a limpieza y desinfección se refiere, será capaz de afectar la calidad de la leche a tal grado que puede comprometer la salud del consumidor o, por lo menos, poner a su disposición un producto cuya calidad de origen ha sido profundamente resentida.

Desde el punto de vista económico influye poderosamente sobre el progreso de la explotación tambera cuando la leche se paga de acuerdo a su calidad.

#### PROPOSITO

El propósito del presente trabajo es el de llegar a determinar un método práctico y económico de limpieza y desinfección de tarros, que sea factible de aplicar en los tambos, y a la vez contribuir en alguna medida a mejorar la calidad higiénica de la leche, ya sea para el consumo directo de la población, como así también para aquella destinada a usos industriales.

Se ha tenido especialmente en cuenta, además de la eficacia que el mismo signifique, de que resulte lo suficientemente económico como para que lejos de resultar gravoso para el tambero, le sirva de estímulo, justamente en esta primera etapa de aplicación del Decreto-Ley 6640/963, que fija normas para la calificación de la leche a los fines de su pago por calidad.

#### REVISTA DE LA BIBLIOGRAFIA

La bibliografía sobre este tema es abundante, por esta razón nos limitamos a señalar aquella que resulta más acorde con el problema de la higiene en nuestro medio; no obstante se consideró la necesidad de incluir en esta revista algunos trabajos que por su

importancia y significación han contribuido al desarrollo de esta técnica, hasta llegar a los métodos actuales.

Moreno, en 1929 (14), señala que los resultados obtenidos en la desinfección de los útiles de lechería por medio de las soluciones de cloro aventajan a los alcanzados por el vapor.

Jackson, en 1932 (10), destaca la importancia de las operaciones de limpieza y del correcto uso de los detergentes y desinfectantes y hace una diferenciación entre limpieza física y bacteriológica.

Considera, asimismo, que del 80 al 90 % de las bacterias encontradas en la leche provienen de los utensilios mal lavados.

Harding, Prucha, Wetter y Chambers (8), en el mismo año, consideran que durante mucho tiempo se ha tenido excesiva confianza a los tarros sometidos a un chorro de vapor vivo, estableciendo mediante la cuenta bacteriana de los tarros vaporizados los límites prácticos para la aplicación de vapor.

Sacco, en 1933 (17), reclama una más exacta valoración y un uso más racional de los detergentes, señalando los requisitos esenciales a que ellos deben responder. Consigna datos de investigaciones realizadas y controladas mediante recuentos en placa luego de ser lavados los tarros con diferentes detergentes y a distintas temperaturas.

Génin, en 1935 (5), destaca que el poder disolvente de diferentes agentes alcalinos empleados en la industria lechera depende del pH de las soluciones y aconseja una elección acorde a la naturaleza del material a aplicar teniendo en cuenta las condiciones de uso de los mismos.

El mismo autor, en 1936 (6), hace notar que la corrosión de los útiles estañados y de cobre por soluciones de carbonato de sodio y soda cáustica depende del oxígeno disuelto en las soluciones, poco por la temperatura y concentración del álcali y que el sulfito de sodio agregado a estos detergentes disminuye el efecto corrosivo de los mismos.

Giroux, en 1937 (7), considera que la limpieza es una garantía para la calidad de la leche y que la utilización de los productos de limpieza, depende de sus propiedades, del dosaje y de la estabilidad de sus constituyentes. Hace consideraciones sobre el uso del hipoclorito de sodio recomendando no utilizarlo en forma abusiva para evitar la corrosión de los útiles. Con respecto a las

soluciones alcalinas recomienda no sobrepasar del 4 % en peso y en lo que respecta a la temperatura establece que la de 60° C parece ser la más favorable a la acción detergente y desinfectante.

Bayer, en 1939 (2), enumera los constituyentes básicos de los detergentes alcalinos más utilizados a ese momento. Asimismo califica al elemento humano como la solución del "misterio" de los polvos lavadores y aconseja no usarlos en exceso y a la vez proporcionar enjuagues suficientes y un secado perfecto luego de haber realizado la desinfección.

Minaverry, en 1944 (12), aconseja utilizar detergentes combinados en los cuales el componente clorado libere su cloro activo en el momento de solubilizar la mezcla. En cuanto a la limpieza de los tarros, recomienda que los mismos sean rigurosamente lavados, ya que la eliminación total de restos de leche aumenta la eficacia de la esterilización por vapor vivo y sugiere realizar un enjuague con solución de hipoclorito antes de llenar los tarros con leche.

Jacobsen, en 1945 (11), hace notar que las películas de leche que quedan en la superficie de los equipos actúan como aislantes de los desinfectantes, razón por la cual es menester una limpieza a fondo previa a la desinfección ya sea por agua caliente, vapor o cuerpos químicos.

En el mismo trabajo hace una revisión de los productos utilizados hasta ese momento, asignando gran importancia a los compuestos cuaternarios de amonio, por ser germicidas efectivos en soluciones de 200 ppm además de resultar inodoros, no proporcionar sabor alguno ni ser corrosivos. Al factor humano le asigna importancia fundamental en las tareas de limpieza.

Mueller y colaboradores, en 1946 (15), realizan investigaciones con 42 productos depresores de la tensión superficial para evaluar la potencia germicida de los mismos, llegando a establecer mediante la cuenta bacteriana que los compuestos cuaternarios del amonio tienen suficiente poder germicida a la vez que estabilidad para ser utilizados en lechería, cuyas propiedades concuerdan con las enunciadas por Jacobsen.

Hiscox y Rowlands, en 1948 (9), realizan una revisión de los trabajos publicados a la fecha, referentes a detergentes y desinfectantes, y dan en ceñida síntesis los ensayos y experiencias reali-

zados por especialistas en la materia, como así también del material usado en cada uno de ellos. En lo que respecta al uso del hipoclorito de sodio, citan estudios de Mattick, Hoy y Leave quienes establecen detalles técnicos y prácticos sobre su utilización, aconsejando para desinfección de utensilios y tarros una concentración de 250 a 300 ppm de cloro activo.

La importancia de todo lo que hace a la higienización del material de lechería se destaca por haber sido uno de los temas de estudio en el XII Congreso Internacional de Lechería. En el informe general presentado por Dorner, en 1950 (3), en su carácter de relator del mismo, condensa los conceptos fundamentales de los trabajos sometidos a la consideración del congreso por varios especialistas.

En el mismo informe, al tratarse la higienización de los tarros, Giroux entiende que a la esterilización por el vapor es necesario completarla con una solución de hipoclorito a concentración de 400 ppm.

Freneau, en 1953 (4), con el propósito de contribuir a producir leche de mejor calidad en nuestro medio, consigna una serie de medidas prácticas de cómo deben limpiarse, desinfectarse y secarse los utensilios en el tambo.

A los fines mencionados aconseja un enjuague con agua fría y un lavado con agua a 60° C con 500 gr de carbonato de sodio y 50 gr de sulfito de sodio por cada 100 litros de agua, con cepillado seguido de un segundo enjuague y a continuación una desinfección con agua hirviendo durante 5 minutos como mínimo o bien con una solución de hipoclorito con 300 ml de agua lavandina de 15 gr de cloro activo por litro para cada 100 litros de agua. lo cual nos da una fuerza no menor de 4,5 gr de cloro activo para los 100 litros de agua, equivalente a 45 ppm.

Minor, en 1953 (13), aconseja la utilización de productos lavadores para tarros de leche a temperaturas de 49 a 55° C, entre los que incluye fosfatos complejos que evitan toda formación de precipitados, coagulación de proteínas de la leche y mantiene las grasas en estado líquido. Este método limpia sin cambiar la estructura física de los residuos, eliminándose las películas opacas. Asimismo considera como muy eficiente inyectar una solución de

cloro tipo orgánico en solución de 100 ppm. Incluye ejemplos de recuentos bacterianos en este sistema de lavado.

Swartling, en 1959 (19), trata sobre diferentes aspectos en el uso de detergentes y desinfectantes utilizables en lechería, especialmente en lo que a utensilios se refiere. Señala que el principio básico consiste en una perfecta limpieza que remueva todos los residuos de la leche como así también la mayor parte de bacterias que sea posible; el segundo paso consiste en la muerte de toda bacteria aún presente en las superficies. El tercer paso consiste en el resguardo de los utensilios para evitar una reinfección y aumento de bacterias.

Una nómina y clasificación de productos detergentes y desinfectantes completan el trabajo.

Overman, en 1950 (16), destaca que los cambios operados en la industria lechera en los últimos años, ha traído aparejado modificaciones en la técnica de la limpieza al incluirse nuevos equipos, que a su vez han incorporado nuevos tipos de residuos. Dichos problemas han sido resueltos por medio de operaciones más eficientes y mejores productos a disposición del consumidor.

Hace una clasificación de los detergentes utilizados en la actualidad, incluyendo desde aquellos que podríamos llamar tradicionales, como la soda de lavar, hasta los modernos derivados del ácido etilen diamino tetra acético.

## MODO DE ENCARAR EL TRABAJO

En el desarrollo del presente trabajo, se trata de establecer mediante el empleo de la cuenta bacteriana el valor y la eficiencia de cinco métodos o tipos de lavado de tarros, que resulten factibles de ser realizados en el tambo de nuestro medio rural, y que pueden esquematizarse en la forma siguiente:

### I. TIPO COMÚN DE LAVADO DE TARROS EN LOS TAMBOS

Es el que se realiza con gran frecuencia en nuestros tambos rurales y que consiste generalmente en una sola operación de limpieza con agua fría. En algunos casos esta operación es practicada

con la ayuda de un cepillo, pero sin el agregado de sustancias detergentes ni desinfectantes.

#### **TIPOS ESPECIALES DE LAVADO ESTUDIADOS PARA APLICAR EN LOS TAMBOS**

En todos estos tipos especiales de lavado, que han sido practicados con la finalidad de establecer cuál de ellos puede resultar de mayor eficiencia y facilidad de aplicación, se han realizado ordenada y sucesivamente las operaciones que se enumeran en cada uno de ellos en particular.

##### **IIa. TIPO DE LAVADO PARA APLICAR EN LOS TAMBOS**

1. Enjuague con agua fría y cepillo.
2. Lavado con agua a 55° C y cepillo.
3. Enjuague con agua fría.

##### **IIb. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE.**

1. Enjuague con agua fría y cepillo.
2. Lavado con solución detergente a 55° C y cepillo. La solución es al 0,5 % o sea 500 gr de soda de lavar (carbonato de sodio) en 100 litros de agua, con el agregado de una décima parte (o sea 50 gr) de sulfito de sodio.
3. Enjuague con agua fría.

##### **IIc. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE, Y CLORO COMO DESINFECTANTE**

1. Enjuague con agua fría y cepillo.
2. Lavado con solución detergente igual a IIb.
3. Enjuague con agua fría.
4. Desinfección con solución de hipoclorito de sodio que contiene 80 ppm (8 gr de cloro activo en 100 litros de agua).
5. Enjuague con agua fría a los cinco minutos como mínimo.

**III. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE Y AGUA EN EBULLICIÓN COMO DESINFECTANTE**

1. Enjuague con agua fría y cepillo.
2. Lavado con solución detergente igual a IIb.
3. Enjuague con agua fría.
4. Desinfección con agua en ebullición durante cinco minutos como mínimo.

**METODO DE TRABAJO**

De cada uno de los tipos de lavado enunciados anteriormente, y luego de la extracción de las muestras, se procedió a efectuar el recuento total de colonias utilizando el método de las placas y como medio de cultivo el agar standard. Con respecto a la investigación de la presencia de colisímiles, se adoptó el método IV de Wilson, utilizando como medio de cultivo el caldo de Mac Konkey.

Como complemento de las pruebas hasta aquí enunciadas y con el objeto de agregar un elemento más de juicio, en cada una de las muestras se anotó el grado de turbidez que las mismas presentaban, utilizando una escala convencional que comprende 4 grados de turbidez.

En los ensayos se utilizaron tarros de 30 litros de capacidad.

**REALIZACION DEL TRABAJO**

Los primeros ensayos fueron realizados tomando muestras de material procedente de la Cátedra de Industrias Agrícolas de Lechería de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata.

Dichas muestras fueron tomadas momentos antes del ordeño, es decir, unas 20-24 horas después de ejecutado el tratamiento de lavado correspondiente a cada uno de los métodos o tipos que han sido señalados en el esquema ya citado.

El resto de los ensayos fue realizado tomando las muestras en tambos situados en las cercanías de la ciudad de La Plata.

En todos los casos se procedió a efectuar un enérgico lavado de cada uno de los tarros, a los cuales se les agregó un litro de solución fisiológica estéril y cierta cantidad de bolillas de vidrio también esterilizadas, cuya función fue la de asegurar la mayor cantidad posible de arrastre de material adherido a las paredes, fondo y tapas de los tarros, tratando de obtener una muestra lo más representativa, es decir de extraer la mayor cantidad posible de restos de leche u otros materiales existentes en la superficie interior de los tarros.

Inmediatamente de haber sido recogido el líquido en botellas esterilizadas, se procedió a constatar la turbidez que presentaba cada una de las muestras de acuerdo a la escala convencional que se pasa a detallar:

1. Límpido
2. Poco turbio
3. Turbio
4. Muy turbio

#### CUENTA BACTERIANA

##### *Método de las placas*

Se realizó el método de cuenta bacteriana total propiciado en el Standard method for the examination of dairy products (1), utilizando sucesivas diluciones en agua estéril, a partir de volumen conocido de material, que en el caso que nos ocupa es el agua proveniente del lavado de los tarros, con solución fisiológica y la adición de bolillas de vidrio estériles para asegurar arrastre de material adherido y muestras homogéneas.

Con pipeta estéril se procedió a sembrar en cada una de las cajas de Petri 1 ml de las diluciones correspondientes a 1/100.000 hasta 1/1.000.000; inmediatamente se agregó el medio de cultivo, agar triptona glucosado standard Difco, que responde a la siguiente fórmula:

Extracto de levadura	2,5 gr
Triptona	5 "
Dextrosa (glucosa)	1 "
Agar	15 "

**Preparación del medio de cultivo:**

Se disolvieron 23,5 gr del medio de cultivo en 1.000 ml de agua destilada, caliente, y se llevó luego hasta ebullición hasta disolución completa, luego se esterilizó en tubos con 10 ml cada uno del mencionado cultivo, en autoclave durante 15 minutos a la temperatura de 121° C (15 libras de presión).

Realizadas las siembras y agregado el medio de cultivo, se incubó en estufa a 37° C durante 48 horas, procediéndose luego a efectuar los recuentos.

**INVESTIGACIÓN DE COLISÍMILES**

Para la investigación de la presencia de colisímiles en el agua proveniente del lavado de los tarros, se siguió el método IV de Wilson (20).

Las siembras se realizaron en tubos de ensayo con tubitos de Durham, y como medio de cultivo el caldo de Mac Conkey Difco, cuya fórmula es:

Bilis fresca disecada	.5	gr
Peptona	20	"
Lactosa .....	10	"
Bromo cresol púrpura	0,18	"

**Preparación del caldo de Mac Conkey (Difco):**

35 gr del medio se disuelven en 1.000 ml de agua destilada, se agita hasta disolución completa, llevando luego a tubos de ensayo en cuyo interior se introducen las campanitas de Durham. Se esteriliza en autoclave durante 15 minutos a 15 libras de presión, pH final 7,8.

**Técnica empleada**

El agua de lavado obtenida en la misma forma que se indicó en el punto correspondiente al recuento en placas, se agita en las botellas que contienen las muestras, y se efectúan las siembras en los tubos con campanitas que contienen el caldo de Mac Conkey; 1 ml de la muestra original y en sucesivas diluciones, es decir

desde 1/1 hasta 1/10.000, se lleva a estufa, incubando a 37° C durante 48 horas.

Pasado el tiempo de incubación, se examina la producción de gas acumulado en las campanitas y correlativamente el desarrollo de acidez que está dado por la decoloración del bromo cresol púrpura.

Para establecer cuantitativamente la probable existencia de colisímiles se utilizó la tabla CIX de Wilson (20) modificada por Mac Crady en 1918.

Para facilitar la interpretación se reproduce como anexo, la tabla citada.

### ANALISIS DE RESULTADOS

#### I. TIPO COMÚN DE LAVADO DE TARROS EN LOS TAMBOS

Como se desprende de la observación del cuadro n° 1, las cuentas de colonias resultaron aquí con cifras consideradas como excesivamente altas, ya que el mínimo valor hallado es 25.000.000 de colonias en placas hasta llegar a un máximo de 450 millones.

Con respecto a la escala de turbidez que se confeccionó para ampliar los elementos de comparación, no resultó eficiente en este caso particular, pues a través de las cifras observamos que para una clasificación de "poco turbio" arrojó cuentas de 25, 32, 86 y 100 millones de colonias; en cambio muestras consideradas como "muy turbio" acusan 100 y 330 millones de colonias por ml de agua de lavado.

Con referencia a la presencia de colisímiles probables presentes en el agua de lavado, también se registraron valores sumamente altos: desde 2,5 hasta 2.500 por ml.

De los datos obtenidos se infiere una infección potencial, aportada únicamente por los recipientes, de 833.000 a 15.000.000 de colonias de bacterias por ml de leche, que revela un índice extraordinariamente elevado. En cuanto a la probable incorporación de colisímiles, los tarros aportarían, en base a una cuenta aritmética, entre 0,08 y 83 por ml de leche.

Por lo tanto, podemos afirmar sin lugar a dudas, que este tipo de lavado, que comunmente se efectúa en la actualidad en los tambos, es desde el punto de vista bacteriológico desechable.

### **IIa. TIPO DE LAVADO PARA APLICAR EN LOS TAMBOS**

Si bien tanto en el recuento total de colonias como en la presencia de colisímiles, ver cuadro n° 2, los resultados arrojaron valores más bajos que los anotados en el anterior método; las cifras resultan lo suficientemente elocuentes como para considerar que este sistema resulta apenas más ventajoso que el primero de los citados: 9.800.000 colonias con 2.500 colisímiles por ml, hasta llegar a un máximo valor de 100 millones con 2.500 colisímiles, y los valores intermedios observados en los recuentos totales acusaron gran variabilidad en lo que a colisímiles respecta.

La escala de turbidez tampoco resultó lo suficientemente elocuente en el sentido de poder correlacionar dicha escala con la cuenta bacteriana.

Las cifras para colisímiles ponen en evidencia una infección similar a la del método anterior, mientras que el aporte de bacterias por los recipientes oscila entre 326.000 y 3.300.000 de colonias por ml de leche, o sea un grado de infección potencial también muy alto.

Es apenas más satisfactorio que el "común", pero no llega a satisfacer en manera alguna a las mínimas necesidades que requiere un producto tan noble como es la leche.

### **IIb. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE**

En este tipo de lavado se puede observar una disminución, tanto en la cuenta bacteriana total como en colimetría, ver cuadro n° 3. Es evidente que el agregado de una sustancia detergente es capaz de mejorar hasta cierto punto las condiciones bacteriológicas.

Las cifras, aunque no resultan lo suficientemente más bajas que las obtenidas por el anterior método, permiten apreciar una ventaja, atribuible en este caso al agregado del detergente.

Recuentos totales en placa que van desde los 3 millones de colonias con 250 colisímiles por ml de agua de lavado, llegan hasta un máximo valor de 11.000.000 con 2.500 gasificantes. La correlativa infección potencial que los recipientes pueden aportar varió entre 100.000 y 373.000 colonias de bacterias por ml de leche.

De la comparación de resultados podemos llegar a la conclusión de que como tipo de lavado solamente resulta eficiente, pero que es necesario complementarlo con un elemento desinfectante para que sea realmente efectivo.

### **II c. TIPO ESPECIAL DE LAVADO PARA APLICAR EN LOS TAMBOS QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE Y CLORO COMO DESINFECTANTE**

Tanto en el recuento total de colonias desarrolladas en placas, como la presencia de colisímiles en el agua de lavado, ver cuadro nº 4, acusan aquí una disminución considerada como bastante aceptable, atribuible sin lugar a dudas a la incorporación del hipoclorito de sodio como agente desinfectante.

La cifra más alta hallada, acusó 3.270.000 colonias en placa, y la más baja 158.000.

El aporte potencial de bacterias a la leche es bastante más bajo, pues varió entre 5.226 y 109.000 colonias por ml. Estas cifras indican que, aritméticamente, la infección microbiana por los recipientes cuando se lava con un detergente y se desinfecta con cloro, en las condiciones de los ensayos, fue de 6,3 a 7,2 % con relación al primer método ensayado.

En lo que respecta a la presencia de agentes gasificantes (colisímiles), solamente tres muestras acusaron reacción positiva, con una probable cuenta de 2,5 y de 25 microorganismos por ml en cada una; en el resto de material analizado no se observó la presencia de microorganismos de este grupo.

Teniendo en cuenta que este método resulta eficaz en el aspecto sanitario y bacteriológico, podemos agregar que el mismo es factible de realizar en los tambos de nuestro medio rural sin que sea necesario disponer de instalaciones especiales o costosas, y que además no significan gastos excesivos que lleguen a encarecer el producto en demasía.

Con respecto a la cantidad de cloro activo utilizado, se consiguen 80 ppm que se puede considerar como la mayor dilución aceptable como para no comprometer la eficacia del método.

Cabe agregar que es necesario tener en cuenta que si la cantidad de tarros es más grande, habrá que aumentar el título de la solución en forma proporcional al número de elementos a tratar.

Además es importante señalar que la solución debe actuar durante un tiempo mínimo indispensable. En caso contrario no se obtendrán los resultados deseados. Dicho tiempo mínimo ha sido considerado de cinco minutos en nuestros experimentos.

Por las razones ya expuestas, la desinfección de los útiles de lechería, por medio del cloro, resulta ser de fácil aplicación, no requiere grandes cantidades de este elemento, ni instalaciones especiales, razón por la cual se estima que éste es el método a recomendar en las circunstancias que guiaron al autor a realizar este trabajo.

#### II d. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE Y AGUA EN EBULLICIÓN COMO DESINFECTANTE

El mayor número de colonias en placa halladas lo fue de 9.520.000 con 250 colisímiles por ml de agua de lavado (ver cuadro n° 5).

Si bien, la cifra de 150.000 colonias en placa ha sido el más bajo valor hallado en la totalidad de los análisis realizados, las cuentas intermedias resultan muy variables, y en lo que respecta a colimetría lo son sensiblemente mayores con respecto a los valores hallados en oportunidad de utilizar el cloro como desinfectante: dos casos solamente resultaron negativos, los demás acusaron entre 2,5 y 250 colisímiles por ml. En el promedio, la cuenta de colonias resultó más de tres veces superior a la del método anterior, en que la desinfección se hizo con cloro.

Si bien este sistema de lavado no es considerado como poco eficaz, podemos observar a través de las cifras una falta de regularidad tanto para los recuentos en placa como para la presencia de microorganismos gasificantes, es decir, que no es muy grande la seguridad de los resultados a obtener.

Evidentemente, aunque no muy costoso, este método requiere algunas instalaciones a veces difíciles de obtener en lugares alejados de los medios poblados.

Otra de las dificultades que pueden surgir en la aplicación de la ebullición como agente desinfectante es la relativa al tiempo que deben los útiles permanecer sumergidos en el agua hirviendo. Muchas veces se toma como tiempo mínimo el de cinco minutos,

## CUADRO N° 1

## I. Tipo común de lavado de tarros en los tambos.

Muestra	Escala de turbidez	Cuenta bacteriana. Colonias por ml de agua de lavado	Cantidad probable de colostmiles en 1 ml de agua de lavado
1.....	Poco turbio	25.000.000	25
2.....	Poco turbio	32.000.000	2,5
3.....	Poco turbio	86.000.000	25
4.....	Muy turbio	100.000.000	2.500
5.....	Turbio	100.000.000	2.500
6.....	Poco turbio	100.000.000	250
7.....	Turbio	100.000.000	250
8.....	Poco turbio	100.000.000	250
9.....	Turbio	100.000.000	250
10.....	Turbio	150.000.000	250
11.....	Turbio	170.000.000	2.500
12.....	Muy turbio	332.000.000	2.500
13.....	Turbio	450.000.000	2.500

## CUADRO N° 2

## IIa. Tipo de lavado para ser aplicado en los tambos.

Muestra	Escala de turbidez	Cuenta bacteriana. Colonias por 1 ml de agua de lavado	Cantidad probable de colostmiles en 1 ml de agua de lavado
1.....	Turbio	9.800.000	2.500
2.....	Poco turbio	10.500.000	250
3.....	Turbio	12.000.000	2.500
4.....	Poco turbio	25.100.000	250
5.....	Poco turbio	28.500.000	2.500
6.....	Poco turbio	29.300.000	250
7.....	Poco turbio	53.700.000	2,5
8.....	Turbio	100.000.000	2.500

**CUADRO N° 3****II b. Tipo especial de lavado que incluye un agente detergente (soda de lavar).**

Muestra	Escala de turbidez	Cuenta bacteriana. Colonias por ml de agua de lavado	Cantidad probable de colosimiles en 1 ml de agua de lavado
1.....	Poco turbio	3.000.000	250
2.....	Poco turbio	3.500.000	250
3.....	Poco turbio	4.400.000	2,5
4.....	Poco turbio	5.000.000	2.500
5.....	Poco turbio	7.300.000	250
6.....	Poco turbio	9.000.000	250
7.....	Poco turbio	11.200.000	2.500

**CUADRO N° 4****II c. Tipo especial de lavado de tarros que incluye «soda de lavar»  
como detergente y cloro como desinfectante.**

Muestra	Escala de turbidez	Cuenta bacteriana. Colonias por ml de agua de lavado	Cantidad probable de colosimiles en 1 ml de agua de lavado
1.....	Poco turbio	158.000	2,5
2.....	Límpido	300.000	25
3.....	Limpido	307.000	25
4.....	Poco turbio	420.000	0
5.....	Poco turbio	750.000	0
6.....	Poco turbio	850.000	0
7.....	Poco turbio	900.000	0
8.....	Poco turbio	950.000	0
9.....	Poco turbio	1.000.000	0
10.....	Poco turbio	1.100.000	0
11.....	Poco turbio	1.800.000	0
12.....	Límpido	3.270.000	0

## CUADRO N° 5

II d. Tipo especial de lavado de tarros que incluye «soda de lavar» como detergente y agua en ebullición como desinfectante.

Muestra	Escala de turbidez	Cuenta bacteriana. Colonias por ml de agua de lavado	Cantidad probable de coliformes en 1 ml de agua de lavado
1.....	Poco turbio	150.000	0
2.....	Poco turbio	456.000	25
3.....	Poco turbio	626.000	0
4.....	Poco turbio	2.032.000	25
5.....	Poco turbio	2.100.000	25
6.....	Turbio	2.890.000	25
7.....	Poco turbio	3.300.000	2,5
8.....	Poco turbio	4.300.000	0
9.....	Turbio	7.500.000	2,5
10.....	Poco turbio	9.520.000	250

TABLA CIX de Wilson, G. S.

The bacteriological grading of milk Medical Research Council. London, 1935.

1 ml	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	Cant. probable de coliformes por ml
0	0	0	0	0	0	0	no más de 0,25
AG	0	0	0	0	0	0	2,5
AG	AG	0	0	0	0	0	25
AG	AG	AG	0	0	0	0	250
AG	AG	AG	AG	0	0	0	2.500
AG	AG	AG	AG	AG	0	0	25.000
AG	AG	AG	AG	AG	AG	0	250.000
AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	por lo menos 2.500.000
0	AG	0	0	0	0	0	0,95
0	0	AG	0	0	0	0	0,91
0	0	0	AG	0	0	0	0,90
AG	0	AG	0	0	0	0	9,5
AG	AG	0	AG	0	0	0	95
AG	AG	AG	0	AG	0	0	950
AG	AG	AG	AG	0	AG	0	9.500
AG	AG	AG	AG	AG	0	AG	95.000
AG	0	0	AG	0	0	0	9,1
AG	AG	0	0	AG	0	0	91
AG	AG	AG	0	0	AG	0	910
AG	AG	AG	AG	0	0	AG	9.100

pero no desde el momento en que se inicia la ebullición, sino que se cuenta desde el instante de la inmersión.

## RESUMEN

### I. TIPO COMÚN DE LAVADO DE TARROS EN LOS TAMBOS

Tanto las cuentas totales como las correspondientes a la investigación de colisímiles son excesivamente altas, razón por la cual podemos considerar este método como no apto.

### II a. TIPO DE LAVADO PARA APLICAR EN LOS TAMBOS

Los recuentos en placas y la presencia de colisímiles, resultaron numéricamente menores que los obtenidos en el método anterior. No obstante, la disminución no es lo suficientemente significativa como para satisfacer las mínimas necesidades de la higiene en la obtención de la leche. Tampoco es recomendable.

### II b. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE

Acusa disminución en la cuenta total y colisímiles con respecto a los anteriores. Sin embargo las cifras son consideradas todavía como muy altas. Es necesario, para que resulte eficiente, complementarlo con un desinfectante.

### II c. TIPO ESPECIAL DE LAVADO PARA APLICAR EN LOS TAMBOS QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE Y CLORO COMO DESINFECTANTE

El recuento total y la colimetría acusan una disminución considerable con respecto a los métodos anteriores. De todos los estudiados en el presente trabajo es el que mejor se adapta a los fines perseguidos, como así también a las posibilidades de llevar a cabo en nuestro medio en forma fácil y económica. Este es el método recomendable.

### II d. TIPO ESPECIAL DE LAVADO QUE INCLUYE UN AGENTE DETERGENTE Y AGUA EN EBULLICIÓN COMO DESINFECTANTE

El recuento total y la cantidad de colisímiles indican que este método es bastante aceptable pero sin la regularidad que denota el anterior método.

Más difícil de llevar a cabo, necesita más instalaciones que el precedente. Puede recomendarse, a condición de que el mismo sea realizado concientemente: tiempo suficiente y escurrido completo.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia que tiene el lavado de los tarros y la desinfección de los mismos en la industria lechera es de primordial importancia y no debe ser considerada en ningún caso, como tarea secundaria.

Las cifras halladas nos demuestran que con un lavado correcto, seguido de una desinfección realizada minuciosa y concientemente, sólo sobrevivirá una cantidad de microorganismos que en buenas condiciones de conservación no comprometerán la calidad del producto, ya sea la leche destinada al consumo directo, como así también para aquella que será utilizada en la elaboración de otros productos alimenticios.

Del análisis de los resultados podemos afirmar que el método más sencillo y eficaz de ser realizado en el tambo es aquel que utiliza la soda de lavar como agente detergente y el cloro como desinfectante, y que podemos recomendar su aplicación en las condiciones en que se desenvuelve nuestro tambo rural. No requiere complicaciones ni gastos sumamente grandes, como así tampoco instalaciones que puedan significar el encarecimiento de un producto de tan vital importancia en la alimentación humana.

La experiencia nos indica que todas las operaciones de lavado y desinfección deben realizarse con el mayor esmero, paso a paso, sin descuidar detalles y con la consiguiente preocupación y responsabilidad de quienes ejecutan estas tareas.

En este sentido, los encargados de fábricas deben controlar este aspecto de la producción, aconsejar y alentar al tambero para que prodigue sus esfuerzos en la obtención de productos de calidad higiénica indispensable, teniendo muy en cuenta que los beneficiados serán los propios productores y que las pérdidas económicas que por este motivo sufre la industria lechera serán mucho menos cuantiosas de lo que lo son en la actualidad.

Cabe señalar que los ensayos se han realizado con tarros, pero

las conclusiones son aplicables también a los demás intensilios utilizados en el tambo (baldes de ordeño, embudos, filtros, agitadores, etc.).

**SUMARIO.** — En el presente trabajo se trata de establecer mediante el análisis bacteriológico el valor de cinco métodos de lavado de tarros adaptables a las condiciones de trabajo del tambo rural, utilizando el método de las placas para la cuenta total, y el IV método de Wilson para investigación de colisímiles.

Del análisis de los resultados surge como el método de trabajo más recomendable el denominado II c que incluye como detergente el carbonato de sodio y el cloro como desinfectante, por resultar el más eficiente desde el punto de vista bacteriológico, de fácil aplicación y a la vez económico.

**SOMMAIRE.** — Efficacité contrôlée par la numération bactérienne des méthodes de nettoyage des bidons de lait applicables aux travaux de laiterie, par OSVALDO JULIO S. PÁEZ. — L'étude a eu pour but établir d'après l'analyse bactériologique, la valeur de cinq procédés pour le nettoyage des bidons de lait, adaptables aux besoins du travail de laiterie tel qu'il se fait dans la campagne argentine.

On utilise la méthode des plaques pour la numération totale, et la IVème méthode de Wilson pour la recherche des colisímiles.

En étudiant les résultats, on trouve que le procédé le plus avantageux est le IIème. c. Celui-ci utilise le carbonate de sodium comme détergent et le chlore comme désinfectant. On le recommande d'après les points de vue bactériologique, pratique et économique.

#### BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1959). *Standard method for the examination of dairy products.* — 10 ed. Washington.
2. BAYER, A. H. (1939). *Problema de los polvos limpiadores utilizados en la industria lechera.* — La Ind. Lechera 23 (243) : 813-816. Buenos Aires.
3. DORNER, W. (1950). *Nettoyage du matériel des laiteries et vérification de son efficacité.* — Le Lait 30 (299-300) : 629-640. París.
4. FRENEAU, F. (1953). *La limpieza y desinfección de los útiles en el tambo.* — La Ind. Lech. 25 (409) : 405-455. Buenos Aires.
5. GÉNIN, G. (1935). *Les agents de nettoyage employés dans l'industrie laitière.* — Le Lait. 15 (148) : 868-870. París.
6. — (1936). *Le nettoyage des objets étamés en laiterie.* — Le Lait 16 (156) : 612-615. París.
7. GIROUX, J. (1937). *Los productos limpiadores en la industria lechera.* — La Ind. Lechera 19 (213) : 288-291, 301. Buenos Aires.

8. HARDING, H. A., M. J. PRUCHA, H. M. WETTER y W. H. CHAMBERS (1932). *Vaporización de los tarros. El efecto del vapor sobre los gérmenes en los envases de leche.* — La Ind. Lechera 14 (160): 847-855. Buenos Aires.
9. HISCOX, E. R. et A. ROWLANDS. (1948). *Détersifs et désinfectants.* — Le Lait. 28 (273-274): 148-158. París.
10. JACKSON, H. C. (1932). *Las preparaciones químicas para limpieza.* — La Ind. Lechera 14 (156): 483-489. Buenos Aires.
11. JACOBSEN, D. H. (1945). *Sanitation in dairy products plant.* — Nat. Butter & Chees. Jour. 36 (8): 29. Milwaukee. Wisconsin.
12. MINAVERRY, A. E. (1944). *Algunas consideraciones sobre limpieza y esterilización en la industria lechera.* — La Ind. Lechera 26 (301): 595-599. Buenos Aires.
13. MINOR, L. (1953). *Low temperature can washing.* — Amer. Milk rev. 14 (9): 74-76. New York.
14. MORENO, R. T. (1929). *La esterilización en lechería. El cloro y sus compuestos.* — La Ind. Lechera 11 (118): 400-404. Buenos Aires.
15. MUELLER, W. S., E. BENNETT & J. E. FULLER (1946). — *Bactericidal properties of some surface-active agents.* — Jour. Dairy Sci. 29 (11): 751-762. Columbus, Estados Unidos.
16. OVERMAN, O. (1960). *Old standbys and new developments in cleaners and sanitizers.* — Amer. Milk Rev. 22 (2): 94-96, 129. New York.
17. SACCO, V. (1933). *Sustancias detergentes y desinfectantes en la industria lechera.* — La Ind. Lechera 15 (165): 277-286, 15 (166): 353-358. Buenos Aires.
18. SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE LA NACIÓN (1963). *Decreto Ley nº 6640.* — Buenos Aires.
19. SWARTLING, P. (1959). *The influence of the use of detergents and sanitizers on the farm with the regard to the quality of milk and milk products.* — Dairy Sci. Abstract. 21 (1): 1-10. London.
20. WILSON, G. S. (1935). *The bacteriological grading of milk.* London.

# ESTUDIOS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

## EN PERFILES DE SUELOS PLATENSES

### TECNICAS TENSIOMETRICAS (SISTEMA RICHARDS) <sup>1</sup>

Por ANTONIO F. RIZZO <sup>2</sup>

---

#### I. INTRODUCCION

##### A. OBJETO DEL TRABAJO

Dos objetivos fundamentales han constituido el móvil para la ejecución del presente ensayo. El principal fue el de establecer en forma precisa la marcha de la humedad en suelos locales bajo cultivo cerealero, en función de la temperatura del aire y de su humedad relativa en porciento y los aportes hídricos que, por lluvia natural, recibió ese cultivo. El segundo objetivo fue el de someter a prueba de eficiencia, por primera vez en nuestro medio, un equipo moderno para el registro de la humedad en el suelo en forma continuada, constituido por dos tensiómetros de procedencia americana.

Ambos objetivos creemos se han cumplido, a través de mediciones y observaciones realizadas en forma continuada durante un año calendario meteorológico y agrícola.

Durante dicho lapso se han registrado permanentemente las os-

<sup>1</sup> Trabajo realizado en la Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, La Plata, bajo la dirección del profesor titular, ingeniero agrónomo Rubén H. Molfino. (Publicación n° 6, N. S.).

<sup>2</sup> Ingeniero agrónomo, Jefe de Laboratorio (contratado).

cilaciones de la humedad del suelo por medio de las lecturas directas que arrojaban los instrumentos instalados en el cultivo y luego referidos a valores de pF; cronología de la lluvia caída en milímetros; de la temperatura del aire en C° y de su humedad relativa en por ciento. Todos estos datos se interpretan desde el punto de vista eco-edafológico, demostrando las necesidades hídricas del cultivo en sus fases críticas y la influencia del mismo sobre el gradiente hídrico del suelo.

Se complementó la labor con determinaciones edafológicas en laboratorio a fin de establecer las principales constantes hídricas del suelo bajo estudio y se siguió la rutina edafológica para la determinación de las fracciones constitutivas del mismo, mediante la ejecución de análisis físico-mecánicos.

Resulta obvio destacar la importancia de este tipo de ensayos, pues aunque su ejecución se llevó a cabo en zona húmeda, donde la conservación de la humedad del suelo no reviste caracteres de importancia tal como en zonas sub-húmedas y/o áridas, la técnica seguida será la misma para su aplicación en zonas de regadío, donde los aportes hídricos naturales deben ser suplidos artificialmente por el hombre.

Su aplicación, en dichas condiciones, significará económicamente un valioso aporte, pues se evitará el uso excesivo e indiscriminado del agua de riego, determinando con precisión el uso adecuado de las cuotas asignadas o economía en los costes de extracción de aguas subterráneas con fines agrícolas.

Se tiende, mediante este trabajo, a difundir una técnica moderna para el conocimiento rápido y certero de las necesidades de agua del suelo sometido a cultivo, en el preciso instante que las plantas la requieren en forma perentoria, sin correr riesgos de malograrse los cultivos por demoras en el suministro del riego adecuado.

Podemos afirmar que la técnica no es definitiva, ya que es susceptible de mejoras, que esperamos lograr en un nuevo ensayo ya iniciado, pero de todas maneras su aplicación en medios rurales debe ser tenida en cuenta por los técnicos o agricultores que se encuentran abocados al problema que significa determinar el inicio y la finalización de los riegos en suelos bajo cultivo, todo ello en forma económica y eficaz para el desarrollo óptimo del vegetal.

## B. COLABORACIÓN RECIBIDA

Al profesor titular de la Cátedra de Edafología, Ing. Agrón. Rubén H. Molfino, debo agradecer la eficaz dirección que ejerció desde el comienzo del ensayo y que mantuvo el interés del autor durante todo el ciclo de trabajo. Reciba él mi más profundo agradecimiento.

De significativa importancia resultó la colaboración recibida del Observatorio Astronómico de La Plata (Sección Meteorología) dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, ya que los registros meteorológicos que se consignan en el presente ensayo fueron suministrados gentilmente por el Servicio a cargo del señor Massaccesi.

El personal no docente de la Cátedra de Edafología se hizo acreedor a mi reconocimiento por la colaboración que prestó durante la ejecución del trabajo, tomas de muestras, etc.

A la Cátedra de Cerealicultura, que puso a disposición sus instalaciones del campo experimental y que colaboró en el suministro de datos relacionados con los cultivos donde se instaló el instrumental en ensayo, debo expresar asimismo mi reconocimiento.

## II. REVISTA DE LA BIBLIOGRAFIA

Sumamente escasa es la bibliografía en idioma castellano que existe sobre el tema. La casi totalidad de las fuentes informativas consultadas por el autor lo fueron en idioma inglés, ya que el desarrollo de la temática que mueve este ensayo se ha llevado a cabo íntegramente casi en EE. UU. y países extranjeros de habla inglesa.

El principal autor que ha desarrollado con suficiente amplitud el concepto de "succión del suelo" y su aplicación al instrumental ensayado, es Richards, L. A., que en EE. UU. de Norteamérica ha efectuado numerosas publicaciones, las que se encuentran en la colección de la revista "Soil Science", en el "Yearbook", que edita el Departamento de Agricultura de los EE. UU. y libros especializados dedicados íntegramente a la humedad del suelo.

Otro autor destacado y que ha condensado en un pequeño volumen todos los conceptos fundamentales que rigen las relaciones

entre el suelo y el agua, es Marshall, T. J. (1959), cuyo trabajo editado por el Commonwealth Bureau of Soils Harpenden de Gran Bretaña, fue consultado y del cual se extrajeron cuadros sinpóticos que sintetizan estos conceptos y se reproducen en este ensayo.

Resultaron de capital importancia para el autor las instrucciones vertidas por Skaling, P. E., en el Catálogo N° 60 de la "Soilmoisture Equipment Co.", de California (EE. UU.) ya que allí se condensa la técnica precisa relativa al manejo de los tensiómetros en particular, principios físicos sobre su funcionamiento, aplicaciones prácticas, etc.

De singular utilidad para la fijación de los conceptos modernos sobre la física del agua en el suelo, es la obra de Tschapek, M. W. (1959) totalmente en idioma castellano, donde se reseña en forma ordenada y científica todo lo relativo al agua en sus diferentes estados naturales, sus relaciones con el suelo, análisis de los principios físicos que rigen dichas relaciones, etc. Resulta de suma importancia esta obra para el iniciado en física del suelo.

En 1956 se realizaron en Uruguay experiencias similares a la presente con un tensiómetro a mercurio por el Ing. Agrón. Alaggia, H. A., que fueron publicadas en la Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos de ese país, pero no se logró una interpretación satisfactoria de los datos obtenidos y se presenta a los tensiómetros como aparatos de muy limitada utilidad práctica, circunstancia que se cree desvirtuar en este ensayo.

### III. INSTRUMENTAL UTILIZADO

#### A. DESCRIPCIÓN DE LOS TENSÍOMETROS

Los tensiómetros utilizados fueron provistos por la "Soilmoisture Equipment Co.", de California (EE. UU. y constituyen una versión práctica y moderna de los antiguos tensiómetros mencionados por Richards, L. A. (1941).

Se utilizaron dos tipos de tensiómetros, los que difieren entre sí solamente desde el punto constructivo de sus instrumentos medidores de vacío. Uno utiliza como medidor de vacío un vacuómetro tipo "Bourdon", y el otro un vacuómetro a columna de mercurio.

Funcionalmente el resto del aparato no difiere absolutamente entre sí, por lo que la descripción que sigue es válida para ambos.

Esencialmente se trata de un tubo metálico de unos 350 mm de largo y 12 mm de diámetro, en cuya extremidad inferior abierta se adapta, por medio de una conexión de caucho, un vaso o capuchón de cerámica porosa. En el extremo superior del tubo metálico se adapta, por medio de otro conector de caucho, un tubo de plástico con un tapón de goma que ajusta herméticamente.

Sobre el tercio superior del tubo de metal se ha practicado un orificio roscado, donde se adapta el vacuómetro que se desee.

Todo el conjunto se encuentra alojado en otro tubo metálico de mayor diámetro que ofrece protección al conjunto y del cual sobresalen, únicamente, el capuchón de cerámica en su parte inferior, el tubo de plástico en la superior y el orificio roscado en el lateral del tubo protector, donde se insertará el vacuómetro elegido.

*a) Tensiómetro con vacuómetro a reloj (modelo LM).* — Se trata de un tensiómetro como el ya descrito, al que se le ha adaptado un vacuómetro (medidor de vacío) tipo "Bourdon", roscándolo en el orificio lateral del tubo metálico.

La característica principal de este vacuómetro reside en que su escala circular se encuentra graduada de 0 a 100, subdividida de 10 en 10, subdivisiones que comprenden 5 unidades menores. Cada una de estas unidades menores representa 2 centibares (0,02 bar) y el tope de la escala (100) representa 1 bar (ver fig. 1).

*b) Tensiómetro con vacuómetro a columna de mercurio (modelo LG).* — En este caso al tensiómetro ya conocido se le adapta un medidor de vacío a columna de mercurio, que consiste en un largo tubo en forma de U invertida, de unos 3 mm de diámetro, una de cuyas ramas es metálica y va desde el orificio lateral del cuerpo del tensiómetro hasta la iniciación de la rama descendente, donde se conecta por medio de un tubo de caucho a uno de vidrio que constituye el medidor propiamente dicho, ya que su extremo inferior abierto penetra en una cazoleta de vidrio que contiene mercurio.

El ascenso o descenso del menisco superior de la columna de mercurio que se forma en el interior del tubo de vidrio, al funcionar el aparato, mide la fuerza de "succión" del suelo, de acuerdo al contenido de humedad del mismo. Adosada al tubo de vidrio de la rama descendente de la U invertida se encuentra una escala

metálica que abarca casi la longitud de dicho tubo. Esta escala se encuentra graduada desde 0 en la parte inferior hasta 850 en su tope superior. Está a su vez subdividida de 10 en 10, subdivisiones que comprenden 5 unidades menores cada una. Estas unidades menores, individualmente representan cada una 2 milibares (0,002 bar) y el tope de la escala 850 milibares (0,850 bar).

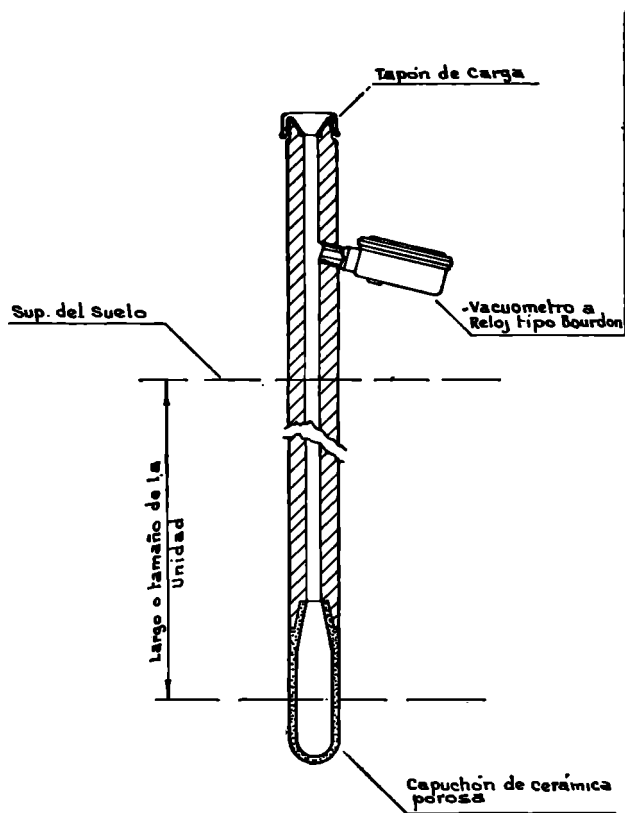


Fig. 1. — Tensiómetro a reloj Bourdon

Todo el conjunto, constituido por los tubos, metálico, de vidrio, cazoleta de mercurio y escala metálica, se encuentra montado sobre un largo soporte de aluminio de sección en U que se fija con tornillos al cuerpo principal del tensiómetro, a fin de darle rigidez al conjunto (ver fig. 2).

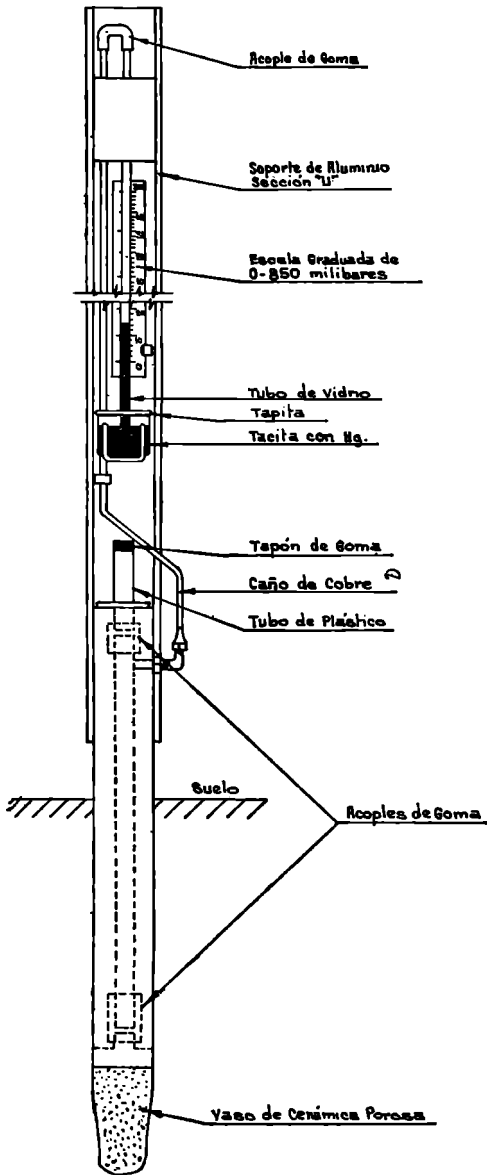


Figura 2. — Tensiómetro a Mercurio

## B. PRINCIPIO FÍSICO DEL FUNCIONAMIENTO

Instalados los tensiómetros en el suelo, cuyas oscilaciones en el contenido de humedad se desean medir, y determinada la profundidad del capuchón de cerámica, se procede a la carga del sistema mediante la inyección de agua, libre de aire en disolución (hervida y enfriada), por el tubo de plástico hasta alcanzar el llenado completo del sistema. De inmediato se procede a colocar el tapón de goma que cierra herméticamente el conjunto. En ese instante el vacuómetro de los tensiómetros debe marcar "0". La presencia de aire en el sistema puede inducir a lecturas erróneas posteriormente; se evitará su presencia recargando y sacudiendo el aparato cuantas veces sea necesario antes de su instalación.

Si el suelo donde fueron instalados se encuentra seco, el agua comienza a fluir por entre los poros del capuchón de cerámica que se encuentra en íntimo contacto con las partículas de suelo y éstas se rodean de una fina película de agua.

Cuando la pared del capuchón de cerámica se encuentra seca y los poros del capuchón se llenan de agua (desde el interior hacia afuera), la tensión superficial del agua en la interfase agua-aire en cada uno de los poros cierra o sella los mismos. El agua puede fluir desde el interior del capuchón de cerámica por entre los poros, pero la película de agua formada en la pared externa actúa como un fino diafragma y no deja ingresar aire al interior del tensiómetro, en el período completo de trabajo del aparato.

La vista aumentada de la figura 3 muestra la película de agua que rodea a cada una de las partículas de suelo, la que es retenida por una gran fuerza molecular (agua proveniente del capuchón de cerámica del tensiómetro).

Cuando el suelo está muy seco, esta película de agua es sumamente delgada y está más fuertemente retenida. La acción de la tensión producida por esta película de agua determina que ésta sea "chupada" de entre el capuchón de cerámica poroso. Esta misma gran fuerza molecular que se desarrolla en la superficie de las películas de un suelo seco hace que aumenten las dificultades de las plantas para obtener humedad en dichas condiciones de sequedad.

Como el agua es "chupada" de entre los poros del capuchón de cerámica por las partículas de suelo, un vacío parcial se origina

en el interior del cuerpo del tensiómetro, ya que su cierre es hermético en la parte superior. El continuo fluir del agua hacia el suelo hace que el vacío formado alcance valores altos, que son registrados por el vacuómetro del aparato, hasta que dicho valor sea suficiente para vencer la tensión de "succión" del suelo. En este momento se logra un equilibrio entre las dos fuerzas opuestas que operan y el agua cesa de fluir por entre los poros del capuchón

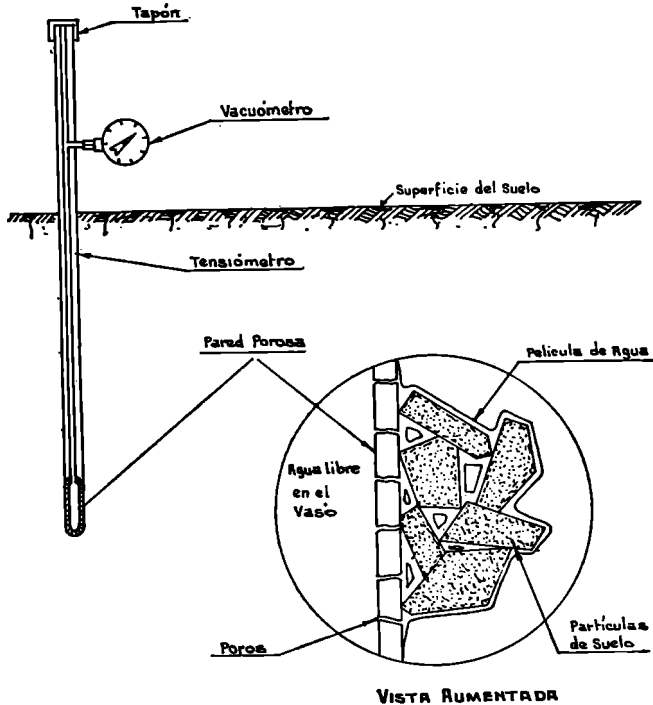


Figura 3. — Capuchón de Cerámica Porosa (vista aumentada)

de cerámica. El vacuómetro registra en ese punto la suma total de la "succión del suelo".

A medida que la humedad contenida por el suelo es utilizada por las raicillas de las plantas, o se consume por evaporación o drenaje hacia las capas profundas, su contenido porcentual disminuye y no siendo reemplazada, la "succión del suelo" aumenta y más agua fluye entonces de entre los poros del capuchón de cerámica porosa. Ello determina que un nuevo punto de equilibrio sea alcanzado, cuyos valores serán más altos aún en el vacuómetro.

La gran fuerza molecular que retiene la fina película de agua en la superficie de las partículas de suelo, durante los diferentes estadios de sequedad del mismo, decrece a medida que ingresa agua al suelo por la acción de la lluvia o de riegos. Así a medida que la partícula de suelo se rodea de una película de agua de mayor espesor, la fuerza de atracción molecular con que es retenida el agua decrece y ésta puede ser más fácilmente desplazada de la superficie de las partículas de suelo.

Volviendo a las paredes del capuchón poroso y recordando que por el estado de sequedad del suelo se lograron altos valores en el vacuómetro, debemos imaginar el proceso inverso al ingresar agua por la lluvia o el riego en el suelo. En efecto, el alto vacío logrado en el interior del tensiómetro hace que la fuerza de succión del vaso poroso sea mayor que la del suelo y el agua recorre el camino inverso, penetrando al interior del tensiómetro a través de los poros del capuchón de cerámica.

Este flujo de agua hacia el interior del tensiómetro, cuando el suelo se encuentra húmedo, continúa hasta el momento que el valor del vacío interior se equilibra con la fuerza de retención del agua en la superficie de las partículas del suelo.

Si se siguiera agregando agua al suelo hasta su saturación, el vacío dentro del tensiómetro quedaría anulado y el vacuómetro marcaría "0", hasta que nuevamente se dieran condiciones de sequedad en el suelo por consumo del agua por las plantas, evaporación, drenaje, etc.

De esta manera los tensiómetros se encuentran constantemente en equilibrio con el contenido de humedad del suelo a través de la "succión" que realiza éste y que miden los aparatos en fracciones de bar.

### C. INTERPRETACIÓN DE LAS LECTURAS

Si medimos la fuerza de la atracción molecular con que es retenida el agua en la superficie de las partículas del suelo, y la energía del agua capilar entre los poros, estaremos en condiciones de conocer el contenido de agua aprovechable por las plantas, ya que pasando de ciertos límites, que se indicarán más adelante, aunque exista humedad en el suelo, ésta no es aprovechable por las plantas, ya que la fuerza de succión de las raíces es menor a la de retención del agua en la superficie de las partículas del suelo.

Una de las formas de medir esta fuerza de atracción y/o energía es contraponerle otra fuerza fácilmente mensurable que al alcanzar el valor de equilibrio con la fuerza contraria determine que el agua que era retenida por el suelo quede en libertad y pueda ser evaluada en por ciento, refiriendo estos porcentos al mismo suelo completamente libre de humedad (seco a estufa 100-105° C).

En todos los casos la fuerza contraria a la de retención del agua por el suelo se expresa en términos de la altura en centímetros de una columna de agua de una sección de 1 cm<sup>2</sup>, cuyo peso es igual a la fuerza que se considera. Cuanto mayor altura en centímetros alcance la columna de agua, mayor será evidentemente esa fuerza. Se puede dejar sentado entonces que la fuerza de retención del agua por el suelo se mide en unidades gravitacionales.

Entre las unidades de medida gravitacionales conocidas se ha convenido utilizar el milibar (milésima de 1 bar) para expresar la fuerza de succión que ejerce el vacío creado en el interior del tensiómetro en contacto con el suelo, fuerza que se contrapone y equilibra con la fuerza de "succión" que ejercen las partículas de suelo en sus diferentes contenidos de humedad o estadios hídricos.

En nuestro caso particular de las escalas medidoras en los vacuómetros de los tensiómetros, las mismas, como ya se expresó más arriba, se han graduado una en milibares (vacuómetro a Hg) y la otra en centibares (reloj Bourdon). La graduada en milibares mide como cifra tope 850 milibares, vale decir, menos de un bar (1.000 milibares), mientras que la graduada en centibares, su cifra tope 100 equivale a los 1.000 milibares = 1 bar.

En los estados de sequedad extrema del suelo, los medidores no han sobrepasado en ningún caso los 850 milibares u 85 centibares, ya que aunque la tensión de succión del suelo era mucho mayor de 850 milibares, no es posible registrar esa "tensión de succión" del suelo, ya que el vacío existente en el interior del tensiómetro no puede alcanzar un valor más alto por razones obvias. Recuérdese que las más perfectas máquinas neumáticas para lograr el vacío en el laboratorio no llegan a lograrlo en el valor absoluto de 1 atmósfera, sino que llegan sólo a valores cercanos a 1 atm.

Por ello, si bien aparentemente podría parecer que el uso de los tensiómetros para planes de riego en cultivos industriales, forestales, etc., es muy limitado, ya que solamente miden el contenido de agua del suelo entre los valores que van de "0" a menos de 1

atmósfera, ello no es así, ya que precisamente entre esos valores es donde se producen los mayores movimientos y/o cambios del contenido de humedad que más fácilmente son aprovechados por las raíces de las plantas, en condiciones favorables de crecimiento y donde con un mínimo de esfuerzo el vegetal extrae agua del suelo para su crecimiento en óptimas condiciones. Es innegable que el vegetal aún continúa extrayendo agua del suelo pese a que éste la retiene a valores superiores a 1 atmósfera y que llega hasta las 15 atmósferas de "succión", pero ello le demanda al vegetal un considerable esfuerzo radicular que va en detrimento de su crecimiento, fructificación, etc., y que en ocasiones le cuesta la vida misma.

*Conversión de las lecturas en términos de pF.* — Como se dijo más arriba, la fuerza de retención del agua por el suelo se expresa en términos de la altura en centímetros de una columna de agua de 1 cm<sup>2</sup> de sección.

Expresando sus equivalencias en términos del peso de una columna de mercurio de igual sección, tendríamos:

$$1 \text{ atm.} = 760 \text{ mm de alt. en columna de Hg.}$$

$$\text{Peso} = V \cdot d = 760 \times 13,599 = 1.033 \text{ g}$$

Para obtener el mismo peso mediante una columna de agua de 1 cm<sup>2</sup> de sección es necesaria una altura de 1.033 cm.

Entonces:

$$760 \text{ mm de Hg} = 1.033 \text{ cm de H}_2\text{O} = 1 \text{ atm.}$$

Como se decía más arriba, para medir la fuerza de retención del agua por las partículas del suelo era necesario contraponer otra fuerza opuesta, que deje en libertad el agua retenida y poder evaluarla.

Hasta ahora hemos visto el equivalente de una atmósfera en unidades de peso (760 mm de Hg o 1.033,3 cm de H<sub>2</sub>O); pero a los efectos de convertir dichas unidades de peso en unidades de fuerza se debe hacer intervenir la fuerza de la gravedad en el sistema, y así:

Si suponemos una columna de mercurio de 760 mm y de 1 cm<sup>2</sup> de sección, sometida a la acción de la gravedad normal, tendremos con la fórmula  $P = V \times d$ :

$$P = 76 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}^2 \times 13,596 = 1.033 \text{ g (o sea 1 atmósfera)}$$

Pero como 1 gramo-fuerza = 981 dynas (más exacto 980,6 dys)

$$P = 1.033 \times 980,6 = 1.013250 \text{ dynas}$$

También tendremos que

$$1 \text{ mm de Hg} = \frac{1.013250 \text{ dy}}{760} = 1.333 \text{ dy, o bien 1,333 milibar,}$$

desde que un milibar es igual a 1.000 dynas, de donde:

$$760 \text{ mm de Hg} = 760 \times 1,333 \text{ mbar} = 1.0133 \text{ milibares}$$

A los efectos de dejar bien aclarados los conceptos, debemos destacar que:

$$1 \text{ bar} = 1.000 \text{ milibares} = 750 \text{ mm de Hg} = 0,987 \text{ de atmósfera} \\ = 10^6 \text{ dynas/cm}^2$$

De los dos vacuómetros empleados en los tensiómetros sólo el a reloj tipo Bourdon alcanza su graduación en centibares a 1 bar.

Como la fuerza de retención del agua por el suelo alcanza valores apreciables cuando se encuentra muy seco (hasta 15 atmósferas de presión), su expresión en cm de altura de una columna de agua significaría la expresión de cifras voluminosas de difícil dilucidación a simple vista. Por ello se ha convenido en expresar esa altura en centímetros, por el logaritmo natural del número que alcanza. Esa forma de expresión simplificada se llama pF (potencial capilar).

En nuestro caso particular de los tensiómetros, las escalas medidoras están graduadas en términos de presión y no de peso de columna de agua, pero como la diferencia entre ambas cifras (1.013 y 1.033) es escasa y no cambia el valor de la primera cifra de la mantisa del logaritmo natural, se pueden expresar directamente en "pF" los valores en milibares que se anoten en las escalas de los vacuómetros.

Tendremos así que los tensiómetros miden capacidades hídricas de los suelos entre pF 0 y pF 2,9, vale decir entre saturación máxima y un valor cercano a la humedad equivalente (Wec).

#### IV. OPERATIVO EN CAMPAÑA

##### A. INSTALACIÓN DE LOS TENSIÓMETROS

En coordinación con la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad se decidió la instalación de los dos tensiómetros ya mencionados en el seno de los cultivos cerealeros que esa Cátedra conduce anualmente en el Campo Experimental de la Facultad en la sección denominada "jaula".



Fig. 4. — Tensiómetro c/vacuómetro a reloj Bourdon instalado a suelo desnudo en el seno de un cultivo de la Cátedra de Cerealicultura

Antes de la instalación de los instrumentos se efectuó la siembra de las diferentes variedades cerealeras el 23 de mayo de 1962 (1ª campaña), en un suelo previamente arado con reja de vertedera a 0,12 - 0,15 m y rastreado con rastra de dientes móviles, operación ésta que se ejecutó con una antelación de 2 a 3 días a la siembra. La siembra se operó en surcos distantes unos de otros unos 15 cm, depositando la simiente en pequeños hoyos distantes entre sí otros 15 cm.

A los fines de seguir la marcha de la humedad del suelo, sometido a las exigencias de alguna de las variedades de trigo sembradas, se procedió a la instalación del tensiómetro con vacuómetro a columna de mercurio (modelo LG) a una profundidad de 0,30 m

entre los surcos n<sup>os</sup> 16.289 y 16.290, correspondientes a la multiplicación de la F4 del cruzamiento entre las líneas de trigo denominadas Dickinson × Candeal “La Previsión” y la variedad Klein Lucero respectivamente.

Al mismo tiempo y con el objeto de seguir la marcha de la humedad del suelo libre de cultivo alguno (testigo), se procedió a



Fig. 5. — Tensiómetro c/vacuómetro a mercurio instalado entre líneas del cultivo cerealero

la instalación del tensiómetro con vacuómetro a reloj Bourdon a la misma profundidad del anterior, en el centro de una pequeña parcela de 1 m<sup>2</sup> de superficie, próxima al lugar de instalación del otro tensiómetro.

Ambas instalaciones se realizaron el día siguiente al de la siembra, vale decir el 24 de mayo de 1962 (1<sup>a</sup> campaña).

Esta última parcela se encuentra libre de cultivo y/o maleza, manteniéndose en esas condiciones mediante laboreo muy superficial durante todo el ciclo de observaciones. Estos cultivos se llevan a cabo en condiciones naturales, recibiendo como único aporte hídrico el de la lluvia y la influencia superficial de la humedad relativa del aire atmosférico.

## B. RECONOCIMIENTO EDAFOLÓGICO

El sector donde fueron instalados los dos tensiómetros dentro de la "jaula" se encuentra ubicado en el extremo SE del campo experimental de la Facultad, con relieve natural llano y un micro-relieve interior que acusa una ligera depresión o desnivel hacia el este y noroeste.

Se trata de un suelo sometido a labores y cultivos anuales en forma permanente, que ha perdido las características primitivas en lo que a su textura y estructura se refiere, por el agregado de materiales de relleno ocurridos muy anteriormente y obras diversas que han variado su composición granulométrica primitiva. Se puede considerar en términos generales como un suelo mediano, bien aireado en su primer horizonte.

Luego de la cosecha se desarrolla vegetación espontánea con predominio de gramíneas.

Las condiciones de escurrimiento e infiltración del agua de lluvia son limitadas en el sector E y NO precisamente por su inclinación, ya que en ese sector se acumulan las aguas superficiales luego de una lluvia y se infiltran con suma lentitud por las características propias del perfil edafológico que se analiza más adelante.

*a) Ensayos físicos preliminares.* — Se efectuó una determinación física preliminar a las determinaciones físico-mecánicas de laboratorio con muestras al estado natural, determinándose algunas de ellas "in situ" con los siguientes resultados:

Características determinadas	Muestra n° 1 (desnudo)	Muestra n° 2 (cultivado)
TACTO en seco	Grano grueso y agregado	Grano grueso y agregado
CONSISTENCIA en seco	Quebradizo a duro	Quebradizo a duro
COLOR en muestra Húmeda	Pardo oscuro-marrón	Pardo oscuro-marrón
COLOR en muestra Seca	Pardo	Pardo
COLOR según tabla de Munsell	10 YR - 4/2 marrón grisáceo oscuro	10 YR - 4/2 marrón grisáceo oscuro
PLASTICIDAD .....	MEDIANA a ALTA	MEDIANA a ALTA
ADHERENCIA	Id.	Id.
RESISTENCIA de una "bolita" a la presión	<i>Dedo</i> Duro. No rompe <i>Pie</i> Regular. Rompe c/bordes agudos y filosos	<i>Dedo</i> Duro. No rompe <i>Pie</i> Regular. Menos resistente que la n° 1. Rompe con bordes agudos y filosos
TEXTURA AL TACTO	Franco-arcillo-limoso → Arcillo-limoso	Franco-arcillo-limoso → Arcillo-limoso

*b) Determinaciones físico-mecánicas de laboratorio.* — Posteriormente a los ensayos que anteceden, y con muestras de suelo tomadas de los lugares de instalación de los tensiómetros, se procedió a ejecutar un análisis físico-mecánico de las fracciones componentes de cada suelo. Se siguió la rutina para el análisis físico-mecánico por el método de Robinson o de la "pipeta". Las muestras utilizadas, que se tomaron a las mismas profundidades de instalación, fueron previamente secadas al aire y porfirizadas en ambiente de laboratorio.

Ejecutados los ensayos y determinaciones para la muestra n° 1 (suelo desnudo) y para la n° 2 (suelo cultivado) se obtuvo:

## Para muestra de suelo nº 1. Suelo desnudo (0,30 m)

Fraciones	Ø en micrones	Contenido %
Arena gruesa	(2.000-200)	2
Arena fina	(200-20)	38
Suma de arenas	(2.000-20)	40
Limo	(20-2)	29
Arcilla	(menos de 2)	22
Suma de fracciones mecánicas .....		91
Wh-Mat. Org.-Ca (CO <sub>2</sub> ). Sales solubles (HCl N 0,2)		9
		100

Textura según triángulo de textura: *franco* con tendencia al *franco-arcilloso*.

## Para muestra de suelo nº 2. Suelo cultivado (0,30 m)

Fraciones	Ø en micrones	Contenido %
Arena gruesa	(2.000-200)	2
Arena fina	(200-20)	36
Suma de arenas	(2.000-20)	38
Limo	(20-2)	26
Arcilla	(menos de 2)	26
Suma de fracciones mecánicas		90
Wh-Mat. Org.-Ca (CO <sub>2</sub> ). Sales solubles (HCl N 0,2)		10
		100

Textura según triángulo de textura: *franco-arcilloso*.

## Constantes hídricas más importantes

(Wh) = Humedad higroscópica a estufa 100-105° C .	Muestra 1 = 4,4 % Muestra 2 = 4,5 %
(Whm) = Coeficiente de higroscopicidad, a 96 % de humedad relativa al vacío..	Nº 1 = 7,1 % Nº 2 = 6,7 %
(Wec) = Equivalente de humedad, a bomba de vacío	Muestra nº 1 = 26,4 % Muestra nº 2 = 26,2 %

### C. RECOPIACIÓN DE DATOS

Durante todo el año calendario y agrícola que abarcó la campaña 1962-63 las observaciones y lecturas de los tensiómetros se efectuaron diariamente y siempre en horas de la mañana, tratando de que las mismas se llevaran a cabo alrededor de las 9 horas, a fin



Fig. 6. — Tomando lectura del tensiómetro *e/vacuómetro* Bourdon a suelo desnudo

de uniformar el levantamiento de datos y evitar las influencias del rocío nocturno y/o exposición prolongada de la superficie del suelo a los rayos del sol, en el supuesto de lecturas tomadas con demasiada antelación o retraso respectivamente.

Las observaciones complementarias que se realizaron durante la campaña agrícola y que se prolongaron luego hasta finalizar el año calendario se centraron en: estado del cultivo cerealero en sus diferentes etapas de desarrollo; aspecto general de la superficie del

suelo en concordancia con sus diferentes estados de humedad; correlación de los ciclos vegetativos con las lecturas tensiométricas y todo dato de interés que condujera a una mayor claridad e interpretación de los fenómenos físicos donde intervenían los factores planta-suelo-humedad-temperatura.

Simultáneamente se recogieron los registros térmicos e higrométricos del aire atmosférico que nos suministraba el Observatorio Astronómico de La Plata, ubicado en las cercanías del lugar del ensayo.

Con todos estos datos se confeccionaron los gráficos y tensiogramas 1962-63 que se presentan a continuación, donde se han consignado 365 lecturas y registros térmicos e higrométricos respectivamente.

## V. DE LOS GRAFICOS

### A. MÉTODO CONSTRUCTIVO

a) *Tensiograma 1962-63.*—Para la confección del gráfico denominado “Tensiograma 1962-63” se utilizaron los siguientes elementos:

1º Lecturas directas en milibares y centibares arrojadas por los tensiómetros instalados en suelo cultivado y desnudo, respectivamente.

2º Milímetros de lluvia caídos durante toda la campaña.

3º Fechas en que se operaban ambos registros.

Sobre el eje de las abscisas y asignando a cada unidad (día) una dimensión lineal de 2 milímetros, se colocaron en orden sucesivo todos los días que comprendía el año calendario y meteorológico iniciado el 24 de mayo de 1962 y que finalizó el 24 de mayo de 1963, encontrándose comprendida en él la campaña agrícola iniciada el 23 de mayo de 1962 y que finalizó el 1º de diciembre de 1962 (siembra-cosecha del cultivo).

Sobre el mismo eje y en correspondencia con la fecha en que acaeció el meteoro, se levantan barras verticales que representan los milímetros de lluvia caídos en el lugar, asignándole a cada barra una longitud de 2 mm por cada milímetro de lluvia caído.

Los puntos correspondientes a los diferentes valores en milibares y centibares de las lecturas directas de los tensiómetros se han unido con líneas de diferentes trazos a fin de diferenciar a qué





tipo de aparato y por ende a qué lugar de instalación corresponden. Así para la línea que une las diferentes lecturas registradas en el tensiómetro con vacuómetro a columna de mercurio (suelo c/cultivo) se eligió un trazo cortado, mientras que para la línea que une las lecturas del tensiómetro con vacuómetro a reloj "Bourdon" (suelo desnudo) se le asignó un trazo lleno.

Los diferentes valores que alcanzan las lecturas directas de los tensiómetros se miden sobre la ordenada a razón de 20 mm por cada 100 milibares ó 10 centibares, respectivamente.

Asimismo, sobre la ordenada mencionada se han tabulado los valores de pF que corresponden a cada 100 milibares ó 10 centibares, según el caso, partiendo de valor 0 hasta alcanzar el valor tope de 2,9 correspondiente a 850 milibares u 85 centibares.

En la zona marginal y superior del tensiograma se han anotado, en correspondencia con las fechas en que se manifestaron, el inicio de los ciclos vegetativos del cultivo, labores culturales realizadas, estado general y situación de la superficie del suelo luego de la cosecha.

*b) Registros de temperatura y la humedad relativa del aire.* — En forma de gráfico, a fin de tener un rápido panorama general de conjunto, se han anotado los registros meteorológicos correspondientes a los promedios diarios de la temperatura del aire atmosférico en grados centígrados y los promedios diarios de su contenido de humedad relativa en porciento, en forma separada.

Sobre un mismo eje de la abscisa positiva y asignándole también a cada unidad (día) una dimensión lineal horizontal de 2 mm se suceden los días que integran el año calendario y meteorológico que ya se mencionó.

Sobre el eje de la ordenada positiva se le asignan valores en C° (2 mm para cada grado C°) a los promedios diarios de las variaciones de la temperatura del aire atmosférico, uniendo las coordenadas de dichos puntos con un trazo lleno, mientras que con un trazo cortado se unieron las coordenadas de los puntos correspondientes a los promedios decadarios (10 días) con valores a la misma escala.

Estos últimos promedios se marcan en el gráfico para objetivar las variaciones que experimenta la marcha de la temperatura del aire atmosférico a lo largo de las observaciones y a grandes rasgos.

De la misma forma y con escala similar (2 mm para 1 %) se compilaron en un gráfico contiguo los promedios diarios de las variaciones del contenido de humedad relativa en porciento del aire atmosférico.

Los valores promedios para ambos fenómenos meteorológicos fueron determinados en base a lecturas tomadas de los aparatos registradores cada 2 horas durante las 24 horas del día y a una altura convencional de 1,50 m sobre el nivel del suelo.

## B. INTERPRETACIÓN DE LAS OBSERVACIONES Y RESULTADOS

Al observar detenidamente el tensiograma 1962-63, se puede apreciar desde el comienzo y por un lapso que va hasta el 4 de julio, que los valores de succión del suelo en ambos tensiómetros aumentan en forma paulatina y sostenida, pese a la serie de variaciones que se anotan, hasta alcanzar un valor superior a los 500 milibares (pF 2,7). Precisamente el día 4 de julio de 1962 cae una lluvia de casi 49 mm, que sumada a la del día anterior, de 14 mm, determina la caída brusca de los valores de succión de ambos tensiómetros a "0". Ello se explica, ya que el agua proveniente de ambas lluvias humedeció el suelo por encima del contenido de humedad que corresponde a la capacidad de campo del suelo a 0,30 m de profundidad.

En cuanto a las fluctuaciones que se observan en ese período se explican por las siguientes causas: toda la superficie del sector destinado a cultivo cerealero, se encuentra protegido por paredes y techo constituidos de alambre tejido de malla fina para impedir las depredaciones de las aves. En el período que se trata, la humedad relativa del aire atmosférico fue alta (promedios diarios de hasta 98 % con un sólo descenso al 72 %) y la temperatura reinante del aire acusaba un marcado descenso que alcanza casi los 5° C en promedio, pese a tender a un ascenso general a partir del 28 de mayo. Estas tres causas: cubierta de alambre metálico, humedad relativa alta y bajas temperaturas, hacían que se condensara el vapor de agua atmosférico en las mallas de alambre y por ello, la superficie del suelo recibía lo que se podría llamar una lluvia artificial, que determinó las variaciones diarias en la succión del suelo, por las variaciones que experimentaba su contenido de humedad superficial.

En lo general el lapso se caracterizó por la escasez de lluvias recibiendo el suelo únicamente el agua de condensación de que se habló.

Durante la primera década de julio se opera el nacimiento de las simientes cerealeras, anotándose en general numerosas fallas. En la segunda década de julio se ejecuta una labor cultural consistente en una carpida superficial para eliminar las malezas que nacieron con el cultivo y evitar una competencia desventajosa para las plantitas de cereal y mantener la humedad del suelo, evitando una evapo-transpiración excesiva.

Las fallas anotadas en el nacimiento se atribuyen al poco contenido de humedad del suelo, la que no alcanzó para las necesidades de humectación de la simiente en forma correcta, entre otras causas.

Al observar el tensiograma en el período que va del 5 de julio hasta el 9 de octubre de 1962, se observa un hecho notable: mientras que en el período analizado anteriormente los valores de succión arrojados por el tensiómetro instalado a suelo desnudo sobrepasan los valores de succión anotados por el tensiómetro instalado en suelo cultivado, ahora ocurre a la inversa, circunstancia que se operará hasta la cosecha del cereal.

Ello se debe a que al producirse el nacimiento de las especies cerealeras, los requerimientos de agua por las raicillas de las plantas, determinan que el contenido de humedad del suelo bajo cultivo sea inferior en todo momento al del suelo desnudo, ya que este último debe entregar agua únicamente a los requerimientos de la evaporación superficial e infiltración, predominando la primera, ya que la infiltración es lenta, como se anotó anteriormente.

Desde el 5 de julio hasta el 9 de octubre de 1962, los cultivos se desarrollaron en general en forma normal, macollando y encañando en término, manteniendo su porte erecto, acusando un estado general de *regular* a *bueno*, en coincidencia con una distribución regular y espaciada de las lluvias, las que mantuvieron la humedad del suelo a valores superiores a la C. de C. y en algunos períodos la sobrepasaron netamente, llegando casi a la saturación (2ª década de julio y de agosto).

Durante la 3ª década de agosto en coincidencia con un corto período de escasez de lluvias; bajos promedios de humedad relativa del aire y fluctuaciones ascendentes de la temperatura, en

correspondencia con los requerimientos cada vez mayores de agua por parte del cultivo, se anotan rápidas tendencias de incremento en los valores de succión del suelo bajo cultivo inmediatamente luego de las lluvias, circunstancia que no se cumplía durante casi todo el mes de julio y parte de agosto, ya que la humedad del suelo se conservaba por menor requerimiento de parte de los vegetales.

Entre el 20 de agosto y el 10 de octubre, cuando las plantas ya han comenzado un ciclo vegetativo que se caracteriza por la rápida utilización del agua fácilmente aprovechable para cumplir con sus funciones de asimilación y formación de tejidos ante la proximidad del período crítico que corresponde a la espigazón, los valores de succión del suelo que acusa el tensiómetro en suelo cultivado aumentan rápida e inmediatamente de ocurridas las lluvias, que hacen caer los valores a "0", y en una proporción cada vez mayor en relación con los valores que acusa el tensiómetro instalado en suelo desnudo. A partir del comienzo del ensayo y hasta el 10 de octubre, los máximos valores de succión del suelo anotados tanto para el cultivo como para el desnudo (testigo), sobrepasaron apenas los 500 milibares o 50 centibares, pero a partir de ese punto las lecturas en ambos tensiómetros aumentan en forma considerable diariamente con marcada supremacía del tensiómetro en suelo cultivado, como se puede apreciar en el tensiograma, donde en sólo 15 días éste alcanzó el valor tope de 850 mlbs., mientras que el suelo desnudo recién alcanza un valor cercano al cabo de casi un mes de sostenido ascenso.

Ambos valores de succión del suelo se mantienen casi en forma constante a esos niveles entre fines de octubre y últimos días de noviembre de 1962.

Es en este período crítico para el cultivo cerealero, donde se manifestaron las condiciones climáticas más adversas para el mismo, ya que como se dijo, es aquí donde más cantidad de agua aprovechable necesitan sus raíces y ocurrió que aparejada a esa necesidad perentoria la humedad relativa del aire bajó durante un período prolongado; la temperatura tiende a ascender en sus promedios diarios y las lluvias son sumamente escasas. Esto trae como consecuencia que la evapo-transpiración se vea acelerada y el contenido de humedad del suelo decrece a valores más allá de los límites de lectura en los tensiómetros. A raíz de este pano-

rama poco favorable, el cultivo en plena espigazón presenta un estado general de *regular* a *malo*, por las deficiencias hídricas que se registran. Se notan ataques intensos de septoria y roya negra.

La caída en los valores de succión del suelo que experimentan ambos tensiómetros a mediados de noviembre de 1962, se debe a que el agua que contenían fue pasando a través del capuchón de cerámica al suelo hasta descargarlos y comenzó entonces a ingresar aire al interior de los tensiómetros haciendo decrecer el vacío existente. Restablecidas las cargas, éstos comienzan a registrar valores de succión altos por la acción del suelo seco y se llega así a los últimos días de noviembre y primeros de diciembre en que a causa de algunas lluvias caídas (algunas de 45 mm) los valores toques alcanzados decrecen bruscamente hasta "0".

El 2 de diciembre se procedió a la cosecha del grano mediante el corte de las espigas en todo el sector, quedando a partir de entonces el rastrojo con las malezas que se habían desarrollado y resistido la sequía anterior; algunas especies a raíces profundas principalmente.

El aspecto de la superficie del suelo es en este momento el que caracteriza a los suelos arcillosos en las sequías: resquebrajado y agrietado profundamente, por la contracción de los agregados arcillosos resecos.

A fines de diciembre de 1962 se registran las temperaturas más elevadas de la campaña y los registros promedios de humedad relativa más bajos (50,5%), lo que aparejado a la fuerte insolación del suelo, hace que el rigor de la sequía comience a secar paulatinamente las pocas malezas que resisten aún. Los valores tensiométricos se mantienen más allá de los 850 mlbs. y pese a la caída de lluvias de 25 a 30 mm en los primeros días de enero de 1963, los valores no decrecen a "0" sino cuando éstas aumentan en su frecuencia. No obstante, durante el mes de enero y parte de febrero caen lluvias frecuentes de poca intensidad algunas y de 50 mm otras, pero siendo torrenciales y encontrándose tan reseco el suelo, no penetra la humedad a la profundidad de 0,30 m y los registros tensiométricos se mantienen en altos valores.

En la segunda quincena de febrero, cuando la humedad relativa del aire aumenta notablemente, y la frecuencia de lluvias es mayor, (llueve semanalmente) hasta mediados de marzo, pese a que la temperatura del aire mantiene promedios elevados pero

con tendencia general a descender, el tensiograma afecta la forma de crestas sucesivas debido a las fluctuaciones de la tensión de succión del suelo. Los valores que arrojan ambos tensiómetros fluctúan entre 200 y 600 mlbs. (hasta 70 ctbs. en suelo desnudo) sin llegar a "0" en ningún caso, pese a las lluvias que humedecen el suelo. Ello se explicaría por la fuerte evaporación que se opera en la superficie del suelo a raíz de la radiación solar prolongada y dificultad de penetración del agua por lo compacto que se encuentra el terreno.

Recién a mediados de marzo, luego de haber sido sometido el suelo a una labor cultural de arado a 0,12-0,15 m con reja de vertedera y de haber caído una lluvia de sólo 35 mm, ambos tensiómetros decrecen en los registros del valor de succión del suelo hasta marcar "0".

En coincidencia con el comienzo de la segunda quincena de marzo cae una lluvia de casi 65 mm que termina de saturar el suelo ya húmedo de la lluvia anterior, y lleva su contenido de agua a valores superiores a la C. de C. (Wfc). A 10 días de este meteoro acontece una nueva lluvia de casi 90 mm que determina una nueva caída a "0" de los tensiómetros que apenas habían comenzado a marcar tensiones de succión a pF 2,0. En este período se registra el nacimiento de una cubierta herbácea otoñal incipiente.

Durante casi todo el mes de abril de 1963, las lluvias otoñales han decrecido en intensidad y apenas si llegan a los 4 mm aunque su frecuencia se mantiene. La humedad relativa del aire tiende a ascender en forma paulatina mientras que la temperatura media descendiende progresivamente.

Esta situación, aunada a un desarrollo cada vez más vigoroso de la cobertura vegetal natural, hace que los valores de succión del suelo que registra el tensiómetro a columna de mercurio (ex suelo cultivado, actual c/vegetación herbácea) comiencen a predominar sobre los registros que arroja el tensiómetro a suelo desnudo.

Habiendo decrecido el contenido de humedad del suelo hasta alcanzar un pF de 2,6 (400 mlbs) con sólo una lluvia de casi 20 mm decae a pF 0 nuevamente el valor de la tensión de succión del suelo, el que con ligeras variantes comienza a ser mayor en forma paulatina durante el mes de mayo de 1963. En la primer quincena de este mes se ejecuta la segunda labranza del suelo y en su segun-

da quincena el primer rastreo con vistas a su preparación para la próxima siembra que cubrirá la segunda campaña de estas observaciones y ensayos tensiométricos sobre suelo sometido a un cultivo cerealero con suelo testigo sin cultivo alguno.

### C. CONCLUSIONES

Resulta a primera vista evidente la utilidad de los tensiómetros como auxiliares valiosos e indicadores de la marcha de la humedad de un suelo sometido a cultivo, cualquiera sea éste, a los efectos de dar la voz de alarma cuando la necesidad de agua por los vegetales se hace perentoria, máxime en sus fases críticas como son los ciclos vegetativos previos a la floración y preparatorios de la fructificación.

Esto queda demostrado, ya que si en nuestro ensayo a condiciones naturales de campo hubiéramos sometido el cultivo a riegos (por aspersión), cuando los valores de succión del suelo hubieran alcanzado los 300-600 mlbs (pF 2,7-2,8) durante el período crítico de la espigazón, el estado general del cultivo habría sido muy distinto y en especial el rendimiento de las líneas ensayadas. Se sobreentiende que los riegos deberían repetirse cada vez que los tensiómetros así lo indicaran y con una duración que determina el tiempo de caída a "0" del vacío interior del aparato.

Es de notar que los tensiómetros responden cronométricamente a los ingresos de agua en el suelo, y a las necesidades de agua por parte del suelo, a medida que la misma es utilizada por las plantas, evapotranspirada o infiltrada a las capas más profundas, conforme se aprecian las rápidas respuestas de ambos aparatos a las lluvias y al advenimiento de períodos de sequía, en el tensiograma. El período de estabilización de ambos aparatos a las condiciones de humedad del suelo donde se encuentran instalados se puede calcular en aproximadamente 8 horas, aunque a veces su estabilización es más rápida.

A través del estudio del tensiograma se puede determinar que la penetración del agua de las lluvias invernales y primaverales a 0,30 m de profundidad en suelos de nuestro medio, se encuentra asegurada durante ambas estaciones climáticas del año, aunque las lluvias no alcancen valores altos, ya que la conservación del agua aprovechable fácilmente por las plantas a esa profundidad, se en-

cuentra asegurada por la escasa evapotranspiración que determinan una humedad relativa del aire a alto porcentaje y una temperatura media baja.

No ocurre lo mismo en los meses de verano y principios del otoño, ya que para que la penetración del agua de lluvia se opere a esa profundidad, y alcance para satisfacer un aprovechamiento fácil por el vegetal, éstas deberían ser mucho más frecuentes y alcanzar valores promedios de 40-50 mm cada vez, a fin de contrarrestar la acelerada evapotranspiración que ocurre debido a las altas temperaturas del aire, baja humedad relativa y fuerte radiación solar. Las lluvias estivales que caen no alcanzan a suplir los requerimientos de las plantaciones, por lo que es necesario complementar éstas con riegos para asegurar resultados comerciales satisfactorios en las cosechas.

Se ha podido determinar también que el contenido de sales solubles del suelo ensayado no afecta la normal marcha de los tensiómetros, por lo menos en esta primera campaña.

Se ha notado también que las lecturas de los tensiómetros aumentan generalmente por la tarde, debido a las fluctuaciones de la humedad que ocurren desde las primeras horas de la mañana, debido a que la transpiración es mayor en horas vespertinas. Para obviar estos inconvenientes se deben tomar las lecturas siempre a la misma hora y preferentemente por la mañana.

Uno de los inconvenientes, si así se puede denominar, que presentan los tensiómetros en su instalación permanente a campo, es que cuando los valores de succión del suelo sobrepasan los 850 mlbs u 85 ctbs durante un período prolongado (verano) el agua es extraída del tensiómetro por el suelo seco, en su totalidad y es necesario su recarga muy frecuente.

La utilización de los tensiómetros en suelos netamente arcillosos no resulta muy satisfactoria ya que el rango de humedad que abarcan en estos suelos de textura fina es muy inferior al rango que abarcan en suelos de textura gruesa como son los arenosos.

Pese a ello, considerando que la composición granulométrica del suelo ensayado tiende a un predominio de partículas finas, estimamos que el rango abarcado por los tensiómetros en esta oportunidad, corresponde a la mitad aproximadamente, del total del agua disponible para un fácil aprovechamiento por las plantas.

## VI. CAMPAÑA 1963-64

### A. OBJETIVOS

Vistos los resultados alentadores obtenidos en el ensayo tensiométrico llevado a cabo en la anterior campaña (1962-63), en lo que respecta al correcto funcionamiento de los tensiómetros, seguimiento de los valores de "succión" del suelo a condiciones de campo en parcelas cultivadas y a suelo desnudo, la Cátedra de Edafología por intermedio de su profesor titular, decidió ejecutar un nuevo ensayo tensiométrico en idénticas condiciones de campo, pero variando la profundidad de instalación de ambos tensiómetros.

En efecto: en esta 2ª campaña se instalaron los dos tensiómetros a una profundidad menor (0,20 m) a fin de observar las diferencias que podrían existir en las variaciones de los valores de "succión" del suelo en una capa más superficial, comprobando la velocidad de penetración del agua de lluvia e influencia de los demás meteoros, vegetación, etc., en comparación con los datos obtenidos en la campaña anterior.

Considerando que los cultivos que se llevan a cabo por la Cátedra de Cerealicultura en la "jaula" en forma experimental, son anualmente iguales en lo que atañe a las especies cerealeras, las condiciones no variaban en ese sentido.

Las observaciones se condujeron en la misma forma que en la campaña anterior (Cap. IV-C - Recopilación de datos) y el método constructivo de los gráficos es el mismo que el indicado en el Cap. V.

### B. DETERMINACIONES EDAFOLÓGICAS

A fin de determinar la textura y composición granulométrica de la nueva capa de suelo ensayado, se ejecutó un nuevo análisis físico mecánico con muestras de suelo tomadas a 0,20 m de profundidad y en los lugares de instalación de los tensiómetros. Considerando que en esta oportunidad ambos tensiómetros se instalaron en zonas muy próximas (2 m de distancia entre sí), se efectuó un solo análisis físico-mecánico y demás determinaciones edafológicas, valederas todas para ambas instalaciones (cultivado y desnudo). Los resultados de las distintas determinaciones son las que siguen:

**Características del suelo (muestra natural):** Idénticas a las consignadas anteriormente para las capas de 0,30 m de profundidad de la Campaña 62-63.

**Análisis físico-mecánico por el método de la "pipeta" de Robinson**

Fracciones	$\varnothing$ en micrones	Contenido %
Arena gruesa	(2.000-200)	2
Arena fina	(200-20)	38,6
Suma de arenas	(2.000-20)	40,6
Limo	(20-2)	29,3
Arcilla .....	(menos de 2)	22,4
Suma de fracciones mecánicas		92,3
Wh + Mat. Org. + Ca (CO <sub>2</sub> ) N 0,2)	Sales solubles (HCl)	7,7
	Total.....	100,0 %

**Textura del suelo ensayado (según triángulo de textura):** *franco* con ligera tendencia al *franco-arcilloso*.

Se llevó a cabo una determinación del grado de porosidad de dicho ensayo estableciendo la relación Suelo-Agua-Aire, mediante la toma de muestras de suelo a 0,20 m de profundidad con cilindro metálico de bordes afilados, a fin de no disturbar la estructura de la capa, obteniendo la siguiente relación en porcentos:

Volumen % de suelo	50,1
Volumen % de agua	35,4
Volumen % de aire	14,4
Total.....	99,9

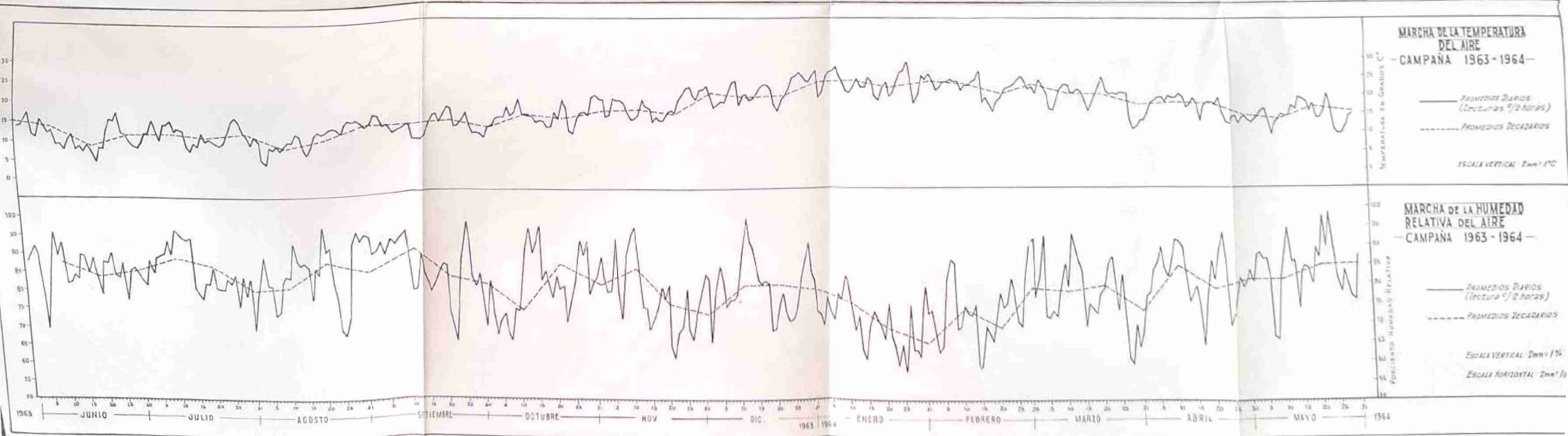
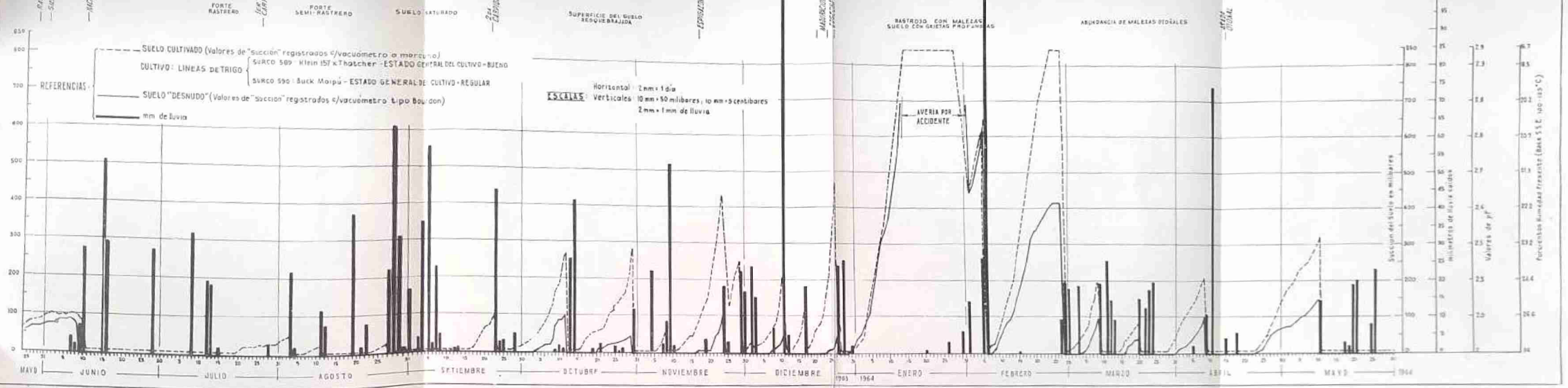
Lo que arroja un grado de porosidad del 50 % para el suelo ensayado, que se debe considerar bastante aceptable para la textura del suelo.

Este grado de porosidad asegura un buen movimiento del agua, asegurando una aereación bastante aceptable a las raicillas de las plantas a esa profundidad.

Por otra parte se determinaron algunas constantes hídricas importantes mediante la rutina de laboratorio, tales como:

Wh = (Humedad higroscópica) a estufa 100-105° C hasta peso constante	4 %
Whm = (Coeficiente de higroscopicidad) a 96 % de humedad relativa en campana de vacío .....	5,8 %
Wec = (Equivalente de humedad) a bomba de vacío	24,8 %

# TENSIÓGRAMA CAMPAÑA 1963-64 (Profundidad: 020 m)



### C. INTERPRETACIÓN DEL TENSIÓGRAMA 1963-64.

A primera vista, en el tensiograma de referencia, se destaca la extraordinaria frecuencia e intensidad de las lluvias ocurridas durante toda la campaña, y principalmente durante el ciclo agrícola que abarca desde el 31-V-1963 al 26-XII-1963. Esta frecuencia y cantidad de agua recibida por el suelo, determinó que durante todo el invierno y a partir de la siembra de la simiente, hasta la iniciación de la primavera el suelo se mantuviera constantemente húmedo, no registrando en consecuencia, durante ese período, los tensiómetros, valores de "succión" del suelo de alguna significación.

En efecto, mientras el tensiómetro instalado a "suelo desnudo" permanece constantemente en "0" desde el 10 de junio al 3 de octubre, el tensiómetro instalado entre las líneas de cultivo apenas si alcanza los 50 mlbs como máximo registro en ese lapso.

Resulta significativo tan bajo valor de "succión" si se considera que a fines de julio y principios de agosto, cuando las plantas del cultivo comienzan sus requerimientos hídricos importantes, para la formación de sus tejidos y desarrollo foliar, éstas logran satisfactoriamente sus necesidades de agua sin esfuerzo alguno. Vale decir, la dotación de agua en el suelo era más que suficiente para abastecer los requerimientos de las raicillas, satisfacer la evapotranspiración y mantenerse almacenada aún sin llegar el suelo a valores de succión relativamente altos. La lozanía del cultivo así lo atestigua, como también la de las malezas y hierbas desarrolladas paralelamente.

Entre fines de agosto y principios de septiembre, se apunta una saturación del suelo, ya que el agua se mantiene casi en superficie, como consecuencia de la superabundancia de lluvias.

Se ejecuta en el período invernal una labor entre líneas del cultivo, consistente en una carpida superficial para eliminación de malezas que amenazan ahogar el cultivo cerealero; esta labor no aporta modificación al cuadro tensiométrico.

Se llega a comienzos de la primavera, en que se ejecuta una segunda labor de carpida entre líneas y aquí, pese a mantenerse una frecuencia de lluvias superior a la normal de la estación, ambos tensiómetros comienzan a experimentar valores de "succión" del suelo de alguna significación, ante el aumento de las necesidades de agua de las plantas que preparan sus reservas para la inicia-

ción del período crítico de la espigazón. En términos generales, el cultivo se desarrolló en buenas condiciones.

Al observar los registros correspondientes al tensiómetro en suelo cultivado, vemos que desde mediados de septiembre hasta fines de diciembre, no alcanzan los valores de "succión" del suelo cifras superiores a los 50 mlbs, ya que en cada oportunidad en que llega a los 250-300-450 mlbs se suceden lluvias que a semejanza de riegos oportunos hacen descender los valores a "0". La similitud de la situación natural del cultivo con un programa de cultivo bajo riego artificial es extraordinaria. Pese a ello, se aprecia que las necesidades de agua por parte del cultivo son máximas, pues a uno o dos días de caídas lluvias de hasta 50 mm los valores de "succión" del suelo se elevan en forma rápida determinando ascensos empinados en la curva ascendente del tensiograma.

En la misma forma, pero siempre a valores de "succión" bastante más bajos, se desarrollan los registros del tensiómetro instalado a "suelo desnudo". No debemos olvidar que este aparato registra estados de sequedad del suelo, sólo por requerimientos de la infiltración y la evaporación del agua, acción esta última regulada por la temperatura, humedad relativa del aire atmosférico y la radiación solar.

A partir de la maduración del grano e inmediata cosecha (fines de diciembre de 1963), se opera un período de sequía que abarca todo el mes de enero de 1964 y primeros días de febrero de 1964.

Coincidentemente con el inicio de este periodo, ambos tensiómetros comienzan a registrar valores de succión del suelo rápidamente ascendentes y en forma pareja, hasta alcanzar el valor de 850 mlbs en el término de unos 15 días. Sumada a la escasez de lluvias se manifiesta un sostenido ascenso de la temperatura del aire y un descenso prolongado de la humedad relativa del aire atmosférico, propios de la estación estival. Los valores de succión del suelo se mantienen en el tope (pueden haber llegado a valores sumamente altos) constantemente hasta el final del enero de 1964, donde experimentan cierto descenso por lluvias de poca intensidad.

Durante este período ocurre un accidente con el tensiómetro a vacuómetro Bourdon, que determina una avería en su estructura, por lo que debe ser retirado para su reparación. Fue reinstalado al final de este período, luego de su reparación en nuestro laboratorio, acusando sus registros una neta correspondencia con el tensiómetro a columna de mercurio.

Se llega así al 5-6 de febrero de 1964, donde se suceden dos precipitaciones pluviales que totalizan los 143 mm y hacen descender bruscamente los registros a "0".

Al cabo de sólo dos días de acaecidas ambas lluvias, los registros tensiométricos comienzan a elevarse nuevamente, en forma más rápida para el tensiómetro a columna de mercurio que para el a reloj Bourdon (suelo desnudo) hasta estabilizarse uno en los 850 mlbs y el otro en los 40 ctbs.

Esto se explica ya que las malezas estivales que permanecían en el rastrojo han adquirido un vigoroso desarrollo y también a semejanza del cultivo ya cosechado, demandan agua rápidamente al suelo, mientras que en el suelo libre de vegetación, es amortiguada la evaporación superficial por el alto contenido de humedad relativa del aire atmosférico alcanzado en dicho lapso.

Coincidentemente con el final del mes de febrero 1964, acontece una serie de precipitaciones pluviales que humectan profundamente al suelo haciendo descender en consecuencia los registros tensiométricos, manteniéndolos entre los 100-200 mlbs hasta fines de abril, donde comienzan a ascender como consecuencia de transcurrir unos 15 días sin lluvias.

Al cabo de la primera década de mayo de 1964, y durante unos 20 días, se sucede otra serie de lluvias que mantienen el suelo húmedo a valores de pF 0, por lo que los tensiómetros no registran lecturas. Se llega así al término del año calendario y meteorológico iniciado el 24 de mayo de 1963.

#### D. CONCLUSIONES

En este nuevo ensayo tensiométrico a 0,20 m de profundidad, vemos que los períodos de sequía son bastante breves, si se los compara con los de la campaña 1962-63, como consecuencia de las condiciones meteorológicas desarrolladas a lo largo de la campaña. Asimismo se puede anotar que las condiciones de humedad del suelo fueron francamente óptimas para el desarrollo y fructificación de los cultivos cerealeros ya que durante el año agrícola no carecieron de agua y su obtención fue sumamente fácil por parte de las plantas, sin demandarles esfuerzo en ningún momento.

Se ha visto que la velocidad de penetración del agua de lluvia a la profundidad de 0,20 m es bastante rápida, pero no se ha po-

**Relación entre varias unidades usadas para expresión de la retención de agua**

(Dados dichos valores aproximados para 4 niveles de humedad del suelo)

*Extradó y traducido de: « Relations between water and soil » por T. J. Marshall en Technical Communication n° 50 del Commonwealth Bureau of Soils-Harpenden, Gran Bretaña (1959)*

Condiciones de humedad del suelo	Succión		Potencial capilar o energía libre	pF	Radios equivalentes al tamaño de los macro poros, los cuales pueden estar llenos de agua 10 <sup>-4</sup> cm o micrones	Instrumentos convenientes para medir la succión
	Longitud h en cm de la columna vertical de agua o milibares	Atmósferas o bares				
A succión de 1 cm (suelo saturado o casi a este punto)	1	0,001	-9,8 × 10 <sup>4</sup>	0	1,500	Tensiómetro (o succión o plato de presión)
A succión de 100 cm (correspondiendo no precisamente a CdeC (Wfc)	100	0,1	-9,8 × 10 <sup>4</sup>	2,0	15	Tensiómetro (o succión o plato de presión)
A succión de 15 atm. (correspondiendo al punto de march. permanente)	15.000	15	-1,5 × 10 <sup>7</sup>	4,2	0,1	Aparatos de membrana a presión
A presión de humedad relativa de 0,85 (suelo sensiblemente seco)	220.000	220	-2,2 × 10 <sup>8</sup>	5,4	0,007	Métodos de adsorción a vapor
Conversion de succión en cm (a 20°C como más conveniente)	h en cm o h/1022 mlb.	h/1035 atm. o h/1022 bar.	-900 h	log h	0,15/h	

dido establecer con certeza el mínimo de lluvia necesario para alcanzar un grado óptimo de humedad a esa profundidad, ya que las lluvias fueron excesivas y demasiado frecuentes durante el año agrícola.

Se pudo observar que a esa profundidad la evaporación es rápida, principalmente en verano. Las respuestas de los tensiómetros lo confirman. Se confirma asimismo las escasas condiciones de infiltración del agua, por la presencia de un horizonte arcilloso subyacente a 0,40 m, que determina la presencia de agua en superficie durante los períodos de grandes lluvias, para ambas campañas.

Se comprobó una influencia acentuada de la temperatura del aire y de su humedad relativa en esa capa sub-superficial de 0,20 m, por los registros del tensiómetro a vacuómetro Bourdon, durante el mes de febrero.

Debe considerarse exitoso este ensayo por el comportamiento de los aparatos en el seguimiento de los valores de succión del suelo. No así por las comprobaciones que se hubieran podido realizar en relación con: humedad del suelo, valores de succión, tiempo de agotamiento a sequedad del suelo por influencia del cultivo, etc., que no pudieron realizarse por las condiciones meteorológicas ocurridas.

**RESUMEN.** — Durante el transcurso de los años 1962-63 y 64 se ejecutó un ensayo tensiométrico en suelos sometidos a cultivos cerealeros en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de La Plata, abarcando dos etapas o campañas. Para la primera campaña se instalaron dos tensiómetros a 0,30 m de profundidad, y en la segunda, en forma más superficial (0,20 m). En ambas campañas, que cubren un año calendario, meteorológico y agrícola cada una, se instaló uno de los tensiómetros, el provisto con vacuómetro a columna de mercurio en el seno de un cultivo de líneas de multiplicación de trigos selectos en planes de fitotecnia genética, y el otro provisto con vacuómetro tipo Bourdon, en una parcela de 1 m<sup>2</sup> de superficie, que se mantuvo permanentemente libre de vegetación.

De esta manera y registrando en ambos casos los valores de "succión" del suelo, a lo largo de un año calendario, donde se encuentra comprendido el ciclo agrícola del cultivo, se obtuvieron dos tensiogramas.

En cada uno de dichos tensiogramas se consignaron los datos correspondientes a las precipitaciones pluviales que acaecieron en todo el ciclo meteorológico, a fin de comparar las respuestas de los tensiómetros con ese meteoro y la acción del cultivo sobre la humedad del suelo y la de las hierbas y malezas luego de levantado éste, en oposición al suelo desnudo, que ofició de "testigo".

Por separado, y también para ambas campañas, se llevaron en forma de diagrama las anotaciones correspondientes a la temperatura y humedad relativa del aire atmosférico, para establecer el grado de influencia de estos meteoros sobre los estados de humedad de ambos suelos.

Durante la primera campaña, que se caracterizó por una sequía prolongada, los tensiómetros sólo registran caídas en los valores de "succión" ante lluvias de bastante significación durante los meses de noviembre-diciembre de 1962 y enero-febrero 1963, época de extrema sequedad del suelo; durante los meses anteriores y posteriores de la sequía, las respuestas son más rápidas ante la presencia de lluvias de menor cuantía.

Fue un año agrícola muy malo, pues la sequía comenzó apenas iniciada la primavera y sus efectos fueron desastrosos para los cultivos cerealeros principalmente.

En la segunda campaña, que contrariamente a la anterior, se caracterizó por la abundancia de lluvias, los tensiómetros se mantienen en bajos valores de succión del suelo durante casi todo el ciclo, salvo en los meses de enero-febrero 1964, donde la sequía propia del verano abarca un corto período que señalan eficazmente los tensiómetros. Año agrícola óptimo por la humedad almacenada en el subsuelo durante todo el ciclo vegetativo. Se comprueba la eficacia de los tensiómetros como herramienta indispensable para conducir planes de riego en zonas de cultivos subáridos y la practicidad de su manejo e información, que suministran constantemente al agricultor en relación al estado de sequedad del suelo, señalando la oportunidad de los riegos y el momento de su finalización.

RÉSUMÉ. — Etudes d'humidité et température dans de profils des sols « plattenses ». Techniques tensiométriques (système Richards), par A. F. RIZZO <sup>1</sup>.

Pendant les années 1962-63-64 on réalisa dans le champ expérimental de la Faculté d'Agronomie de La Plata un essai tensiométrique dans des sols où l'on cultive des céréales; ces expériences comprenaient deux étapes.

Dans la première étape on installa deux tensièmes à 0,30 m de profondeur; dans l'autre à 0,20 m, c'est à dire plus superficiellement.

Dans les deux étapes, qui comprennent une année complète, météorologique et agricole, on plaça un des tensièmes pourvu d'un "vacuometer" à colonne de mercure, au milieu d'une culture de blés sélectionnés par plans de phytotechnique génétique, et l'autre appareil à horloge type Bourdon dans une parcelle de 1 m<sup>2</sup> de terre libre toute végétation.

De cette façon en enregistrant au cours de l'année les valeurs de succión du sol dans les deux appareils on a obtenu deux tensiogrammes.

Dans chacun d'eux on observa les chiffres correspondantes aux précipitations pluviales pendant tout le cycle météorologique pour comparer ces chiffres des tensiogrammes dues à la pluie, à l'action de la culture du blé et des herbes sur l'humidité du sol par opposition au sol nu, pris comme témoin.

A part et pour les deux expériences ou étapes, on a pris sous forme de dia-

<sup>1</sup> Atención de la profesora Juana B. Grattoni de Molino.

gramme les notes correspondantes à la température et à l'humidité relative de l'air atmosphérique pour établir le degré d'influence de ces états météorologiques sur l'humidité de ces sols.

Pendant la première étape caractérisée par une sécheresse prolongée, les tensiomètres enregistrent seulement des chutes dans les valeurs de succion, avec des pluies considérables pendant les mois de novembre, décembre 1962, janvier et février 1963, époque d'une extrême sécheresse; pendant les mois antérieurs et postérieurs à la sécheresse commença avec le printemps et ses effets furent désastreux pour les cultures de céréales principalement.

Dans la deuxième étape, par opposition caractérisée par l'abondance des pluies, les tensiomètres marquent des valeurs peu considérables de succion du sol pendant presque tout le cycle, sauf aux mois de janvier et février 1964 où la sécheresse propre de l'été comprend une période très courte indiquée très efficacement par les tensiomètres.

Très bonne année agricole par l'humidité accumulé dans le sous-sol pendant tout le cycle. Comme conclusion, on peut dire que les tensiomètres sont des instruments non seulement utiles, mais indispensables pour établir des plans d'irrigation des zones de culture sous-arides, par la facilité de son emploi et par l'information qu'ils fournissent constamment aux agriculteurs sur la sécheresse du sol, en leur indiquant le moment précis de commencer et de finir l'arrosage des terrains.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALACCIA, H. A., 1956. *Experiencias con un tensiómetro "Lark" en la determinación de humedad del suelo.* — Rev. de la Asociación de Ingenieros Agrónomos. Año XXV, n° 98 52-59, Montevideo, Uruguay.
- CABRERA, A. L., 1948. *Las comunidades vegetales de los alrededores de La Plata.* — Ap. de Lilloa, T. XX 269-376. Actas del 2° Congreso Sudamericano de Botánica, Tucumán, Argentina.
- DE FINA, A. L., 1945. *Los elementos climáticos y los cultivos.* — Enciclopedia Agropecuaria Argentina (28), 258 pp. Ed. Sudamericana, Bs. Aires, Argentina.
- KENWORTHY, A. L., 1944. *Cup conductance, field and laboratory calibration of tensiometers employing inexpensive porous cups.* — Rev. Soil Science, Vol. 59, n° 5 397-404. Ed. Bear y Kitchen, Baltimore, U.S.A.
- MARSHALL, T. J., 1959. *Relations between water and soil.* — Technical communication n° 50. Ed. Commonwealth Bureau of Soils Harpenden, 1 vol., 91 pp., Londren, Gran Bretaña.
- RICHARDS, L. A., 1941. *Soil moisture tensiometer materials and construcción.* — Rev. Soil Science, Vol. 53, n° 4 241-248. Ed. Bear y Kitchen, Baltimore, U.S.A.
- 1949. *Methods of measuring soil moisture tension.* — Rev. Soil Science, Vol. 68, n° 1 : 95-112. Ed. Bear y Kitchen, Baltimore, U.S.A.

- SKALING, P. E., 1961. *Instruments for the extraction and measurement of soil moisture*. — Cat. n° 60, 38 pp. Ed. Soilmoisture Equipment Co., California, U.S.A.
- STOLZY, L. H., MARSH, A. W., PUFFER, R. E. y BAIER, D. C., 1960. *Placement of tensiometers as guides to irrigation practices*. — Rev. California Agriculture, Vol. 14, n° 3 : 11. Ed. Universidad de California, U.S.A.
- TSCHAPEK, M. W., 1959. *El agua en el suelo*. — 1 vol. il., 402 pp. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.
- VEIHMEYER, F. J. y HENDRICKSON, A. H., 1949. *Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils*. — Rev. Soil Science, Vol. 68, n° 1 75-94. Ed. Bear y Kitchen, Baltimore, U.S.A.

Cátedra de Edafología, julio de 1964.

# CRONICA

---

## PANORAMA DE LA INVESTIGACION EDAFOLOGICA Y AGROBIOLOGICA EN ESPAÑA <sup>1</sup>

### I. INTRODUCCIÓN.

En el año 1963 el Director de Ciencias Naturales de la UNESCO, presentó un programa completo en el que se señalaban aquellas materias que, en las distintas regiones del mundo deben ser promovidas, especialmente mediante la creación de centros, la constitución de comisiones científicas, el fomento de la investigación en las universidades; y la organización de cursos monográficos de postgraduados, como el Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal, dedicado a becarios hispanoamericanos, donde asistí, en las Universidades de Sevilla y Granada, gracias a la decisiva cooperación de la UNESCO y del Instituto de Cultura Hispánica, durante los meses de octubre de 1963 a mayo de 1964.

Resulta difícil poder hilvanar las informaciones recogidas durante este tiempo y muchos datos seguramente escaparán a este informe, con el cual sólo se pretende poner en evidencia la magnitud de la obra que se realiza, tanto en el campo de la Investigación Científica en General, como en el campo Edafológico y Agrobiológico.

### II. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN GENERAL.

En los últimos decenios se ha producido en España un desarrollo científico considerable. Tras la pobreza de la contribución española al progreso de la Investigación Científica en la pasada centuria, se inicia un movimiento promisorio, un anhelo de recupe-

<sup>1</sup> Informe de beca, comunicado y discutido en el Aula Botto de la Cátedra de Edafología, el 29 de junio de 1964, con motivo de la celebración del « Día de la Conservación del Suelo ».

ración que ha ido cristalizando poco a poco. En 1939 se crea el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Una de las normas del Consejo fue la de conservar lo que cada uno había sabido constituir, otra, la de no disociar de la Universidad los centros investigadores. Hoy existen Institutos del Consejo en todas las universidades españolas. La situación geográfica ya no es un obstáculo. En un afán de amplitud integradora, la investigación ha llegado a todas las regiones de España, abriendo perspectivas insospechadas.

La amplitud de los Institutos del Consejo, en las personas y en la geografía, ha permitido la amplitud en el objeto de las investigaciones. Es cierto que sin personas preparadas no se puede establecer una investigación solvente, pero cuando hay ciencias carentes de ese personal hay que estimular su formación. La investigación no se puede abandonar a un desarrollo de "vegetación espontánea", sino que ha de promover la implantación de nuevos "cultivos" necesarios.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas creó la profesión de investigador y colaboradores científicos en 1949. Los años transcurridos muestran lo acertado de esta medida. Las cátedras universitarias han enraizado cada vez más en la tarea investigadora, pero no bastan para las necesidades y problemas que el país ofrece y mucho menos, para asegurar la dedicación investigadora de la juventud.

El Consejo cuenta hoy con un total de más de 3.500 personas; de ellas, unas 2.500 constituyen el personal científico; 140 son investigadores y 346 colaboradores científicos, en ese régimen administrativo de una investigación profesionalizada. Algunos de ellos, con reconocido prestigio internacional, han superado las favorables demandas que hoy tiene en el mundo la emigración científica.

Echando una ojeada al presente panorama de la investigación en España, veremos que la producción científica ofrece realizaciones muy fundamentales.

En el campo de la historia, la investigación ha tenido como anchos pilares los cuatro grandes archivos nacionales: Simancas (reyes católicos), Corona de Aragón, Archivo de Indias y Archivo Histórico Nacional. Estos archivos son la expresión de la larga y fecunda historia de España, arraigada en Europa, Norte de

Africa y más tarde en el Continente Americano y en el mundo del Pacífico.

España, con su prolongada historia, ofrece dilatado campo para las investigaciones de la prehistoria. El denso tesoro del arte español que tiene no sólo monumentos destacados, sino una difusión que alcanza apartados rincones del país, es campo de una importante investigación histórica. Y es, además, la historia del arte la que ha trazado magníficos lazos de comunidad hispano-americana.

Las investigaciones filológicas responden a la riqueza que ofrece España, abierta al entrecruzamiento de culturas filológicas clásicas, griega y latina; la semítica, árabe y hebrea; y la filológica hispánica. Un patronato, con el nombre de Menéndez Pelayo, agrupa todas las investigaciones de carácter histórico y filológico. Otro, con el nombre de Raimundo Lulio, agrupa las investigaciones teológicas, filosóficas y jurídicas.

Las ciencias geográficas y económicas exigen técnicos procedentes de las ciencias humanas y de las de la naturaleza, y unas y otras, con la bibliografía que es común a todas, están agrupadas en el Patronato Saavedra Fajardo. Estas ciencias geográficas y económicas, presentan no sólo un crecimiento extensivo, sino un enriquecimiento creciente en cuanto a la diversidad de material informativo y de elaboración técnica de sus datos, ligados a su estructura doctrinal. Existen institutos de todas estas materias y estos institutos tienen sus publicaciones periódicas y revistas. La vida de los institutos, como el reflejo más fiel de su labor, la forman todas estas publicaciones.

Las ciencias de la naturaleza tienen en España objetivos de un interés singular. España ofrece, en una extensión relativamente pequeña, una cantidad de contrastes que, aunque se dan con los países mediterráneos, se acentúan en este caso por el mayor número de influencias de todo género. La longitud de sus costas, su elevada altitud media, su posición entre el Mediterráneo y el Atlántico, hacen como tantas veces se ha dicho, que España sea un continente en miniatura. Como país que no fue cubierto por los enormes depósitos de loess interglaciares tan extensos en Europa, muestra una geología variadísima, de extraordinario interés desde el punto de vista litológico, tectónico y estratigráfico. Su

clima va, en unos pocos kilómetros, desde el carácter subtropical del cultivo de la caña de azúcar, hasta las nieves perpetuas del Mulhasen y Veleta, y tiene regiones con pluviosidad superior a los 2.000 mm, muy próximas a otras consideradas como cabeza de puente en Europa, del desierto africano.

Un material litológico tan diverso, con relieve y orientaciones tan variadas, sometido a factores climáticos tan distintos, se refleja en la riqueza de variaciones de suelos, de vegetación, de fauna. Desde muchos países europeos de condiciones naturales bastante homogéneas se va a España para conocer toda la proyección que las distintas combinaciones de los factores de formación han dejado en estas tierras y, por tanto, en la vida vegetal y animal.

La diversidad de condiciones ecológicas se refleja, asimismo, en una fauna de estrecha variedad y riqueza. La composición faunística reúne elementos que se pueden clasificar en tres grandes grupos. Los formados por especies del distrito centro-europeo, localizado principalmente en el norte; los de tipo mediterráneo y los comunes con el norte de Africa. España es pues, un campo propicio para el cultivo de las ciencias de la naturaleza. El Patronato Alonso de Herrera dedicado a las ciencias agrícolas y de Biología Vegetal y Animal, agrupa a los siguientes institutos:

Instituto Antonio de Cavanilles de Botánica, integrado por el jardín Botánico de Madrid.

Instituto José de Acosta de Ciencias Naturales.

Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal de Madrid.

Instituto Jaime Ferrán de Microbiología.

Instituto de Biología aplicada de Barcelona.

Misión Biológica de Galicia.

Estación Experimental de Aula Dei de Zaragoza.

Instituto de aclimatación de Almería.

Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Geológicas.

Instituto de Investigaciones Veterinarias.

Departamento de patología animal.

Departamento de Zootecnia de Córdoba.

Estación Experimental del Zaidín de Granada.

Centro de Edafología y Biología aplicada del Cuarto, Sevilla.

Laboratorio de investigaciones Cerealísticas de Barcelona.

Instituto de jardinería y arte paisajista.

Sección de genética experimental agrícola de Barcelona.

Doce revistas concretan la labor de estos institutos, y una amplia actividad cartográfica plasma esa diversidad y riqueza en las distintas ciencias de la naturaleza.

Pero, aparte del estudio de los seres naturales, de sus asociaciones, que van constituyendo esa ciencia de moderno desarrollo, ciencia de integración, que es la ecología, las ciencias de la naturaleza han de abarcar no sólo morfología, sino fisiología. Un centro de investigaciones biológicas reúne investigaciones comunes a todos los seres vivos: histología, enzimología, genética, metabolismo, virus, microbios; en este centro convergen Institutos del Patronato Alonso de Herrera y Santiago Ramón y Cajal.

El Patronato Alfonso el Sabio, con la matemática, la astronomía y algunos institutos y departamentos de física y química, cuenta con once publicaciones periódicas. El desarrollo de la física y la química de nuestros tiempos no sólo se encuentra en este Patronato, sino también en el Patronato Juan de la Cierva, donde además de esa investigación básica física y química, difícilmente separables, hay institutos técnicos como son los de instrumental científico, de la construcción y del cemento, del combustible, de la grasa y sus derivados, de la metalurgia y sus diversas ramas, de la investigación pesquera, del frío, electrónica, plásticos, fermentaciones industriales, etc. Sus trabajos se publican en 25 revistas; además, posee un Centro de Investigación y documentación científica, al que llegan 1.327 revistas extranjeras que sirven para el servicio de consultas bibliográficas.

Existen también, instituciones de investigación distintas al Consejo, anteriores o posteriores al mismo en su formación. Las investigaciones nucleares cuentan con la junta de energía nuclear, de actividad intensa, tienen un centro en Madrid y, además, patrocinan investigaciones de este carácter en algunas universidades, así como el Instituto Geológico y Minero, de dilatada y relevante tradición. El Ministerio de Agricultura cuenta con los institutos de investigaciones agronómicas, de investigaciones forestales y de biología animal, y existen también el de Oceanografía, el de Sanidad, el Centro de estudios Hidrográficos,

inaugurado hace pocos meses, que liga sus actividades a las investigaciones hidrológicas situadas en distintos ministerios y empresas privadas, coordinando todo en el Instituto de Hidrología del Consejo de Investigaciones.

Si el Consejo Superior de Investigaciones Científicas con sus centros propios, coordinados y sus ayudas a la investigación, viene a ser un órgano representativo de la investigación española, desde el básico punto de vista del desarrollo científico, hacía falta un órgano que representase a la investigación situada en distintos departamentos ministeriales, desde el punto de vista de su proyección en la política científica, en la aplicación al desarrollo económico del país. Este órgano es la Comisión Asesora Científica y Técnica, en la que están representados todos los institutos investigadores, cuyos trabajos, de ciencia básica y aplicada, tienen trascendencia en la economía industrial y agrícola, en la sanidad, en la defensa nacional, y en todas las actividades que integran a la política científica <sup>1</sup>.

### III. LA EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA; REALIZACIONES MÁS DESTACADAS.

El Patronato Alonso de Herrera, dedicado a las ciencias agrícolas, agrupa a todos los estudios e investigaciones edafológicas. Visto el tiempo transcurrido desde la formación de este Patronato, se puede apreciar la labor fecunda en el "campo edafológico", y esto se debe a la importancia, a la dedicación y al apoyo que esta rama ha tenido. Todo esto se puede valorar por la forma en que sus laboratorios están montados, por el numeroso personal científico formado en el extranjero, principalmente en Alemania, Francia e Inglaterra, y por los numerosos trabajos realizados. Así se puede apreciar el adelanto en el complejo tema del estudio de las *arcillas*. Dado el pequeño tamaño de la partícula se precisan para su determinación métodos especiales, reconociéndose en general que ninguno de estos métodos aislados puede dar una imagen completa de la mineralogía de cualquier arcilla. Para su

<sup>1</sup> Sirvió de inspiración a nuestro Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Presidencia de la Nación) y a la Comisión Científica de la Provincia de Buenos Aires (Gobernación de la misma). — R. H. M.

determinación se emplean métodos ópticos, como el microscopio petrográfico, la microscopía electrónica, análisis químico, difracción de rayos X, espectros de absorción infrarroja, métodos térmicos, como el análisis térmico diferencial y curvas de deshidratación.

De todos estos métodos los que tienen más uso son, por difracción de rayos X y los métodos térmicos. La difracción de rayos X en pocas palabras consiste en registrar el conjunto de haces emitidos por los átomos de una estructura, emisión que se produce al ser excitados por una haz monocromático de rayos X y que interfieren entre sí. En resumen, radica en que como cada sustancia cristalina tiene su propia estructura da un típico diagrama de difracción.

Los métodos térmicos: Un mineral de la arcilla sufre al calentarse las siguientes modificaciones: *a)* deshidratación de agua líquida, la retenida por las superficies, la combinada a los cationes de cambio, etc.; *b)* deshidroxilación con pérdida de su estructura en general; *c)* desorganización previa a una recristalización; *d)* recristalización.

Muchos de estos efectos van acompañados de una pérdida de peso y todos manifiestan un desprendimiento o absorción de calor. Dos métodos son fundamentales para su registro: *a)* Termogravimétricos; *b)* Termodiferenciales.

En el campo de la química, el *fósforo* ocupa un lugar preminente. Su compleja dinámica, su fijación en condiciones muy variadas, la dificultad de establecer una correlación clara entre las distintas formas que pueden hallarse y su capacidad para nutrir a las plantas, han sido y son la causa originadora de numerosos estudios, principalmente el método que emplea trazadores radiactivos con P<sub>32</sub>.

*La micromorfología* de suelos constituye una especialidad relativamente de reciente creación, con poco desarrollo en el mundo y nulo en la Argentina. Es de gran interés para la interpretación del estado y condiciones estructurales de los suelos, permitiendo en muchas ocasiones y en forma rápida resolver problemas de fertilidad. Las características estructurales de un suelo guardan unas estrechas relaciones con sus condiciones de formación y vida actual, pudiendo establecerse a partir de su conocimiento las bases

fundamentales de la dinámica del mismo, de gran valor, tanto para su conservación como para su enmienda. Esta metodología es especialmente adecuada para el estudio de la materia orgánica, pues permite estimar su grado de transformación, de agregación, influencia de la vida animal en el desarrollo de la misma y en sus relaciones con la parte mineral del suelo.

Para estudios más profundos y detallados se está empleando la *micromorfometría*, que permite no solo el análisis de la estructura global del suelo, mediante la determinación de valores medios, sino que además permite poner de manifiesto la heterogeneidad de las estructuras edáficas, cuando el método se aplica al estudio de zonas parciales. Por otra parte los fotogramas estructurales que se utilizan en estos tipos de investigaciones, permiten analizar cualitativa y cuantitativamente, la morfología de los poros y agregados del suelo, en definitiva su estructura. Las múltiples posibilidades de semejante valoración cuantitativa han sido demostradas ya. Se señaló, entonces, que este método de valoraciones proporciona nuevas posibilidades para el estudio de las estructuras edáficas, puesto que las determinaciones cuantitativas permiten analizar objetivamente el tamaño, forma y distribución de los poros y agregados del suelo, con lo cual se tiene una base muy firme para la diferenciación micromorfológica de los diferentes tipos de suelos.

Una de las especialidades que está tomando mucho empuje, a la que numerosos investigadores están abocados a su estudio, es el "*Análisis Foliar*" basado en el contralor químico de la evolución en el interior de la planta de las sustancias que toman del suelo en un lugar determinado. El método tiene en cuenta la reacción biológica propia de cada individuo o grupo de individuos, y en todas las situaciones en que las plantas se encuentran. Se inicia este control con el principio de que una misma alimentación puede ser administrada a diferentes especies y variedades bajo diferente clima, pero solamente el examen directo de cada grupo situado en condiciones determinadas permite tener en cuenta su comportamiento particular y puede dar lugar a conclusiones válidas sobre las modificaciones que se han de aportar a su alimentación.

Los métodos químicos tradicionales para suelos y plantas tienen una limitación definida. Las pruebas de campo con la adición de

fertilizantes al suelo pueden llegar a conclusiones erróneas, debido alguna vez, a no responder a las aplicaciones de elementos deficientes, ocasionado esto por condiciones que no les permiten ser utilizables, o debido otras a la necesidad de tratamientos distintos de los que las deficiencias indican. Los métodos visuales, de inyección y rociado también están en pleno auge, pero pueden ser enmascarados por enfermedades, apareciendo la deficiencia posteriormente. Por ello, los investigadores están de acuerdo para satisfacer el máximo crecimiento de las plantas y descubrir los mejores medios de obtener los factores que gobiernan estas deficiencias, en tender a buscar la reunión de diferentes condiciones controladas para diagnosticar por los hechos del suelo y de la planta los dos o más métodos escogidos para resolver los problemas de deficiencias minerales en las circunstancias y tipos de suelos en que se presenten.

Un medio de investigación de las características de los suelos agrícolas, es el análisis foliar. Tiene su origen en que cada factor nutriente debe estar presente en cierta concentración mínima en las partes verdes de la planta, o de lo contrario su desarrollo deberá deprimirse seriamente, y su idea fundamental se basa en que la cantidad de sales nutrientes absorbidas por aquéllas, refleja la cantidad utilizable de estas sales en el suelo.

El método de diagnóstico foliar, trata de apreciar si la alimentación es normal, y si lo es, en qué cantidad y calidad o las dos cosas a la vez. Con él se puede situar de un modo preciso el óptimo químico alimenticio correspondiente a la producción. Los problemas de fertilizantes, su eficiencia probable, su modo de incorporación, su naturaleza, su proporción en la fertilización, pueden estudiarse por el análisis de la hoja. Por la observación de un vegetal por este método se puede juzgar la nutrición de un cultivo o puede intentarse una intervención cualesquiera susceptible de modificar el ritmo, el equilibrio o la intensidad del crecimiento de la planta, valiéndose de los estados lógicos de diagnóstico que se señala, reconocimiento de una alimentación en calidad y en cantidad y someter la planta carente a un régimen para que su nutrición llegue a ser normal.

Si nos preguntamos para qué abonamos, abonamos para corregir una deficiencia y obtener un aumento de cosecha. Es decir,

pretendemos disminuir la diferencia entre el nivel nutritivo potencial y el actual del suelo. Los pasos lógicos serían, primero, conocer cuál es la deficiencia y luego curarla, o en otras palabras, diagnóstico eficaz de la deficiencia y corrección de la deficiencia, recurriendo a todos los métodos disponibles, con lo que se conseguirán óptimas cosechas. Pero esta segunda etapa ya es un problema técnico. Para resolverlo se requiere la información previa de qué deficiencia y en qué grado se trata, pero si ahondamos un poco más veremos que esto no basta, pues para completar el cuadro convendrá conocer las causas y el mecanismo de las deficiencias. Por ejemplo, conocer si son o no independientes las fluctuaciones de los nutrientes, la variación en la composición del suelo con determinadas prácticas de cultivo, etc. La agricultura científica será la que consiga diagnosticar con eficacia al igual que la medicina. Conociendo las causas y el mecanismo, será más fácil corregir. El análisis foliar no sólo nos sirve como diagnóstico, sino para conocer el mecanismo y las causas de la deficiencia, y el contralor posterior de las mismas. La cosecha depende de procesos fisiológicos de desarrollo, es decir, directamente del estado nutritivo, y éste a su vez, de factores ambientales y genotípicos.

El estado nutritivo es un nombre que no se materializa, es necesario concretarlo en un "índice nutritivo", si esto se cumple podremos establecer una correlación entre índice nutritivo y cosecha. Para determinar el índice nutritivo, un punto de partida sería el índice analítico de ciertas zonas de la planta, que se obtendría a partir del análisis químico de la misma. El problema estriba en determinar cuál es la región de la planta a analizar y cuál es el momento de la toma de la muestra; es un problema de estandarización. Este índice tiene dos componentes, uno de tipo cuantitativo, cantidad de cada elemento, y otro de tipo cualitativo, proporciones relativas. Es menester tener en cuenta los dos componentes para conseguir una descripción total del estado nutritivo.

Tanto en la Estación Experimental del Zaidín, de Granada, como en el Laboratorio de Bioquímica Vegetal de Montpellier, Francia, desde hace varios años se encara el estudio del diagnóstico foliar en el olivo. Si bien el olivo no ha sido aún una preocupación desde el punto de vista de su fertilización, es lógico pensar que por su longevidad y producción tendrá que ser ayudado enri-

queciendo el suelo con elementos nutritivos y para ello se está estudiando este problema a través del diagnóstico foliar. Por un período de varios años, cada cierto tiempo se estudian los tenores de los elementos nutritivos principales para llegar a establecer el período vegetativo más favorable para el diagnóstico, y se ha podido establecer que los meses de marzo y abril son los más adecuados. Por los resultados obtenidos, ya se ha llegado a los valores óptimos, tanto globales como de equilibrio fisiológico, que son los que debemos tratar de obtener con las abonaduras. Los franceses obtienen una zona de óptimo mediante el estudio de las cosecha y datos analíticos de las hojas de las mejores fincas de la región. Si al estudiar una finca da una producción baja, la solución es llegar a las zonas óptimas en el mínimo de tiempo posible y luego mantenerlo allí.

Este sistema tiene sus inconvenientes. El óptimo señalado es práctico y no teórico, nadie puede asegurar que las cosechas correspondientes al óptimo sean las máximas de la región y no puedan ser superadas. Este sistema descansa sobre un criterio subjetivo y no objetivo. Es una manera práctica de trabajar y no un procedimiento científico. Para obtener las zonas de óptimo teórico, convendría trabajar de la siguiente forma; representando en un diagrama triangular todos los puntos de igual valor de la relación N/P óptima, se obtiene una recta; exactamente se haría para las relaciones N/K y P/K óptimos. Teóricamente, se deben cortar las tres líneas representadas en un lugar, que será el punto o la zona objetiva científica y real. Si se pretende trabajar simultáneamente con los cinco elementos N, P, K, Ca y Mg, la cosa se complica; una forma de solucionarla sería calcular las proporciones binarias, que son diez y, después con éstas, calcular las proporciones múltiples.

El proyecto de abonado no puede descansar sobre una sola cifra, sino que deberán tenerse en cuenta diversos factores que van a influir también, tales como el estado del cultivo, o tamaño del árbol, tipo de suelo, plagas y además factores ambientales. Es decir se deberá proyectar lo que va a pedir el árbol. Todo método científico debe preveer; este método es capaz de prever la cosecha futura. Siempre que haya una buena cosecha, habrá una buena proporción, pero no siempre que haya una buena proporción

habrá una buena cosecha, en esto reside precisamente la influencia de los factores externos que mencionábamos antes.

Si bien el ideal es llevar el cultivo al valor óptimo de la cosecha 100 %, que corresponde al valor óptimo de la proporción de elementos en hoja, se puede dar por satisfecho si se consigue llegar al 90 % del óptimo, ya que el intervalo que corresponde a este 90 % constituye un óptimo práctico. Lo que se pretende es meter el cultivo en esas zonas de óptimo, correspondientes a un 90 % de cosecha potencial, y se podrá estar plenamente satisfecho si se logra esto. Para darnos cuenta de la importancia económica que esto tiene, diré que en Andalucía, de cada tres hectáreas, hay dos de olivo, cuya cosecha actual anda entre el 20 y 30 % de la potencial. No sólo el cultivo del olivo está dando mayores rendimientos a consecuencias de estos estudios; se podría decir lo mismo del trigo, maíz, papas, remolacha, citros, etc.

#### IV. CONCLUSIONES.

Todo lo expuesto aquí y muchas cosas más he visto y he recogido en España para mis conocimientos y para la Cátedra, a la que pertenezco. Las aplicaciones de estos conocimientos adquiridos a las tareas de la Cátedra podrían ser muchas, pero las de positivo valor y las más necesarias serían: a) La micromorfología y micromorfometría, que es lo más original y lo más necesario para estudios estructurales y de fertilidad; b) Estudios Agrobiológicos a través del análisis foliar para el conocimiento de la fertilidad de los suelos y la necesidad nutritiva de los cultivos; c) Las investigaciones sobre el complejo problema del P; d) Análisis de las arcillas de los suelos argentinos, con criterio agrícola.

Con respecto a Química Analítica podría mencionar: La aplicación de Complejonas a la valorización de elementos químicos del suelo; la determinación de elementos menores por el método del espectrógrafo; determinación de la necesidad en cal por el pH de cambio con el p-nitrofenol, etc.

Para terminar, quiero exteriorizar mi agradecimiento a la Cátedra de Edafología y a la Facultad, que posibilitaron mi concurrencia al curso de referencia, como así también a la UNESCO y al gobierno de España que lo financiaron, unido a todo esto mi

recuerdo agradecido por las atenciones recibidas de autoridades, profesores y pueblo españoles. — *Anival L. Andrade*<sup>1</sup>.

#### AEROFOTOEDAFOLOGÍA \*

En el Aula Botto de la Cátedra de Edafología, se realizó el 28-IX-1964 una nueva reunión de comunicaciones y seminario, en la cual disertaron los ayudantes diplomados ad honorem, ingenieros agrónomos Rachid Juan Issa y Virgilio Benites Chunga, técnicos de la Dirección de Geodesia provincial.

Desarrollaron el tema del título, ajustados al siguiente sumario: Generalidades de aerofotogrametría y aerofotointerpretación; aplicaciones a fines pacíficos, en especial agrícolas; criterios y elementos de juicio para el análisis de la cartografía aérea; metodología en campaña y en gabinete; limitaciones de la técnica en su aplicación edafológica. Ilustraron la exposición con mosaicos y pares estereoscópicos procedentes de la repartición mencionada, utilizados en trabajos sobre suelos, y con bibliografía fundamental. Los asistentes participaron de las demostraciones. Es propósito de la cátedra, ensayar la técnica en una evaluación de los bajos alcalinos de la provincia de Buenos Aires, complementada por el reconocimiento sobre el terreno y la aplicación de prácticas de habilitación de dichas tierras para la ganadería extensiva. La importancia de este móvil en la recuperación del mercado carnicero argentino, es innegable. El tema, presentado en forma orientada a un fin eminentemente práctico y agrícola, y a cargo de ingenieros agrónomos educados en el país, es una novedad para nuestro medio, siendo ésta la causa que creemos justifica esta noticia, que tiende a pedir sugerencias y a recibir colaboración. — *R. H. Molfino*.

<sup>1</sup> Ing. Agrón. Ayudante diplomado, Cátedra de Edafología.

\* *Aerofotoedafología*: Neologismo que proponemos para denominar la rama de la ciencia del suelo y de la fotointerpretación, que se ocupa de las implicancias edáficas y agrotécnicas de la cartografía aérea, a fines expeditivos. No participa de la aerofotogrametría, propia de agrimensores, pero se basa en ella. Es propia de agrónomos y naturalistas. — *R. H. M.*

**PRIMER TÍTULO SUPERIOR OTORGADO POR LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA PAMPA**

La Facultad de Agronomía de La Pampa otorga el primer título a la señorita Hilda Esther Torroba, quien completó sus estudios el 20 de noviembre de 1964.

La Universidad de La Pampa, de la que forma parte esta Facultad, es una institución provincial, fundada en 1958. A los efectos de la expedición de títulos superiores funciona, mediante convenio, con carácter de incorporada a la Universidad Nacional de La Plata.

La señorita Torroba es la primera persona que egresa de dicha Facultad de Agronomía; pertenece por vía paterna a una antigua familia pampeana. Realizó la totalidad de sus estudios superiores en La Pampa destacándose con altas calificaciones. Fue ayudante alumna por concurso en la Cátedra de Edafología durante los años 1963 y 1964. Recibe su título de Ingeniera Agrónoma otorgado en forma conjunta por las Facultades de Agronomía de ambas Universidades.

La señorita Torroba tiene el propósito de desarrollar sus actividades profesionales en el ambiente agrícola de La Pampa.

**DE LA ESCUELA SUPERIOR DE BOSQUES,  
DEPENDIENTE DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA PLATA,  
EGRESAN LOS PRIMEROS INGENIEROS FORESTALES**

Un hecho auspicioso, que comentamos en estas líneas, es la graduación de los primeros ingenieros forestales egresados de universidad argentina.

El 26 de octubre de 1963, en un magnífico acto académico, que tuvo efecto en la Escuela Superior de Bosques, en el Parque Peyra Iraola, y que contó con la presencia de altas autoridades universitarias, representantes del Gobierno Nacional, del Gobierno Provincial, de la industria, del comercio maderero, de asistentes a la IV Reunión Forestal, organizada por la Asociación Forestal Argentina, familiares de los egresados y un calificado núcleo de invitados especiales, el señor Presidente de la Universidad hizo entrega de los diplomas correspondientes, a los flamantes ingenieros forestales Pablo E. Cassani, Raúl A. González, Jaime J. He-

rrera Canales, Fernando M. Gómez Smith y Raúl A. Espil<sup>1</sup>, promovidos luego de haber cursado los dos años que comprende el plan de estudios de la escuela,

La Escuela Superior de Bosques fue creada en octubre de 1960, como resultado de gestiones realizadas por un grupo de ingenieros agrónomos, que dedica su actividad profesional y docente a cuestiones forestales y que, compenetrados de la necesidad de contar en el país con especialistas en esta disciplina, expusieron su inquietud a las autoridades de la Facultad de Agronomía, las cuales entusiastamente la presentaron a la más alta jerarquía universitaria, lográndose por fin que el Honorable Consejo Superior de la Universidad prestara su acuerdo. Así nació la Escuela Superior de Bosques, como dependencia de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata.

No terminó aquí la gestión de los mencionados propulsores, los cuales lograron interesar a las autoridades del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, obteniéndose la firma de un convenio, por el cual se cede en uso, para el funcionamiento de la Escuela, el inmueble denominado "Santa Rosa" y sus tierras adyacentes, del Parque Pereyra Iraola.

En su empeño de llevar esta enseñanza al más alto nivel posible y ante la evidente falta de especialistas en algunas disciplinas de esta carrera, y con el deseo de colaborar en el desarrollo de nuevas técnicas y en la solución de los múltiples problemas que tiene el país en esta materia, los mismos lograron que el Gobierno Nacional solicitara a la Junta de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, el apoyo a la iniciativa de crear un Instituto de Ordenación de Vertientes e Ingeniería Forestal. También tuvo éxito este movimiento y se concretó la ayuda de ese alto organismo internacional, con la firma de otro convenio entre la Universidad, en representación del Gobierno Argentino, y representantes de la FAO. Por este convenio la Escuela Superior de Bosques recibirá de las Naciones Unidas elementos y personal técnico para equipar dicho instituto, que tendrá que encarar, entre otras cosas, el estudio de los problemas que la actividad torrencial y la acción incontrolada del agua crean al país, actuando en forma negativa sobre su suelo.

<sup>1</sup> La fecha exacta de egreso de los mencionados técnicos es, respectivamente; 13-VI ; 13-VII ; 13-VII ; 3-VIII y 7-IX-1963.

## CELEBRACION DEL OCTOGESIMO PRIMER ANIVERSARIO DE LA IMPLANTACION DE LOS ESTUDIOS SUPERIORES AGRONOMICOS EN EL PAIS

Con motivo de cumplirse el 6 de agosto del presente año el 81º aniversario de la implantación de los estudios superiores agronómicos en nuestro país, las autoridades de esta casa de estudios organizaron un acto, que se desarrolló en el aula magna de la Facultad. En dicho acto se cumplió el siguiente programa:

Palabras alusivas a la fecha que se conmemoraba, por el profesor, ingeniero agrónomo José Lubertino.

Conferencia sobre el tema "Evolución y perspectivas del cultivo de los cereales en la Argentina", por el profesor, ingeniero agrónomo Héctor O. Arriaga.

### REUNION DE COMUNICACIONES

El 10 de agosto del corriente año tuvo lugar en el anfiteatro de la Facultad una reunión de comunicaciones, en la que se expusieron los siguientes temas:

"Posibilidades aplicativas de distintas drogas en el tratamiento de la *Loque Europea* de las abejas", por el ingeniero agrónomo Luis G. Cornejo.

"El carácter *color ligado al sexo* en el sexado de pollitos BB de raza Rhode Island Colorada", por el profesor, ingeniero agrónomo Alberto M. Gamero.

### TERCER CONGRESO MUNDIAL DE BIBLIOTECARIOS Y DOCUMENTALISTAS AGRICOLAS (WASHINGTON, D. C., 3 A 9 DE OCTUBRE DE 1965)

El tercer Congreso Mundial de Bibliotecarios y Documentalistas Agrícolas se celebrará entre el 3 y 9 de octubre de 1965 en Washington, D.C., Estados Unidos; las reuniones se llevarán a cabo en la sede central del Club Nacional 4-H en la Av. Connecticut 7100.

El tema principal y objetivo más importante del Congreso es lograr la cooperación mundial entre los bibliotecarios agrícolas y capacitarlos en forma práctica para colaborar en la organización

y coordinación de una red internacional de bibliotecas agrícolas.

Por ello se ha decidido organizar, antes del Congreso en sí, un *seminario pre-congreso*, que se realizará del 26 de setiembre al 2 de octubre.

Este seminario ha sido preparado particularmente para personas sin entrenamiento especial y con poca experiencia. En él se pasará revista, en forma resumida, al estado actual de la bibliotecología y documentación agrícola.

Este seminario, que tendrá lugar en la semana anterior a la iniciación del Congreso, tendrá como finalidad principal dar la información básica necesaria para el aprovechamiento pleno del Congreso.

*Programa del Congreso* (3 al 9 de octubre): Bibliotecarios agrícolas experimentados pasarán revista al estado actual de las bibliotecas agrícolas y aconsejarán nuevas técnicas y procesos, como así también informarán y discutirán nuevos sistemas y procedimientos a aplicar en beneficio de un mejor progreso de las bibliotecas agrícolas.

Más detalles sobre el desarrollo del Congreso y visitas programadas, etc., pueden solicitarse directamente al presidente, Dr. Foster Morhardt, National Agricultural Library, Washington, D. C., 20250 o a Hans Gravenhorst, Pampa 5748, Buenos Aires.

## PUBLICACIONES

EDITADAS POR LA FACULTAD DE AGRONOMIA

---

Además del presente tomo de la *Revista de la Facultad de Agronomía*, esta Casa de Estudios ha editado las siguientes publicaciones, en el curso del año 1964.

ANÓNIMO, *Clave sintomática sencilla de la deficiencia de nutrientes*. Cátedra de Edafología, Tirada interna N° 5, 4 págs. [19] 64.

ANÓNIMO, *Curso de ingreso. Física*. Departamento de Biología y Ecología, 2 págs. 1964.

ANÓNIMO, *Curso preparatorio de ingreso. Programa de química*. Departamento de Química e Industrias Agrícolas, 1 pág. 1964.

ANÓNIMO, *Instituto Fitotécnico de Santa Catalina. Antecedentes y reimpresión de resúmenes de trabajos técnicos y de investigación realizados durante el período 1938-1963*. Un vol., 76 págs., il. Llavallol, F.N.G. Roca. República Argentina, 1963. (Se terminó de imprimir el 21 de diciembre de 1964).

ANÓNIMO, *Programa analítico por cultivo. (Trigo, maíz, arroz, cebada, centeno y avena). Programa de trabajos prácticos. Programa de examen*. Cátedra de Cerealicultura, 6 págs. 1964.

ANÓNIMO, *Programa de biología para el curso preparatorio*. Departamento de Biología y Ecología, 1 pág. 1964.

ANÓNIMO, *Programa de matemáticas para el curso de ingreso a primer año*. Departamento de Ingeniería Rural, 2 págs. 1964.

ANÓNIMO, *Resultados del ensayo ecológico de linos oleaginosos. Período de 26 años : 1938-1963*. Cátedra de Climatología y Fenología agrícolas, 1 lámina. 1964.

FITOSANITARIAS, Organo del Departamento de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata. Año 3, N° 7, 31 págs., il. Marzo 1964.

KELLOGG, CH., *Clima y suelo*. Traducción por N. A. MOLFINO de las páginas 26 a 29 del «1941 Yearbook of Agriculture, Climate and Man». UDSA, Washington, D. C. Cátedra de Edafología, Tirada interna, N° 4, 3 págs. [1964].

RICITELLI, J. A., *Maquinaria agrícola. Programa analítico de estudio*. Cátedra de M. A., 15 págs. 1964.

Las publicaciones mencionadas pueden solicitarse a la Biblioteca de la Facultad de Agronomía, Casilla de Correo 31, La Plata (Prov. Buenos Aires).

## RESUMENES BIBLIOGRAFICOS

---

### BASES CIENTIFICAS PARA LA AGRICULTURA ARGENTINA

PARODI, LORENZO R. (director), 1959 y 1964. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. 2 volúmenes. Editorial Acme. Buenos Aires.

Con la aparición del segundo volumen queda terminada esta importantísima obra, que sin duda, iniciará una nueva etapa en el desarrollo de la agronomía argentina.

En efecto, desde 1883, como resultado del comienzo de los estudios superiores de agronomía y veterinaria en Santa Catalina (Llavallol) y, consecuentemente, de la investigación y experimentación agrícola en el país, se ha reunido una apreciable cantidad de información acerca de las plantas cultivadas y las técnicas para su mejor aprovechamiento.

Hasta ahora, todo ese valioso acervo estaba disperso en un sinnúmero de libros, revistas, folletos y publicaciones, muchas veces difíciles de conseguir y consultar.

Al aparecer la *Enciclopedia Argentina*, estructurada bajo la forma de monografías originales actualizadas, al presente, gran parte de la valiosa información mencionada se encuentra reunida en una sola obra compacta, y por medio de sus detallados índices metódicos y alfabéticos, resulta de muy fácil acceso; por ello la *Enciclopedia* constituye una obra de consulta obligada para todo agrónomo argentino.

Es indudable que, en muchos aspectos, la producción agropecuaria argentina ha quedado técnicamente rezagada, en relación a otros países del mundo y aún de Latinoamérica. Cabalmente, la *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* será un instrumento de primer orden, en la tarea que deberán cumplir los técnicos argentinos, para propulsar la agricultura nacional sobre bases científicas serias, tal como es el deseo de las autoridades e instituciones del país.

La *Enciclopedia* ha sido dirigida por el ingeniero agrónomo Lorenzo R. Parodi, profesor emérito de Botánica Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires. En la preparación de la obra han intervenido docenas de técnicos argentinos, generalmente los especialistas dentro de los temas tratados; muchos de ellos son discípulos del Ing. Parodi.

En las tareas editoriales, colaboró en forma muy eficaz el presidente de la Editorial Acme, señor Modesto Ederra

La concreción de esta magna obra demandó más de 12 años de sostenidos esfuerzos, conjuntos, del director, del editor y los colaboradores de ambos, pero los sacrificios no han sido en vano, pues, sin exageración, se puede afirmar que, tanto por su presentación como por su valor intrínseco, la *Enciclopedia Argentina de Agricultura* hace honor al país.

La obra ha sido dividida en 2 volúmenes, el primero titulado *Descripción de las plantas cultivadas*, apareció en 1959, consta de 931 páginas y está profusamente ilustrado por el eximio dibujante Higinio Lona, quien, en sus 252 dibujos originales, muestra los menores detalles de las plantas cultivadas.

Con el auxilio de dichas ilustraciones y, sobre todo, por medio de claves dilemáticas preparadas al efecto, ahora una persona medianamente culta puede, en cualquier parte de la República Argentina, en poco tiempo y en forma sencilla, clasificar cualquiera de sus 2780 plantas cultivadas hasta la determinación de la especie botánica. Antes, esa tarea solamente la podía realizar un especialista y, no pocas veces, después de notables esfuerzos. La importancia práctica de este volumen es muy grande, pues para aplicar técnicas, sobre todo técnicas o tratamientos nuevos, a las plantas cultivadas, hay que saber con certeza cuál es la planta sometida a cultivo y, para ello, es imprescindible conocer a qué especie botánica pertenece.

Para cada planta cultivada, la Enciclopedia da una descripción detallada y, además, señala sus usos, maneras de multiplicarla y, muchas veces, sus áreas de cultivo y épocas de floración. En los casos que corresponde, dentro de las especies botánicas son indicadas, también, las variedades botánicas y las formas.

El segundo volumen titulado, *El cultivo de las plantas útiles*, por su magnitud (1411 páginas) fue necesario dividirlo en 2 partes.

En la primera parte, que consta de 796 páginas, se da una información detallada de las regiones fitogeográficas argentinas, otra sobre las principales características del clima argentino y una tercera sobre la aptitud, para los diversos cultivos, de las distintas regiones del país, de acuerdo a las condiciones ecológicas.

Los capítulos siguientes tratan de la conservación del suelo y su fertilidad; de la fisiología de las plantas; de los parásitos, enfermedades y malezas de los cultivos y los métodos de lucha; de las bases y técnicas para lograr nuevas variedades de plantas; y por último, de las construcciones e implementos de jardinería, que constituye el capítulo XIII.

Del capítulo XIV al XXI se desarrollan, en excelentes monografías teórico-prácticas, ilustradas y documentadas, los cultivos que siguen: trigo, avena, cebada, centeno, maíz, arroz, alpiste, mijo, girasol, sésamo, ricino, lino oleaginoso y textil, maní, soja y tung.

La segunda parte del segundo volumen se inicia con el capítulo XXII, que trata las forrajeras.

Los capítulos restantes están dedicados a los árboles frutales, ananás, hortalizas, amapola medicinal, forestales, plantas sacaríferas, plantas textiles e industriales de uso variado, plantas estimulantes y aromáticas, tabaco, lúpulo, plantas

tintóreas, plantas insecticidas, plantas cauchíferas, plantas medicinales, plantas perfumíferas, plantas florales y de adorno. El último capítulo, es decir el XXXVIII, trata el arte paisajista.

Tanto la primera como la segunda parte, del segundo volumen, están profusamente ilustradas con dibujos en negro, láminas en colores, mapas, gráficos y, asimismo, documentadas con cuadros numéricos, estadísticas y bibliografía.

La obra está escrita como para ser usada por los técnicos agrícolas, estudiantes de agronomía y de las escuelas de agricultura, agricultores y ganaderos de alguna cultura, viveristas y cultores de la jardinería.

Al examinar la *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* se llega al convencimiento que, por la amplitud con que están tratados los diversos temas, la obra interesará a un sector mucho más extenso que aquel al cual estuvo destinada primitivamente. En efecto, la lectura de la *Enciclopedia* sin duda resultará provechosa a botánicos, entomólogos, geógrafos, economistas, climatólogos, ecólogos, gobernantes, industriales y químicos.

Asimismo la obra será de utilidad práctica, no solamente en el ámbito argentino, sino también en Latinoamérica, en particular en los países limítrofes a la Argentina. — A. L. De Fina.

#### AZUCAR ARGENTINO DE REMOLACHA

ALAZRAQUI ALONSO, J. M., 1964. *Remolacha azucarera, antecedentes para la República Argentina*. 1 vol., 182 págs. Buenos Aires.

Con la finalidad principal de aclarar todo lo vinculado con los diversos intentos realizados, en el país, con el objeto de implantar la industria azucarera sobre la base de la remolacha, el ingeniero agrónomo Alazraqui publicó el libro del epígrafe, en el cual volcó su experiencia de 20 años en los problemas azucareros argentinos.

En este libro, el autor da una interesante reseña histórica del desarrollo del cultivo y de la industria en los principales países del mundo, destacando las numerosas dificultades que tuvieron que superarse, en países donde ahora la industria de la remolacha azucarera es próspera.

Para la República Argentina el ingeniero Alazraqui pasa revista a las principales iniciativas e intentos habidos, respecto a esta valiosísima planta cultivada.

De acuerdo a la revisión del autor, el primer intento serio de implantar el cultivo de la remolacha azucarera en el país, se debe a Urquiza, quien en 1857 trató de radicarlo en Entre Ríos.

El ingeniero Alazraqui le dedica particular atención a las tres tentativas que lograron mayores alcances, a saber: San Juan (1929-1935), Río Negro (1929-1941) y Entre Ríos (1958-1963). En cada caso el autor analiza las alternativas de la empresa y las causas del fracaso.

En las conclusiones del libro el autor considera que el cultivo de la caña de azúcar y el de la remolacha azucarera pueden coexistir y prosperar en el

país; la segunda proveyendo de azúcar a Cuyo, Patagonia y provincia de La Pampa, la caña, en cambio, abasteciendo al resto del país.

El libro comentado está ilustrado con numerosas fotografías, muchas de ellas en colores, además contiene varios mapas y gráficos. Por otra parte, la obra incluye gran cantidad de valiosos cuadros numéricos, entre los que cabe destacar aquellos que ilustran sobre los resultados experimentales logrados en el país con la remolacha azucarera. Esto último es, quizás, uno de los grandes méritos de la obra de Alazraqui, es decir: haber recopilado y ordenado la mayor información experimental argentina, reunida hasta el presente, sobre esta planta.

La obra del epígrafe será de lectura ineludible, toda vez que se intente, de nuevo, implantar el cultivo de la remolacha azucarera en el país.— *A L. De Fina.*

### GEOGRAFIA, ECONOMIA Y AGRONOMIA

ARNOLDS, ALFONSO. *Geografía económica argentina.* 1 vol. 8º, 503 pp., il. y mapas. Buenos Aires, Kapelusz, 1963. (Precio: m\$u 800. Biblioteca FALP).

La población, los recursos naturales, la producción, el comercio y las múltiples facetas que componen la actual geografía económica argentina, están expuestos en esta excelente síntesis, fruto de una cuidadosa selección de datos y conceptos. Debe destacarse especialmente el carácter conceptual de la obra, en la que los datos estadísticos juegan un rol auxiliar, y se plantean concisamente las causales históricas o políticas de cada problema económico.

Además de un libro de texto, puede decirse de él que es una lectura útil y agradable, que nos permite integrar y actualizar (al año 1960) conocimientos completos sobre nuestra geografía económica, su pasado y presente, sus posibilidades y problemas.

Los temas tratados y su extensión (número de páginas), son los siguientes, destacándose su fondo científico:

1. *Los Factores Naturales* (68 páginas): clima, fisiografía, suelos, vegetación, etc.
2. *Población* (29 págs.): distribución, tasa de crecimiento, índices alimentarios, sanitarios y culturales, etc.
3. *Comunicaciones y Transportes* (29 págs.): red vial y ferroviaria, navegación, etc.
4. *Hidrología* (33 págs.): zonas de riego, aguas subterráneas.
5. *Energía Eléctrica* (16 págs.): usinas hidro y termoeléctricas; consumo.
6. *Agricultura* (64 págs.): cultivos cerealeros, forrajeros, industriales, frutícolas, etc. Aptitud, rendimiento y calidad según zonas.
7. *Ganadería* (46 págs.): distribución del ganado vacuno. Razas productoras de carne. Características de la cría y engorde. Mercado interno y externo, etc. Razas lecheras; el tambo y la industria lechera. Ovinos; porcinos; la actividad de granja.
8. *Pesca Comercial* (12 págs.): producción y comercialización.

9. *Explotación Forestal* (38 págs.): Las regiones forestales argentinas; utilización de maderas autóctonas. Los bosques cultivados en el país.
10. *Industria* (69 págs.): Mano de obra; materias primas; transporte. Distribución geográfica de la industria. Análisis de los diferentes grupos industriales y sus manifestaciones.
11. *El Comercio Exterior* (10 págs.): Importación; exportación; balance de pagos. — *Rachid Juan Issa*.<sup>1</sup>

#### UNA IMPORTANTE SINTESIS DE LA QUIMICA ANALITICA DEL SUELO

JACKSON, M. L. Análisis químico de suelos. Traducción directa de José Beltrán Martínez. 1 vol., 662 págs., 20 cuadros, 85 figs. Título del original: **Soil chemical analysis** (Prentice-Hall, Inc., de Englewood Cliffs, N. J., USA). Editorial Omega S. A., Barcelona, 1964 (Biblioteca parcial de la Cátedra de Edafología, m<sup>o</sup>n 1.660, febrero 1965).

La ciencia del suelo se encuentra aún en su infancia en comparación con las disciplinas más antiguas, pero la tendencia a la publicación de obras integradoras se ha establecido ya firmemente en su campo. El autor tiene la esperanza de que el estudio completo de los procedimientos y principios fundamentales que presenta en esta obra: **Análisis Químico de Suelos**, contribuirá al progreso de la ciencia de la química del suelo.

Los métodos aplicables al análisis químico de los suelos son tan numerosos y variados como el mismo campo de la química. La extracción de un constituyente químico de un suelo es un proceso exclusivamente de la química del suelo, mientras que la determinación del constituyente extraído es un proceso analítico, limitado en cuanto al número de métodos aplicables exclusivamente por la consideración de las características de los suelos. Aun cuando se recomienda aplicar las técnicas poderosas de la filtración a través de vidrio poroso, centrifugación, espectrometría de absorción y de emisión, se incluyen también otros procedimientos recomendables porque pueden aplicarse mediante equipo sencillo.

A lo largo de toda la obra, "Análisis Químico de Suelos", se citan las publicaciones originales de procedimientos y estudios críticos incluyendo las numerosas modificaciones y mejoras introducidas por el autor\* y colaboradores. El haber dispuesto de gran cantidad de información a lo largo de varios años durante los cuales se han venido acumulando los materiales incluidos en este libro ha hecho posible la introducción de muchas mejoras.

Finalmente este libro contiene los procedimientos de análisis químicos de suelos más frecuentemente usados, que resultan útiles en el estudio y la investigación de la química del suelo, fertilidad de suelos y génesis de suelos. Si

<sup>1</sup> Obra póstuma, que la Cátedra de Edafología difunde en un medio tan necesitado de la geografía como es el agronómico, en homenaje a un malogrado cuan promisorio geólogo argentino. — *R. H. M.*

bien no es texto para educandos, es constituyente indispensable de la biblioteca mínima de un analizador de suelos, agua y plantas, con fines aplicados. — *A. L. Andrade Romero.*

#### SIMPOSIO MONOGRAFICO SOBRE LOS PROCESOS QUIMICOS DEL SUELO

BEAR, FIRMAN E. *Química del suelo*. Traducción de José de la Rubia Pacheco. 1 vol., 435 págs., 74 tablas, 36 figs. Título del original: *Chemistry of the Soil* (Reinhold Publishing Corporation, New York). Ediciones Interciencia, Madrid, 1963. (Biblioteca parcial de la Cátedra de Edafología, m<sup>o</sup>n 1.200; marzo, 1965).

En virtud del acuerdo con la Conferencia Interaliada de Química pura y aplicada que se reunió en Londres y Bruselas en julio de 1919, la American Chemical Society se encargaría de la preparación y publicación de monografías científicas y tecnológicas sobre temas de química.

Estas monografías están destinadas a servir dos fines principales; primero: poner a disposición de los químicos un estudio concienzudo de materias escogidas en forma utilizable por personas dedicadas a estudios más o menos diferentes, con el fin de que puedan relacionar su propio trabajo con un campo más amplio de la ciencia física; segundo, estimular más investigación en el campo concreto estudiado.

Esta monografía sobre los procesos químicos del suelo, escrita por catorce científicos eminentes, cada uno de los cuales es una autoridad indiscutible en uno o varios aspectos de la química de los suelos, brinda al especialista la interpretación completa de los procesos químicos que intervienen en el desarrollo de los suelos, desde su formación a partir de la roca madre, su composición química, las reacciones químicas que en ellos tienen lugar y los procesos de fijación y absorción de los nutrientes por las plantas. Once capítulos son tratados en esta obra, con temas de importancia, como coloidequímica de los suelos, fenómenos de cambio de cationes y aniones, procesos de óxido-reducción, suelos ácidos, alcalinos, sódicos y salinos, elementos trazas, y concluye con un apéndice sobre métodos en análisis del suelo.

El objeto de esta monografía de la Sociedad Norteamericana de Química es el de poner a disposición de los químicos un estudio profundo de la formación, composición y naturaleza de los suelos, así como de los procesos que en ellos tienen lugar, que, a la vez, les permite relacionar su especialidad con un sector más amplio de las ciencias físicas y químicas.

La parte expositiva de la obra va ampliamente respaldada por una lista muy completa de bibliografía relacionada con las materias objeto de la misma. Quien la posea y use puede considerarse al día en la especialidad. — *A. L. Andrade Romero.*

**MANUAL SOBRE EVALUACION AEROFOTOGRAFETRICA DE TIERRAS AGRICOLAS**

VERA, L. *Técnicas de inventario de la tierra agrícola. La experiencia del Proyecto Aerofotogramétrico OEA/Chile*. Publicaciones y Documentos Técnicos. Departamento de Asuntos Sociales. Unión Panamericana. 136 páginas ilustradas. Wáshington, D. C., 1964. (Biblioteca R. H. M. Precio: U\$S 1).

Son varias las técnicas que hoy en día permiten, en forma rápida y económica, el conocimiento, evaluación y ordenamiento de los recursos naturales de una región. Se destacan entre ellas el uso integral de la fotografía aérea, las aplicaciones de la electrónica, estadística, aeromagnetismo, etc.

En el manual del epígrafe se describen, en forma sencilla y clara, las aplicaciones de estas técnicas en los estudios realizados en las zonas afectadas por los terremotos de 1960 en Chile, tendientes a la elaboración de programas para su recuperación y desarrollo.

En el denominado "Proyecto Aerofotogramétrico OEA/CHILE" se ha destacado, de modo especial, la utilidad prestada por la fotografía aérea para la obtención de información básica en el más breve plazo. La interpretación de tales fotografías, fotointerpretación, ha sido la técnica que mayor aporte ha hecho a los fines del proyecto, complementada con otras técnicas e intensivos trabajos de campaña realizados por profesionales especializados.

Se consiguió así, *en pocos meses*, relevar y estudiar *12 millones de hectáreas* de tierras agrícolas, habiéndose llegado a determinar su capacidad de uso potencial, con miras a una reforma racional tributaria. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

1. Toma de fotografías aéreas a diferentes escalas. —
2. Preparación de mosaicos aerofotográficos. —
3. Catastro rural. —
4. Estudio del uso actual de la tierra. —
5. Estudio de su capacidad de uso. —
6. Estudio de las bases de avalúo de la tierra en función de su capacidad de uso potencial.

Como se explica en la presentación de la obra, la misma no pretende ser una descripción científica acabada de los trabajos realizados en Chile, sino una reseña sencilla de los mismos. Si bien los distintos capítulos se desarrollan en lineamientos generales, no deja de constituirse en consulta obligada para quien se interese en el tema o tenga que hacer frente a los problemas que plantea un programa de inventario y evaluación de tierras. El trabajo comentado cuenta con buenas ilustraciones que lo hacen muy objetivo, y viene a constituir valioso aporte a la escasa bibliografía existente en idioma castellano sobre el tema.

Con el manual de la FAO, debido al australiano Stephens (1954), son dos las obritas de elección para alumnos y profesionales interesados en iniciarse en el tema actualísimo de reconocer suelos agrícolas, rápida y certeramente. —  
*V. Benites.*

### MAGNIFICA SISTEMATIZACION ECOLOGICA DE LOS SUELOS DEL MUNDO

**PAPADAKIS, J.** *Soils of the world. (Their formation, classification, correlation, geographic distribution and agricultural potentialities; soils regions of the world; soil survey).* Un vol. in 8°, X más 141 pp., figs., bibliografía e índices múltiples. Edición del autor, Avenida Córdoba 4564, Buenos Aires, Talleres Gráficos « Optimus », 1964. (Biblioteca parcial de la Cátedra de Edafología, sin valor escrito, octubre 1964).

El autor, investigador del Instituto de Suelos y Agrotecnia (INTA), hace una clasificación regional de los suelos del mundo. Analiza previamente, en forma somera, los procesos que intervienen en la génesis de los suelos, tales como clima, drenaje, tiempo, humedad y material madre. Considera las características de las clasificaciones naturales y sostiene que tratándose el suelo de algo que se halla en continua evolución, no deben ser rígidas las clasificaciones que se adopten. Da las características y diagnósticos que permiten individualizar los grupos y subgrupos en que clasifica los suelos del mundo. Considera en forma amplia y explícita los siguientes: Rendzina, Ando, Dark clays, Raw (Undifferentiated), Rankers, Brunisolic, Cinnamomic, Chernozemic, Kaolisols, Solonchaks, Podsolic, Organic y Gleisolic.

Realiza un esfuerzo extraordinario al revisar la bibliografía de los principales autores que en los diversos países del mundo se han ocupado de esta especialidad. Constituye una puesta al día, ya que analiza las distintas clasificaciones y estudia los perfiles típicos presentados por cada uno de estos autores u organismos, y hace, con gran criterio, la correspondiente correlación. Toma en cuenta fundamentalmente las principales escuelas o clasificaciones, pudiendo citarse, entre otras, la clasificación de Marbut, la séptima aproximación norteamericana, la clasificación rusa, la de Kubiëna, la obra de Tavernier, la clasificación francesa de Aubert y Duchaufour, la labor complementaria de los pedólogos del ORSTOM, etc.

En su clasificación, magníficamente realizada, utiliza un criterio amplio y sobre todo de aplicación, ya que subdivide a los suelos del mundo en regiones naturales y, en cada caso, puntualiza las posibilidades agrícolas.

En seis láminas presenta la clasificación de todos los suelos del mundo y, si bien es cierto que, dado el tipo de trabajo, la escala a utilizar no puede ser más pequeña, es evidente que generaliza los tipos que maneja y que señala solamente los suelos predominantes en cada región.

Realmente, es digno de destacar el esfuerzo realizado y, sobre todo, la revisión en lo que a clasificaciones se refiere y, más aún, la correlación y unificación de criterios, que permite que, en el futuro, pedólogos de distintas escuelas hablen un lenguaje común y clasifiquen e interpreten con el mismo criterio, idénticos perfiles, fin éste supremo de toda sistematización bien concebida.

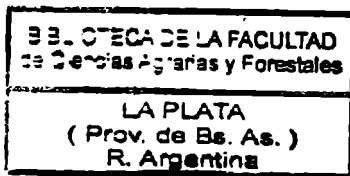
Con esta recensión, la Cátedra de Edafología (La Plata) quiere rendir su homenaje al brillante ecólogo griego contratado, por su fecundidad intelectual verdaderamente leporina. Desde su arribo al país, allá por el año 1950, ha

publicado una larga e ininterrumpida serie de libros, de texto algunos, que lo señalan como un ejemplo único en el mundo agronómico y, en particular, para los científicos extranjeros que trabajan entre nosotros. Los hitos de este camino, han sido, aparte del clásico, con el de Azzi, tratado de ecología agrícola, que lo dio a conocer universalmente, los siguientes: *Mapa ecológico nacional* (2 ediciones, dos tomos), *Cartilla agrícola forestal de la provincia de Buenos Aires*, *Agricultural geography of the world*, *Ecología de los cultivos* (dos tomos), *Geografía agrícola mundial*, *Climatic tables of the world*, y la que ahora hemos comentado. — O. A.°Duymovich.

#### NORMAS PARA LA INVESTIGACION CIENTIFICA

SMITH, E. F., *Consejos y normas para los que se inician en la investigación científica, en particular en la fitopatología*. Traducción del ingeniero agrónomo Raúl Ramella. Reimpresión de la edición original de la Universidad Nacional de La Plata, 1939. Un folleto de 38 páginas, impreso en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Julio de 1964. (Publicación Miscelánea N° 15).

Esta publicación, muy solicitada, cuyo original estaba agotado desde varios años, puede solicitarse al Departamento de Relaciones Públicas del INTA. (Nueva dirección: calle San José 155, Buenos Aires).



## INDICE DE LA ENTREGA

---

CLAYER, FRANCISCO K., <i>Estudio sobre la tuberización de plantas y brotes de papa</i> .....	171
GAMERO, ALBERTO M., <i>Posibilidades aplicativas de un sistema de sobrepuesto celular en incubación artificial genealógica de huevos de la gallina doméstica (« Gallus domesticus »)</i> .....	185
PAEZ, OSVALDO JULIO S., <i>Eficiencia de los métodos de lavado de tarros aplicables en el tambo, controlada por la cuenta bacteriana</i> .....	197
RIZZO, ANTONIO F., <i>Estudios de humedad y temperatura en perfiles de suelos platenses. Técnicas tensiométricas (Sistema Richards)</i> .....	219

### CRÓNICA :

Panorama de la investigación edafológica y agrobiológica en España ..	257
Aerofotoedafología .....	269
Primer título superior otorgado por la Facultad de Agronomía de La Pampa .....	270
De la Escuela Superior de Bosques, dependiente de la Facultad de Agronomía de La Plata, egresan los primeros ingenieros forestales .....	270
Celebración del octogésimo primer aniversario de la implantación de los estudios superiores agronómicos en el país .....	272
Reunión de comunicaciones .....	272
Tercer Congreso Mundial de Bibliotecarios y Documentalistas Agrícolas (Washington, D. C., 3 a 9 de octubre de 1965) .....	272
PUBLICACIONES EDITADAS POR LA FACULTAD DE AGRONOMIA .....	275

### RESÚMENES BIBLIOGRÁFICOS :

Bases científicas para la agricultura argentina .....	277
Azúcar argentino de remolacha .....	279
Geografía, economía y agronomía .....	280
Una importante síntesis de la química analítica del suelo .....	281
Simposio monográfico sobre los procesos químicos del suelo .....	282
Manual sobre evaluación aerofotogramétrica de tierras agrícolas .....	283
Magnífica sistematización ecológica de los suelos del mundo .....	284
Normas para la investigación científica .....	285

<sup>1</sup> Tomo XL, 3ª época, entrega 2ª (XII-1964).

**ESTA ENTREGA, EN EDICIÓN DE 1.500 EJEMPLARES,  
TERMINOSE DE IMPRIMIR EL 3 DE MAYO DE 1965  
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA «CONI»  
CALLE PERÚ 684, BUENOS AIRES**