

Centro Interamericano de  
Investigación y  
Evaluación Educativa  
04 FEB 1987  
IICA - CIBIA

PRIMER SEMINARIO INTERNACIONAL  
SOBRE LA ENSEÑANZA DE CULTIVOS

San José, Costa Rica

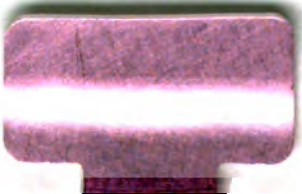
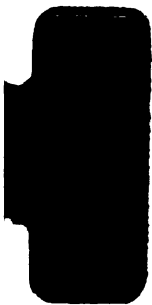
Setiembre 27 - octubre 3, 1970

PUBLICADO POR:

**IICA**



DIRECCION REGIONAL PARA LA ZONA NORTE  
Guatemala, C. A.  
ZN/122-70



• 1102010 •

Centro Interamericano de  
Documentación e  
Información Agrícola  
04 FEB 1987  
MEXICO — CIDIA

Carlos L. Arias, editor

১১১১১১১১

## CONTENIDO

	Página
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	i
LISTA DE ASISTENTES	iii
PROGRAMA	vi
RECOMENDACIONES	viii
PROGRAMAS ANALITICOS DE LOS CURSOS	xv
Cultivos I	xv
Cultivos II	xxi
Cultivos III	xxvi
Cultivos IV	xxxiii
TEXTOS DE LAS DISERTACIONES	1
La Comunicación Científica	1
La Fertilidad del Suelo en relación con los cultivos	13
Los Pastos y la Ganadería de América Central	21
Mejoramiento de Forrajes en especial de las Gramíneas	30
Cultivo de la Macadamia	38



## ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Al crearse, en Managua, Nicaragua, la Comisión Permanente de Educación Agrícola Superior (CPEAS), en 1966, durante la celebración de la Segunda Mesa Redonda de Facultades de Agronomía, se dió vida a la resolución adoptada, en San José, Costa Rica, en la Primera Mesa Redonda.

La CPEAS, reunida por primera vez en Tegucigalpa, Honduras, en enero de 1966, aprobó un plan de acción para el mejoramiento del profesorado de las facultades centroamericanas de agronomía, que contempla los diversos medios por los que se puede lograr la necesaria superación del personal docente de dichos centros.

Como parte del plan de acción figura, en forma especial, la celebración de seminarios, nacionales e internacionales, sobre distintas disciplinas, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Reunir de 10 a 15 profesores de un área o disciplina específica durante una semana.
2. Intercambiar ideas y experiencias sobre la enseñanza del área seleccionada.
3. Revisar los métodos de enseñanza.
4. Crear inquietudes por introducir cambios en la docencia académica de esa disciplina o área.
5. Formular programas analíticos de las asignaturas agrupadas en esa disciplina o área; con miras a lograr mayor integración de la educación agrícola superior en América Central.
6. Uniformizar el contenido de los programas tanto en la parte teórica como práctica.
7. Refrescar ciertos temas de importancia en el avance de las ciencias relativas a la disciplina seleccionada.
8. Establecer vínculos de amistad entre los profesores que se dedican a tareas comunes.





9. Cambiar el comportamiento del profesorado y contribuir a su mejoramiento o superación.
10. Sentar las bases de un adiestramiento futuro más formal para el profesorado, en la disciplina de que se trata, con miras al mejoramiento de las funciones de docencia, investigación y extensión.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that this is crucial for the proper management of the organization's finances and for ensuring compliance with relevant laws and regulations.

2. The second part of the document outlines the various methods and techniques used to collect and analyze financial data. It covers topics such as budgeting, forecasting, and the use of financial ratios to assess the organization's performance.

3. The third part of the document focuses on the role of the financial manager in making strategic decisions. It discusses how financial analysis can be used to identify opportunities for growth and to evaluate the risks associated with different investment options.

4. The fourth part of the document addresses the importance of effective communication in the financial management process. It highlights the need for clear and concise reporting to senior management and the board of directors, as well as the importance of transparency and accountability.

5. The fifth part of the document concludes by summarizing the key points discussed and emphasizing the ongoing nature of financial management. It stresses that financial management is not a one-time activity but a continuous process that requires regular monitoring and adjustment.

## LISTA DE ASISTENTES

<u>Nombre y Dirección</u>	<u>País, Cargo y Participación en el Seminario</u>
Flérida Hernández Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica San Pedro de Montes de Oca	COSTA RICA Profesor  Conferencista y Participante
Alberto Sáenz Maroto Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica San Pedro de Montes de Oca	COSTA RICA Profesor  Participante
Carlos Salas Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica San Pedro de Montes de Oca	COSTA RICA Profesor  Participante
José René Alvarado Lozano Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador	EL SALVADOR Profesor  Participante
José Manuel Cruz Guevara Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador	EL SALVADOR Profesor  Participante
Luis Napoleón Domínguez Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador	EL SALVADOR Profesor  Participante
Antonio A. Sandoval S. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos	GUATEMALA Profesor  Participante

1. The first part of the report deals with the general situation of the country and the progress of the work during the year.

2. The second part contains a detailed account of the work done in each of the various departments.

3. The third part gives a summary of the results of the work and a statement of the resources available.

4. The fourth part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

5. The fifth part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

6. The sixth part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

7. The seventh part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

8. The eighth part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

9. The ninth part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

10. The tenth part contains a list of the names of the persons who have been employed during the year.

Carlos A. Rodríguez Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos	GUATEMALA Profesor  Participante
Julio Aníbal Palencia O. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos	GUATEMALA Profesor  Participante
Angel Mallona Ramírez Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería Apartado 453 Managua	NICARAGUA Profesor  Participante
Humberto Tapia Barquero Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería Apartado 453 Managua	NICARAGUA Profesor  Participante
Noel Somarriba Barreto Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería Apartado 453 Managua	NICARAGUA Profesor  Participante
César Von Chong H. Facultad de Agronomía Universidad de Panamá	PANAMA Profesor  Participante
Ezequiel Espinosa Facultad de Agronomía Universidad de Panamá	PANAMA Profesor  Participante
Alfonso Alvarado D. Facultad de Agronomía Universidad de Panamá	PANAMA Profesor  Participante



Rufo Bazán  
IICA-CEI  
Turrialba, Costa Rica

BOLIVIA  
Edafólogo Asociado  
Conferencista

Humberto Rosado  
IICA-Zona Norte  
Apartado 1815  
Guatemala

MEXICO  
Educador Principal  
Director

Carlos Luis Arias  
IICA-Zona Norte  
Apartado 1815  
Guatemala

COSTA RICA  
Comunicador Asociado  
Coordinador de Secretariado

Héctor Muñoz  
IICA-CEI  
Turrialba, Costa Rica

MEXICO  
Jefe Departamento Zootecnia  
Conferencista

Edilberto Camacho  
IICA-CEI  
Turrialba, Costa Rica

COSTA RICA  
Horticultor Asociado  
Conferencista





## PROGRAMA

Setiembre

Domingo 27

Arribo de participantes.

Lunes 28

- 9:00 - 10:00 a. Inauguración  
b. Propósitos de este Seminario  
c. Presentación de participantes y consultores  
Dr. Humberto Rosado E.
- 10:00 - 12:00 La comunicación científica  
Ing. Carlos Luis Arias
- 15:00 - 18:00 Métodos de enseñanza de los cultivos  
(trabajo de grupos)  
Dr. Humberto Rosado E.,  
Moderador

Martes 29

- 8:00 - 10:00 La fertilidad del suelo relacionada con los  
cultivos básicos  
Dr. Rufo Bazán
- 10:00 - 12:00 Los pastos y la ganadería de América Central  
Dr. Héctor Muñoz
- 15:00 - 18:00 Cultivos de exportación no tradicionales  
(Macadamia)  
Ing. Edilberto Camacho

Miércoles 30

- 8:00 - 8:30 Integración de los grupos de trabajo para elabo-  
rar los programas analíticos de:  
Cultivos I (Cereales: maíz, arroz, frijol, sorgo,  
trigo, etc.)  
Cultivos II (Pastos y forrajes)  
Cultivos III (Caña de azúcar, café, algodón,  
cacao, tabaco, banano, etc.)



- 8:30 - 12:00 Trabajo de grupos  
15:00 - 17:00 Trabajo de grupos  
17:00 Entrega de los proyectos de programas

Octubre

Jueves 1o.

Visita al Centro de Enseñanza e Investigación del IICA, en Turrialba, programa especial.

- 7:30 Salida  
18:00 regreso

Viernes 2

- 8:00 - 9:00 El programa de frijol de la Universidad de Costa Rica. Logros y limitaciones  
Ing. Flérida Hernández
- 9:00 - 11:00 Trabajo de grupos para elaborar proyectos de recomendaciones y acuerdos  
Asesoran:  
Consultores y conferencistas
- 11:00 - 12:00 Discusión en plenaria de los proyectos de programas analíticos  
Dr. Humberto Rosado E.,  
Moderador
- 15:00 - 16:00 Continuación del punto anterior
- 16:00 - 17:00 Aprobación de recomendaciones y acuerdos  
Dr. Humberto Rosado E.,  
Moderador
- 17:00 CLAUSURA

Sábado 3

- 7:00 Regreso de participantes.



RECOMENDACION No. 1

Enseñanza de cultivos

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que la enseñanza de la producción de cultivos agronómicos es parte esencial en la formación profesional del ingeniero agrónomo, especialmente en aquellas facultades en donde se da orientación en Fito-tecnia; y que por lo tanto se debe mejorar la eficiencia de su enseñanza.

RECOMIENDA:

1. Incluir dentro del plan de estudios un curso introductorio con miras a ofrecer a los estudiantes conocimientos básicos sobre cultivos antes de impartirles enseñanza sobre cultivos específicos. Este curso habrá de ser un requisito previo para llevar las otras asignaturas afines.
2. Ajustar el calendario de enseñanza de manera que la instrucción se imparta coincidiendo con los ciclos de producción.
3. Que dada la importancia de la enseñanza sobre cultivos para el profesional en agronomía así como la naturaleza y contenido de los cursos, se recomienda que los profesores que impartan los cursos sobre cultivos se contraten a tiempo completo y que se combine su actividad docente con programas de investigación en los campos respectivos, en base a la recomendación de la II Mesa Redonda de Decanos. Además que las facultades mantengan un programa de mejoramiento profesional tanto de los profesores como del personal auxiliar.

THE HISTORY OF

THE HISTORY OF

THE HISTORY OF

THE HISTORY OF

THE HISTORY OF

THE HISTORY OF

RECOMENDACION No. 2

Uniformidad de los métodos de enseñanza de  
cultivos agronómicos

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que los métodos de enseñanza de cultivos empleados en las facultades de agronomía y escuelas superiores de agricultura de América Central no son uniformes,

RECOMIENDA:

1. Que la enseñanza teórica sea impartida por el método de conferencia.
2. Que para la práctica se usen técnicas de grupo y giras de estudio planificadas.





RECOMENDACION No. 3

Limitación del número de alumnos por curso

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que el número de alumnos de un curso influye sobre la eficiencia y aprovechamiento del mismo,

RECOMIENDA:

Que el número de alumnos para las clases teóricas no sea superior a 30 y que para las clases prácticas no sea superior a 20, cuando los recursos de la facultad respectiva lo permita.



RECOMENDACION No. 4

Equilibrio entre la enseñanza teórica y la práctica  
y métodos de evaluación

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que actualmente las materias sobre cultivos no se están impartiendo en la forma más adecuada debido a que no existe un equilibrio entre los conocimientos teóricos que se imparten y la experiencia práctica que se adquiere, y que además los métodos de evaluación que se están utilizando actualmente no son los más adecuados,

RECOMIENDA:

Utilizar métodos didácticos que aseguren la participación del estudiante durante el desarrollo del Curso, y su aprovechamiento en tal forma que no dependa únicamente del examen teórico.

.....

RECOMENDACION No. 5

Facilidades para impartir la enseñanza de cultivos

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que hasta la fecha no se cuenta con todas las facilidades docentes para impartir la enseñanza de cultivos, tales como: materiales, equipo, personal auxiliar, campos experimentales y lotes demostrativos,

RECOMIENDA:

1. Mantener en las facultades de agronomía campos experimentales, lotes demostrativos para complementar la enseñanza y hacerla más práctica. Además establecer convenios con entidades oficiales y privadas para utilizar sus facilidades con este mismo fin.
2. Establecer bibliotecas especializadas y actualizadas con sus correspondientes ficheros.
3. Establecer el uso de guías de clase y manuales para práctica como auxiliar de enseñanza.



RECOMENDACION No. 6

Formulación de programas analíticos para  
la enseñanza de los cultivos

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que es de gran importancia contar con los programas analíticos para la enseñanza de los cultivos en las facultades de agronomía y escuelas superiores de agricultura del área de América Central;

Que siendo los planes de estudio similares, la uniformidad en el contenido básico de los programas analíticos hará más expedito el intercambio de estudiantes y profesores.

RECOMIENDA:

A las facultades de agronomía y escuelas superiores de agricultura de América Central, adoptar los programas analíticos que se han diseñado durante este Seminario.

1870

1871

1872

1873

1874

1875

1876

1877

1878

1879

1880

1881

1882

1883

1884

1885

1886

1887

1888

1889

1890

1891

1892

1893

1894

1895

1896

1897

1898

1899

1900

1901

1902

1903

1904

1905

1906

1907

1908

1909

1910

1911

1912

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1931

1932

1933

1934

1935

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000



ACUERDO No. 1

Agradecimientos

El Primer Seminario Internacional sobre la Enseñanza de Cultivos,

CONSIDERANDO:

Que este Seminario no hubiera sido una realidad sin el patrocinio y colaboración de varias instituciones,

ACUERDA:

Dejar testimonio de su agradecimiento al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA-Zona Norte) y a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, por las facilidades y cooperación brindadas para el buen éxito de este Seminario.



CULTIVOS I

INTRODUCCION A LA CIENCIA Y TECNOLOGIA  
DE LA PRODUCCION DE CULTIVOS

- CLAVE: Optativa para cada facultad.
- PRERREQUISITO: Botánica General
- INTENSIDAD: 3 horas teoría, 3 horas práctica, por semana.
- DURACION: 1 semestre.
- SYLLABUS: Orientar a los estudiantes sobre la importancia de los cultivos.

PROGRAMA SINTETICO

- A. Teoría
1. Introducción
  2. Botánica
  3. Ecología
  4. Clasificación de las plantas de acuerdo a su uso
  5. Suelo y su manejo
  6. Propagación de plantas
  7. Fertilizantes y enmiendas
  8. Plagas y enfermedades
  9. Malezas y su control
  10. Rotación de cultivos
  11. Manejo de la cosecha



12. Comercialización

13. Transformación

B. Prácticas

PROGRAMA ANALITICO

A. Teoría

1. Introducción

1.1 Importancia socio-económica

1.1.1 Producción

1.1.2 Consumo

1.1.3 Superficie cultivada

1.2 Relación de la ciencia con la producción vegetal

1.2.1 El problema agrícola y la investigación

1.2.2 Factores tecnológicos en la producción vegetal

1.2.3 Implicaciones de la utilización de insumos  
en la producción

2. Botánica

2.1 Patrones de evolución

2.2 Morfología y fisiología

2.3 Sistemas de clasificación

2.3.1 Taxonomía

2.3.2 Clasificación de acuerdo con su uso



2.3.2.1 Granos y cereales

2.3.2.2 Forrajes

2.3.2.3 Estimulantes

2.3.2.4 Sacaríferas

2.3.2.5 Oleaginosas

2.3.2.6 Textiles

2.3.2.7 Hortalizas

2.3.2.8 Forestales

2.3.2.9 Frutales

2.3.2.10 Tubérculos

2.3.2.11 Medicinales

### 3. Ecología

3.1 Centros de origen

3.2 Centros de distribución

3.3 Domesticación

3.4 Medio ambiente

3.4.1 Factores climáticos

3.4.2 Factores bióticos

### 4. Suelo

4.1 Concepto

4.2 Preparación

4.3 Conservación

4.4 Prácticas agronómicas





5. Propagación de plantas
  - 5.1 Sexual
  - 5.2 Apomítica
6. Fertilizantes y enmiendas
  - 6.1 Conceptos
7. Plagas y enfermedades
  - 7.1 Concepto
  - 7.2 Insectos de importancia económica
  - 7.3 Métodos de control
8. Malezas y su control
  - 8.1 Importancia económica
  - 8.2 Control mecánico
  - 8.3 Control químico
9. Rotación de cultivos
  - 9.1 Importancia económica
  - 9.2 Sistemas
10. Cosecha y manejo
  - 10.1 Métodos
  - 10.2 Secado y almacenamiento
11. Comercialización
  - 11.1 Canales
  - 11.2 Normas
  - 11.3 Clasificación
  - 11.4 Pesas y medidas



12. Transformación

12.1 Concepto

12.2 Elaboración e industrialización

B. Práctica

1. Panorama agrícola del país

Información estadística de producción, área sembrada y rendimientos unitarios de los cultivos

2. Morfología de las semillas

Botánica comparativa de las gramíneas, leguminosas y otras. Pruebas de germinación y pureza

3. Preparación de la semilla para la siembra

Clasificación, desinfección, escarificación. Inoculación de semillas de leguminosas

4. Preparación de terrenos para la siembra

Aradura, rastrillo, surcado, etc. Muestreo de suelos

5. Siembra y fertilización

Prácticas de campo

6. Identificación de malezas y métodos de combate. Uso de herbicidas.

Labores de cultivo

7. Propagación asexual de las plantas

Injertos, estacas, estolones, rizomas, etc. Práctica de campo

8. Identificación de plagas y enfermedades

Métodos de control. Prácticas de campo



9. Cosecha y secado de productos agrícolas  
Limpieza y clasificación de granos
10. Identificación de semillas de diferentes cultivos.

### Excursiones

1. Giras de estudio a las zonas agrícolas
2. Visita a las empresas que se dedican a la venta de maquinaria agrícola
3. Visita a las instalaciones de almacenamiento de cada país.



## CULTIVOS II

(Curso de Cereales y Leguminosas de grano)

- CLAVE: Optativa para cada facultad
- DURACION: 1 semestre
- PRERREQUISITO: Fisiología Vegetal
- INTENSIDAD: 3 horas teóricas y 3 horas prácticas por semana
- SYLLABUS: El objetivo es impartir los conocimientos formativos para la aplicación de los factores modernos del cultivo y del uso racional de los insumos en la producción de los cultivos alimenticios. Esto contribuye a comprender y analizar mejor, los diferentes problemas que confronta la producción de los cultivos alimenticios.

### PROGRAMA SINTETICO

- A. Teoría
1. Introducción
  2. Botánica del cultivo
  3. Ecología de la especie
  4. Semilla
  5. Prácticas agronómicas
  6. Cosecha
  7. Mercadeo





B. Práctica

1. De acuerdo con el cultivo de que se trate.

PROGRAMA ANALITICO

A. Teoría

1. Introducción

- 1.1 Importancia socio-económica

- 1.1.1 Superficie

- 1.1.2 Producción

- 1.1.3 Consumo

- 1.2 Historia del cultivo

- 1.2.1 Origen Geográfico

- 1.2.2 Influencia social

2. Botánica de la Especie

- 2.1 Morfología

- 2.2 Fisiología

- 2.3 Genética y Citogenética

- 2.4 Origen genético

- 2.5 Clasificación

3. Ecología de la Especie

- 3.1 Distribución



- 3.2 Requerimientos
  - 3.2.1 de clima
  - 3.2.2 de suelo
- 3.3 Zonificación
- 3.4 Epocas y fechas de siembra
- 4. Semilla
  - 4.1 Naturaleza Genética
  - 4.2 Tratamiento
    - 4.2.1 Tratamiento físico
      - 4.2.1.1 secamiento
      - 4.2.1.2 clasificación
      - 4.2.1.3 almacenamiento
      - 4.2.1.4 pruebas de germinación
    - 4.2.2 Tratamiento químico
- 5. Prácticas Agronómicas
  - 5.1 Suelos
    - 5.1.1 Preparación
    - 5.1.2 Tratamiento
      - 5.1.2.1 con insecticidas
      - 5.1.2.2 con herbicidas
  - 5.2 Siembra
    - 5.2.1 Métodos
    - 5.2.2 Densidad
      - 5.2.2.1 cantidad de semilla
      - 5.2.2.2 espaciamiento



- 5.3 Fertilización y enmiendas
  - 5.3.1 Fuentes
  - 5.3.2 Cantidad
  - 5.3.3 Formas de aplicación
  - 5.3.4 Epocas
- 5.4 Control de malezas
  - 5.4.1 Mecánico
  - 5.4.2 Químico
- 5.5 Control de insectos y enfermedades
  - 5.5.1 Químico
  - 5.5.2 Biológico
- 5.6 Otras prácticas de acuerdo con el cultivo de que se trate
- 5.7 Asociación y rotación
- 5.8 Riego
- 6. Cosecha
  - 6.1 Epoca oportuna
  - 6.2 Métodos
    - 6.2.1 Manual
    - 6.2.2 Mecanizado
- 7. Mercadeo
  - 7.1 Transporte
  - 7.2 Secado
    - 7.2.1 natural
    - 7.2.2 artificial



7.3 Procesamiento

7.4 Comercialización

7.4.1 sistemas

7.4.2 normas de calidad

7.4.3 costos de producción

7.4.4 precios de garantía

B. Práctica

1. Reconocimiento de semillas de variedades comerciales de cada cultivo.
2. Determinación del porcentaje de humedad en semillas de diferentes cultivos.
3. Determinación del porcentaje de germinación en semillas de variedades comerciales de estos cultivos.
4. Estructuración de proyectos para siembras en parcelas de estudio.
5. Siembras de parcelas con las siguientes variantes:
  - 5.1 variedades
  - 5.2 densidades
  - 5.3 fertilización
  - 5.4 control de malezas e insectos
6. Visitas a campos con siembras comerciales o experimentales, llevando cuestionario que se completará con respuestas del agricultor.
7. Elaboración de un informe detallado de las actividades desarrolladas.





CULTIVOS III

(Cultivos Industriales)

(estimulantes, oleaginosas, textiles, azucareros y aromáticos)

CLAVE: Optativa

PRERREQUISITO: Cultivos II

INTENSIDAD: 3 horas teóricas y 3 horas prácticas por semana

DURACION: 2 semestres

SYLLABUS: Formar en el estudiante el concepto fundamental de lo que constituye el manejo de los principales cultivos industriales que se explotan en el país.

PROGRAMA SINTETICO

1. Importancia económica de los cultivos industriales
2. Cultivo de plantas industriales estimulantes
3. Cultivo de plantas oleaginosas
4. Cultivo de plantas textiles
5. Cultivo de plantas azucareras
6. Cultivo de plantas aromáticas

PROGRAMA ANALITICO

1. Importancia económica de los cultivos industriales
2. Cultivo de plantas industriales estimulantes

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

2. It is essential to ensure that all entries are supported by proper documentation and receipts.

3. Regular audits should be conducted to verify the accuracy of the records and identify any discrepancies.

4. The second part of the document outlines the procedures for handling incoming payments and deposits.

5. All payments received should be promptly recorded and deposited into the designated bank account.

6. It is important to maintain a clear and organized system for tracking all financial activities.

7. The final section provides a summary of the key points and emphasizes the need for consistent record-keeping.

## 2.1 Café

2.1.1 Origen e importancia económica

2.1.2 Genética, Morfología y Fisiología

2.1.3 Tipos, variedades, líneas e híbridos

2.1.4 Requerimiento de suelo y clima

2.1.5 Prácticas culturales

2.1.5.1 Semillero y vivero

2.1.5.2 Preparación del suelo

2.1.5.3 Trasplante

2.1.5.4 Control de malezas

2.1.5.5 Control de plagas y enfermedades

2.1.5.6 Poda

2.1.6 Cosecha

2.1.7 Beneficiado y clasificación

2.1.8 Costos de producción y mercadeo

## 2.2 Tabaco

2.2.1 Origen e importancia económica

2.2.2 Genética, Morfología y Fisiología

2.2.3 Tipos, variedades, líneas e híbridos

2.2.4 Requerimiento de suelo y clima

2.2.5 Prácticas culturales

2.2.5.1 Preparación del suelo

2.2.5.2 Semillero y trasplante

2.2.5.3 Trasplante



- 2.2.5.4 Fertilización
- 2.2.5.5 Control de malezas
- 2.2.5.6 Control de plagas y enfermedades
- 2.2.6 Cosecha
- 2.2.7 Beneficiado y clasificación
- 2.2.8 Costos de producción y mercadeo
- 3. Cultivo de plantas oleaginosas
  - 3.1 Ajonjolí, Maní y Soya
    - 3.1.1 Origen e importancia económica
    - 3.1.2 Genética, Morfología y Fisiología
    - 3.1.3 Tipos, variedades, líneas e híbridos
    - 3.1.4 Requerimientos de suelo y clima
    - 3.1.5 Preparación de la semilla para la siembra
    - 3.1.6 Prácticas culturales
      - 3.1.6.1 Siembra
      - 3.1.6.2 Fertilización
      - 3.1.6.3 Raleo y aporque
      - 3.1.6.4 Control de malezas
      - 3.1.6.5 Control de plagas y enfermedades
    - 3.1.7 Cosecha
    - 3.1.8 Beneficiado y clasificación
    - 3.1.9 Costos de producción y mercadeo
- 4. Cultivo de plantas textiles
  - 4.1 Algodón y Kenaf



- 4.1.1 Origen e importancia económica
  - 4.1.2 Genética, Morfología y Fisiología
  - 4.1.3 Tipos, variedades, líneas e híbridos
  - 4.1.4 Requerimiento de suelo y clima
  - 4.1.5 Prácticas culturales
    - 4.1.5.1 Preparación del suelo
    - 4.1.5.2 Siembra
    - 4.1.5.3 Raleo y aporque
    - 4.1.5.4 Fertilización
    - 4.1.5.5 Control de plagas y enfermedades
    - 4.1.5.6 Control de maleza
    - 4.1.5.7 Desfoliación
  - 4.1.6 Cosecha
  - 4.1.7 Beneficiado y clasificación
  - 4.1.8 Costos de producción y mercadeo
5. Cultivos de plantas azucareras
- 5.1 Caña de azúcar
    - 5.1.1 Origen e importancia económica
    - 5.1.2 Genética, Morfología y Fisiología
    - 5.1.3 Tipos, variedades, líneas e híbridos
    - 5.1.4 Requerimientos de suelo y clima
    - 5.1.5 Prácticas culturales
      - 5.1.5.1 Preparación del suelo
      - 5.1.5.2 Siembra-Sistemas de siembra





- 5.1.5.3 Riego y Fertilización
- 5.1.5.4 Control de malezas
- 5.1.5.5 Control de plagas y enfermedades
- 5.1.6 Cosecha
- 5.1.7 Beneficiado y clasificación
- 5.1.8 Costos de producción y mercadeo
- 6. Cultivos de plantas aromáticas
  - 6.1 Menta, citronela, té de limón, o cualquier otro cultivo de importancia para el país.
    - 6.1.1 Origen e importancia económica
    - 6.1.2 Genética, Morfología y Fisiología
    - 6.1.3 Tipos, variedades, líneas e híbridos
    - 6.1.4 Requerimientos de suelo y clima
    - 6.1.5 Prácticas culturales
      - 6.1.5.1 Preparación del suelo
      - 6.1.5.2 Siembra-Sistemas de siembra
      - 6.1.5.3 Riego y Fertilización
      - 6.1.5.4 Control de malezas
      - 6.1.5.5 Control de plagas y enfermedades
    - 6.1.6 Cosecha
    - 6.1.7 Beneficiado y clasificación
    - 6.1.8 Costos de producción y mercadeo



## PROGRAMA DE PRACTICAS

1. Asignar lotes a los estudiantes para que puedan efectuar las siguientes prácticas:
  - a. Identificación de especies y variedades
  - b. Preparación del suelo y siembra
  - c. Manejo del cultivo: fertilización, control de plagas y enfermedades, etc.
  - d. Cosecha y manejo del producto
2. Visitas a explotaciones comerciales, estaciones experimentales y a instalaciones industriales.

## BIBLIOGRAFIA

1. BROWN, H. B. y WARE, D. D. Algodón. Traducción al español por J. Centro Malo. México, UTEHA, 1961, 623 p.
2. CARDOZIER, V. R. Cultivo y producción del algodón. Traducción al español por José Luis de la Loma. México, Editorial Herrera, S. A. 1962, 430p.
3. COFFEE AND tea. Industries and the flavor field. Edición especial. Progresos de la técnica della producción de café. Turrialba. IICA. 1958. 205 p.
4. COSTE R. "El Café" Editorial Blume, 1969.
5. HAARER, A. E. Producción moderna del café. Traducción de la 1a. edición, revisada por Marcos Godínez Gutiérrez. México CECSA. 1964. 652p.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASA. Cultura e edubacao do algodoneiro. Sao Paulo, Instituto Brasileiro de Potasa. 1965. 567 p.
7. IICA. Café. Servicios técnicos de café y cacao. Turrialba, Costa Rica.
8. \_\_\_\_\_ . Materiales de enseñanza de café y cacao. Turrialba, Costa Rica.



9. LAGIERE, ROBERTO. El algodón. Barcelona, Editorial Blume. 1969, 292 p.
10. MARTIN, J. H. y W. N. LEONARD. Principles of Field Crop Production. Macmillan - New York, 1964.
11. MATEO BOX, J. Leguminosas de grano. Barcelona, SALVAT, Editores, S. A. 1961. 550p.
12. MAZZANI, B. Plantas oleaginosas. Barcelona, SALVAT, Editores, S. A., 1961. 443p.
13. \_\_\_\_\_ . El maní en Venezuela. Venezuela, Centro de Investigaciones Agronómicas, 1961, 101 p.
14. OCHESE et al. Cultivo y Mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol. 1, México, Linusa Wiley S. A. 1925. 828 p.
15. ROCHAE, A. Diccionario del Café. Oficina Panamericana del Café. 1964, 490p.



CULTIVOS IV

CURSO DE AGROSTOLOGIA

CLAVE: (Optativa para cada Facultad)

INTENSIDAD: (Optativa para cada Facultad)

PRERREQUISITOS: Ecología Vegetal

SYLLABUS: Familiarizar al estudiante en los problemas agro-económicos del estudio de forrajes, gramíneas y leguminosas.

PRIMERA PARTE

PROGRAMA SINTETICO

A. Teoría

1. Introducción
2. Descripción botánica de los principales géneros y especies
3. Estudio de otras especies botánicas forrajeras
4. Terminología y definiciones

B. Práctica

1. Prácticas de campo y laboratorio

PROGRAMA ANALITICO

1. Introducción

- 1.1 Historia y distribución geográfica de los forrajes





- 1.2 Importancia económica de las gramíneas y leguminosas forrajeras
2. Descripción botánica de los principales géneros y especies
  - 2.1 Morfología y sistemática de gramíneas y leguminosas forrajeras
  - 2.2 Taxonomía de los principales géneros y especies
  - 2.3 Estudio de las diferentes zonas ecológicas del país
  - 2.4 Descripción botánica de los principales géneros
    - 2.4.1 Gramíneas forrajeras

Panicum	Triticum
Pennisetum	Eragrostis
Digitaria	Coix
Cenchrus	Bromus
Echinochloa	Festuca
Paspalum	Poa
Setaria	Dactylis
Stenotaphrum	Lolium
Brachiaria	Holcus
Euchlaena	Agrostis
Zea	Sporobolus
Tripsacum	Stipa
Cynodon	Aristida
Chloris	Hilaria
Hyparrhenia	Elcusine
Saccharum	Eriochloa
Sorghum	Axonopus
Melinis	Chaetium
Oriza	Ixophorus
Avena	Sorghastrum
	Otros

#### 2.4.2 Leguminosas forrajeras:

Phaseolus	Dolichos
Desmodium	Vigna
Pueraria	Cajanus
Glycine	Pisum
Centrosema	Medicago
Stizolobium	Crotalaria
Stylosanthes	Trifolium

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

Canavalia	Lotus
Cicer	Lupinus
Indigofera	Sesbania
Lathyrus	Vicia
	Otros

## SEGUNDA PARTE

### PROGRAMA SINTETICO

#### A. Teoría

1. Introducción
2. Estudio básico sobre gramíneas y leguminosas forrajeras
3. Establecimiento, explotación y mejoramiento de pastizales
4. Industrialización y almacenamiento de forrajes
5. Terminología y definiciones.

#### B. Práctica

1. Prácticas de campo y laboratorio.

### PROGRAMA ANALITICO

1. Introducción
  - 1.1 Importancia histórica
2. Estudio básico sobre gramíneas y leguminosas forrajeras
  - 2.1 Importancia económica
  - 2.2 Distribución geográfica



- 2.3 Evaluación química de los forrajes (Bromatología)
- 3. Establecimiento, explotación y mejoramiento de pastizales
  - 3.1 Problemas agronómicos
    - 3.1.1 Elección de especies apropiadas
    - 3.1.2 Asociación de gramíneas y leguminosas (mezcla forrajera)
    - 3.1.3 Preparación de terrenos
    - 3.1.4 Selección y preparación de semillas
    - 3.1.5 Métodos de propagación y siembra
  - 3.2 Manejo de potreros
    - 3.2.1 Fertilización, irrigación y drenaje
    - 3.2.2 Control de malezas
    - 3.2.3 Sombra, bebederos y salitreros
    - 3.2.4 Tapavientos (cortinas rompe vientos)
    - 3.2.5 Quemadas
    - 3.2.6 Cercas
    - 3.2.7 Eliminación de sitios peligrosos
    - 3.2.8 Rotación de potreros
    - 3.2.9 Sistemas de pastoreo
    - 3.2.10 Control de plagas y enfermedades
  - 3.3 Mejoramiento forrajero
    - 3.3.1 Fitomejoramiento
    - 3.3.2 Introducción y evaluación de especies
    - 3.3.3 Renovación de especies



- 3.3.4 Semillas
  - 3.3.5 Genética aplicada
  - 3.3.6 Diseños experimentales
  - 4. Industrialización y almacenamiento de forrajes
    - 4.1 Objetivos de la industrialización
      - 4.1.1 Valorización económica
      - 4.1.2 Almacenamiento
      - 4.1.3 Ensilado
      - 4.1.4 Henificación
- B. Práctica
- 1. Prácticas de campo y laboratorio
    - 1.1 Familiarizar al estudiante con la importancia agro-económica de las plantas forrajeras
    - 1.2 Capacitar al estudiante en la identificación de géneros y especies forrajeras de importancia económica
    - 1.3 Establecer diferencias entre gramíneas y leguminosas
    - 1.4 Clasificación e identificación de semillas
    - 1.5 Pruebas de germinación de semillas. Inóculos
    - 1.6 Enfermedades de semillas
    - 1.7 Formación de herbarios
    - 1.8 Jardín botánico de gramíneas y leguminosas
    - 1.9 Observación de prácticas de ensilado y henificación
    - 1.10 Otros problemas





## BIBLIOGRAFIA

1. ALBA, JORGE DE. Alimentación del ganado en América Latina. Costa Rica, Turrialba, IICA, 1958.
2. AUSTRALIA. The journal of the Australian Institute of Agricultural Science. Department of Agriculture, State Office block, Phillip Street, Sydney, N. S. W. 2000.
3. AUSTRALIA. Tropical grasslands. The tropical grassland society of Australia. St. Lucia, Brisbane, Queensland, 4067.
4. BARNETT. Fermentación del ensilado. Traducción del Inglés por María Teresa Toral. Aguilar, Madrid, 1957.
5. BERNARD, C. Grasses and grasslands. Queensland, Book Depot, 61 Adelaide St., Brisbane. MacMillan & Co. Ltd. 1964.
6. BLUE RIBBON SEEDS. A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics.
7. BLUE, WILLIAM G. Fertilization experiments with grass pastures in Costa Rica. Final report of assignment to Costa Rica as pasture agronomist. 1960.
8. BURBIDGE, NANCY T. Australian grasses. Queensland, Book Depot, 61 Adelaide St., Brisbane, Angus and Robertson.
9. CALZADA B., J. Métodos estadísticos para la investigación, 2a. edición, 1964.
10. DAVIES, WILLIAM and SKIDMORE, C. L., eds. Tropical pastures. London, 24 Russel Square. Faber and Faber, Ltd., 1966.
11. DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES. Queensland Agricultural Journal. William Street, Brisbane 4000.
12. ENGLAND. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks. Herbage abstracts.
13. F. A. O. Las gramíneas en agricultura.
14. \_\_\_\_\_ . Las leguminosas en agricultura



15. F. A. O. Mejora de los pastos para el mundo. 1954.
16. \_\_\_\_\_ . Mejora de los pastos del mundo.
17. HUGHES, HEATH y METCALFE. Forrajes. José Luis de la Loma, Trad., México, Compañía Editora Continental, 1966. 758 p.
18. JONES, DONAHE EVANS. La explotación racional de los pastos y praderas artificiales. México 22, D. F. Compañía Editorial Continental, S. A., Calzada de Tlapan No. 4620.
19. LEON, JORGE. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, Trejos, pp. 487.
20. LYNCH, P. B. Conduct of field experiments. Revised in 1966. Bulletin No. 399. N.Z. Department of agriculture.
21. NETHERLANDS. Royal Tropical Institute, Department of Agricultural Research. Tropical Abstracts. Advisory and Documentation Bureau, 63 Mauritskade, Amsterdam-0.
22. PALADINES, OSVALDO, ed. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Montevideo, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada del IICA, 1966.
23. PUERTO RICO. El manejo intensivo de las forrajeras en Puerto Rico. Puerto Rico, Río Piedras, Estación Experimental Agrícola, Boletín 202. Marzo 1967.
24. SWALLEN, JASON R. y HERNANDEZ X., EFRAIM. Clave de los géneros mexicanos de gramíneas, In: Boletín de la Sociedad Botánica de México No. 26, p. 119.
25. SAENZ MAROTO, ALBEPTO. Los forrajes de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, 1955. 666 p.
26. FACULTY OF AGRICULTURE, UNIVERSITY OF THE WEST INDIES. Tropical agriculture. I liffe science and technology publications Ltd. I liffe house, 32 High Street, Guildford, Surrey, England.
27. TEXAS A. & M. UNIVERSITY. Know your grasses.
28. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Manual of the grasses of the United States. 2nd edition. 1950, pp 1051.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

In the second section, the author outlines the various methods used to collect and analyze the data. This includes both primary and secondary data collection techniques. The primary data was gathered through direct observation and interviews, while secondary data was obtained from existing reports and databases.

The third section details the statistical analysis performed on the collected data. Various statistical tests were used to determine the significance of the findings. The results indicate a strong correlation between the variables being studied, suggesting that the observed trends are not merely coincidental.

Finally, the document concludes with a series of recommendations based on the research findings. These recommendations are aimed at improving the efficiency of the processes being analyzed and ensuring that the data is used effectively for decision-making.

29. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Manual of the grasses of the West Indies. Miscellaneous Publication No. 243.
30. U. S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE, WASHINGTON. The grasses of Central America.
31. VELEZ, ISMAEL y OVERBEEK, JOHANNES VAN. Puerto Rico, Río Piedras, Editorial universitaria, 1950.
32. VICTORIA. National Science Center, Clunies Roos House, 191, Royal Parade, Parkville.
33. VOISIN. Dinámica de los pastos. Madrid, Editorial Tecnos, S. A. 1962.
34. WILSON y LOOMIS. Botánica. México: Centro Regional de Ayuda Técnica. Traducción al español de la 4a. edición en inglés por la Dra. Irina L. de Coll. 1968.
35. WATTSON y SMITH. El ensilaje. México 22, D. F., Editorial Continental, S. A., Calzada de Tlalpan No. 4620.

[The text in this section is extremely faint and illegible due to low contrast and scan quality. It appears to be a list or index of items, possibly names and dates, but the characters are too small and blurry to transcribe accurately.]

## LA COMUNICACION CIENTIFICA

Carlos Luis Arias\*

Se puede afirmar que una investigación no se ha concluido hasta tanto no se hayan escrito y difundido sus resultados. El hecho de sentarse a escribir el proceso y resultados de un trabajo científico y ponerlo a disposición de los interesados, pareciera que constituye un problema para muchos investigadores. Se dice como excusa que no hay tiempo, que no hay facilidades, pero cualquier excusa que se aduzca no tiene validez ya que todo trabajo científico se hace con objetivos predeterminados y no por el simple hecho de hacer investigaciones para satisfacer curiosidades propias del investigador. El hombre de ciencia trabaja siempre para instituciones que están haciendo grandes inversiones en salarios, equipo, campos experimentales y edificios, y éste tiene responsabilidades ante la institución y principalmente, ante la sociedad que está sufragando todos estos gastos. Su deber es pues, cumplir los objetivos de su trabajo, relatar los hechos descubiertos y dar a conocer los resultados con prontitud a la gente que los está necesitando.

Se dice que uno de los obstáculos mayores, es que el investigador no tiene habilidades para escribir. Barrie, un novelista inglés, dijo hace muchos años, que "El hombre de ciencia parece ser el único que tiene algo que decir, pero es también el único que no sabe cómo decirlo". El lo dijo para hacer un poco de burla a los seguidores de Huxley y Spencer; pero si examinamos muchos de los discursos y escritos de los investigadores, vemos que hay mucho de verdad en su dicho.

El investigador usa en la realización de su trabajo, precisión y exactitud, y generalmente hace alarde de la eficiencia con que ha usado todos los recursos con que cuenta el método científico, pero desgraciadamente también hace a menudo un uso bastante descuidado de otro instrumento de precisión que ha sido esencial para el progreso del hombre: el lenguaje. Lo usa a menudo casi con tanto descuido, como un niño maneja un arma de fuego.

---

\*Comunicador Asociado, IICA-Zona Norte, Guatemala.

Para justificar este hecho se dice con frecuencia que el problema radica en que desde pequeños nos hemos acostumbrado a escuchar un mal uso del lenguaje. Pero en un mundo en donde estamos siendo bombardeados por un cúmulo de nuevas ideas y nuevos conocimientos, debemos preocuparnos por usar eficientemente los medios de comunicación para que nuestra contribución al progreso humano sea efectiva. Es decir, que cumplamos a cabalidad nuestra misión: transmitir los conocimientos adquiridos a través de nuestra experiencia, observación e investigación a quienes los puedan utilizar.

Nuestra responsabilidad es grande; debemos darnos cuenta que somos manipuladores de una serie de conocimientos y nuevas ideas y que si no las comunicamos con fidelidad, corremos el riesgo de que se mal interpreten, se distorsionen o que fracasemos en su comunicación.

Hay una serie de factores físicos y emocionales, que se interponen en la comunicación y que todo técnico debe conocer y analizar para que use la comunicación con la misma exactitud y precisión con que se lleva a cabo el trabajo científico.

Sabemos que cada individuo tiene una formación diferente, muy suya; su respuesta frente a los estímulos, es diferente a la de los otros individuos. La aceptación de las nuevas ideas, dependerá del sistema de valores que ha desarrollado a través de sus experiencias a lo largo de su vida y del contacto con la sociedad en la cual ha crecido como miembro.

Por esto creemos que es conveniente hacer un breve repaso sobre los fundamentos de la comunicación, su proceso y los factores que influyen en su eficiencia, así como aquellos recursos con que contamos para reforzar el aprendizaje.

### Qué es Comunicación?

Es indudable que una de las grandes facultades que poseen los seres humanos es la de comunicarse, no sólo comunicarse entre sí, sino también con otras generaciones. La comunicación ha hecho posible la formación de las culturas y el progreso de la humanidad. Los distintos medios de comunicación que ha creado el hombre han sido los vehículos que han llevado de una región a otra los resultados de sus observaciones, de sus experiencias y de sus descubrimientos. Todo esto



capitalizado ha hecho el milagro de la vida moderna con todas sus conveniencias, sus ventajas y comodidades. El ser humano puede hoy día gozar de una vida más sana y más confortable, ha aumentado considerablemente su eficiencia para la producción de alimentos y materias primas y ha desarrollado notablemente su inventiva para realizar grandes descubrimientos.

Comunicación viene del latín "communis" que significa "común". Cuando comunicamos, hacemos algo "común" con alguien, es decir, tratamos de compartir una idea, una información, un conocimiento con otra u otras personas. La mayor parte de nuestro tiempo la pasamos comunicando. Comunicamos por medio de la palabra hablada o escrita, por medio de gestos, acciones y movimientos.

Los sentidos son instrumentos de la comunicación. A través de ellos el ser humano es capaz de aprender, de emitir mensajes, y de recibir comunicaciones. Por medio de ellos interpretamos la realidad exterior, interpretamos señales o símbolos. Hoy día dependemos más de símbolos y señales que de cosas reales. Los símbolos y señales pueden ser orales, escritos y visuales.

Por medio de expresiones faciales, movimientos de las manos o del cuerpo expresamos ideas, pensamientos, estados de ánimo. Estos son señales visuales. Cuando hablamos o escribimos usamos el lenguaje que es simplemente un código, una serie de señales orales con su representación gráfica, de las cuales nos valemos para expresar nuestras ideas, en forma oral o escrita.

También hay otro código por medio del cual comunicamos, expresamos ideas. Esto es, por medio de nuestra conducta, mostramos amistad, antipatía, respeto, etc., aunque algunas veces no nos damos cuenta de ello. En otras palabras, todo aquello a lo que podamos dar un significado lo podemos utilizar para comunicarnos.

La comunicación tiene pues muchos aspectos. Para comprender su importancia y mejorar la habilidad de comunicar en cualquier clase de actividad que desempeñemos, debemos comprender el proceso, los factores que determinan la comunicación y los efectos que produce.

Si deseamos ser más eficientes en nuestro trabajo debemos pues analizar nuestra conducta comunicativa, comprender cómo se realiza el proceso de la comunicación y conocer los elementos que intervienen en él, ya que la comunicación es un componente básico en todas las actividades humanas.

### Cuáles elementos intervienen en el proceso?

La comunicación requiere siempre por lo menos de tres elementos: la fuente o emisor, el mensaje y el destinatario o receptor.

La fuente puede ser un individuo hablando, escribiendo, pintando, gesticulando, o un organismo público dedicado a la difusión de informaciones como un periódico, una casa editorial, una escuela, una estación de radio o de televisión, un servicio de extensión agrícola, un centro de investigación, etc.

El mensaje puede estar impreso (palabras, dibujos), en ondas sonoras, impulsos de corriente eléctrica, movimientos de mano o de banderas, los cuales deben tener algún significado para el que lo recibe, o destinatario.

El destinatario puede ser un individuo escuchando, mirando, leyendo, o un grupo de individuos como el público de una conferencia, o concierto, o de una actividad deportiva. También el destinatario puede ser el individuo que forma parte de una masa, de un grupo grande de personas que escucha la radio, lee la prensa u observa la televisión.

Cuando la fuente desea hacer "común" un sentimiento, una idea, una información, con el destinatario, es decir cuando desea enviar un mensaje, traduce sus ideas, propósitos o intenciones a un código o clave. Lo traduce a una serie de símbolos o señales por medio de los cuales el mensaje puede ser cifrado y transmitido.

En la comunicación de persona a persona, el cifrado del mensaje se puede efectuar por medio de los mecanismos bucales, los cuales producen palabras; notas musicales, gritos, etc., por medio del sistema muscular de las manos, el cual puede producir palabras escritas, dibujos, movimientos; o por medio del sistema muscular de cualquier parte del cuerpo que produce gestos, movimientos o posturas del cuerpo. El cifrado del mensaje se puede hacer pues, por medio de las habilidades motrices de la fuente o emisor. Cuando el mensaje está listo para ser transmitido se necesita algo más para hacerlo llegar a su destino, se necesita un medio, algo que sirva para transportarlo al destinatario. Entra aquí un cuarto elemento en el proceso y es el canal de comunicación. Para lograr efectividad en la comunicación es necesario hacer una buena selección del canal de la comunicación.

Si detenemos aquí el proceso, la comunicación no se lleva a cabo. Es necesario que haya alguien al otro extremo del canal de comunicación. Este es el receptor o destinatario o sea el objetivo de nuestra comunicación.

Pero el mensaje dijimos que estaba cifrado en un código o clave especial. Es necesario pues descifrarlo y ponerlo en tal forma que el destinatario lo pueda recibir y hacer uso de él. En la comunicación de persona a persona, como dijimos antes, el cifrado del mensaje se haría por medio de las habilidades motrices de la fuente, y el descifrado se haría por medio de las habilidades sensoriales del destinatario, es decir, por medio de sus sentidos.

Si analizamos cualquier situación de comunicación podemos encontrar claramente los elementos descritos hasta aquí, pero también vamos a encontrar algo más. Estos elementos no son independientes, en algunos casos están interrelacionados, sobreponiéndose unos a otros y en algunas ocasiones los encontramos en un orden inverso. Todo depende de la situación de comunicación que analicemos y los propósitos o intenciones de la fuente de comunicación. Encontraremos situaciones en que un individuo es fuente o emisor y al mismo tiempo es receptor o destinatario, estará desempeñando diferentes funciones al mismo tiempo.

### Cómo hacemos más eficientes las comunicaciones?

Quando enviamos un mensaje del cual deseamos una respuesta, esperamos que nuestra comunicación sea recibida fielmente, que el mensaje que reciba el destinatario exprese perfectamente nuestras intenciones, y que lo reciba con exactitud.

Al estudiar el proceso de la comunicación con el fin de mejorar la eficacia de nuestras comunicaciones debemos determinar todo aquello que reduce o incrementa su eficiencia.

Quando se habla de electrónica comúnmente se llama interferencia o ruido a aquello que dificulta la fidelidad de las audiciones, lo cual también pueden ser mensajes que interfieran con otros mensajes y que dificultan su recepción.

Basándonos en lo anterior podemos introducir un nuevo elemento en el proceso de la comunicación y es todo

aquello que interfiera en la fidelidad del mensaje, y que reduce su eficacia; lo llamaremos ruido, interferencia, estática, etc.

Hay cuatro factores dentro de la fuente misma o en el cifrador del mensaje y dentro del receptor o el descifrador del mensaje que aumentan la fidelidad del mismo: a) las habilidades para comunicar y recibir mensajes; b) las actitudes; c) los conocimientos y d) su posición dentro del sistema social.

a) Habilidades. Cinco habilidades podemos señalar, dos que son en sí habilidades para cifrar el mensaje: la habilidad para escribir y la habilidad para hablar. Dos que son habilidades para descifrar el mensaje: habilidad para leer y la habilidad para escuchar. La otra habilidad es imprescindible para el cifrado y descifrado del mensaje y es la habilidad de pensar o de razonar.

Hay otras habilidades que ayudan a aumentar la eficacia de la comunicación, que no son habilidades generales. Estas son la habilidad para pintar, para dibujar y para hacer gestos.

Las habilidades de la fuente o del cifrador para comunicar determinan la fidelidad de la comunicación pues ellas tienen influencia sobre su habilidad para analizar sus propósitos e intenciones e influyen también en su habilidad para cifrar los mensajes por medio de los cuales expresa sus intenciones.

Es natural que para cifrar o codificar mensajes es necesario poseer la habilidad para hacerlo. Si vamos a escribir nuestros mensajes o los vamos a hacer en forma verbal, necesitamos tener un adecuado conocimiento de vocabulario para expresar nuestras ideas. Decimos adecuado porque lo esencial es que las palabras de nuestro mensaje expresen claramente lo que deseamos expresar, no queremos demostrar que tenemos instrucción, que hemos leído mucho. Tenemos que escribir bien, saber cómo unir las palabras para que juntas den al destinatario una idea clara y precisa de lo que deseamos comunicarle.

Si vamos a comunicar por medio de la palabra hablada necesitamos además de las habilidades mencionadas, otras tales como una buena pronunciación de las palabras y ciertos gestos para acompañarlas. También debemos tener habilidad para escuchar, para poder interpretar mensajes provenientes de quienes nos escuchan y así poder alterar o cambiar la forma como estamos dando nuestros mensajes.

Nuestras habilidades para comunicar, nuestras facilidades para manejar el lenguaje influyen en nuestra manera de cifrar el mensaje. Más aún estas habilidades influyen en nuestros mismos pensamientos. Específicamente, las palabras que usamos y la manera como las unimos, influyen en lo que pensamos y en cómo pensamos, pues para pensar necesitamos usar los nombres de las cosas, las palabras que tenemos para designar las cosas. De modo que los nombres que tenemos a nuestra disposición y la forma como designamos las cosas, influyen en nuestro pensamiento.

La facilidad lingüística de la fuente es un factor importante en el proceso de la comunicación.

Como fuente de comunicación estamos limitados en nuestra habilidad para expresar nuestros propósitos si no tenemos la destreza necesaria para codificar el mensaje con exactitud. Nuestra deficiencia en habilidad para comunicar limita las ideas que están disponibles y limita nuestra habilidad para manipular estas ideas y para pensar.

b) Actitudes. Las actitudes de la fuente o del cifrador de la comunicación influyen en la manera como comunica. Desafortunadamente la palabra actitud no es fácil de definir. Para nuestro propósito podemos decir que actitud es lo que sentimos por la persona que nos escucha, por la persona a quien queremos dar el mensaje. Podemos estar predispuestos hacia el receptor, podemos tener ciertas tendencias hacia él, deseos de acercarnos o más bien de alejarnos. Si nosotros somos receptores, las actitudes pueden ser hacia el emisor o fuente de comunicación. De modo que las actitudes pueden ser favorables o desfavorables.

Pero no sólo la eficacia de la comunicación es afectada por la actitud hacia el receptor o emisor. También la actitud hacia nosotros mismos y la actitud hacia el tema que vamos a tratar afecta la eficacia de la comunicación.

La actitud hacia nosotros mismos afecta la eficacia si tenemos una actitud negativa o positiva hacia nosotros mismos, esto afecta la forma como expresemos nuestro mensaje. Si tenemos confianza en nosotros mismos, si creemos que lo que estamos haciendo está bien hecho, esto se refleja en nuestro mensaje y aumenta la eficacia de la comunicación. Si nuestra actitud hacia nosotros mismos es negativa esto afectará negativamente la eficacia de la comunicación. La falta de confianza en nosotros mismos produce una actitud negativa.

Casos de actitud negativa hacia nosotros mismos, son aquellos cuando nos ataca un miedo pánico ante el público, cuando no aceptamos una promoción en nuestro trabajo porque no nos sentimos capaces de manejar nuevas responsabilidades, o cuando tenemos que escribir algo y no lo hacemos porque no sabemos cómo empezar.

La actitud del emisor hacia el tema del mensaje influye en la forma como se presenta y en la eficacia. Cuando leemos un libro o una revista, cuando escuchamos una conferencia, cuando tratamos con vendedores, o cuando observamos a un actor, observamos su actitud hacia el tema de que se trata. Aunque algunas veces no es posible observarlos. Muchas firmas comerciales por ejemplo, no contratan vendedores que no crean sinceramente en la bondad de los productos que van a ofrecer.

c) Conocimientos. No hay duda que el nivel de conocimientos que tiene el emisor sobre el tema de su mensaje influye poderosamente en la efectividad. No podemos comunicar lo que no conocemos, no sabemos, o no entendemos.

También un amplio conocimiento sobre el tema puede llegar a complicar el mensaje porque lleva al emisor a usar un lenguaje muy elevado, sencillo para él, pero posiblemente complejo para el receptor, lo que impide la recepción del mensaje.

A menudo se discute si un conocimiento amplio sobre un tema es suficiente para poder transmitirlo a otros. Otras veces se dice que saber enseñar, es decir saber cómo transmitir conocimientos, es suficiente, aunque no se conozca mucho el tema. Ambas aseveraciones no son falsas si se expresan en esa forma. La fuente o emisor no solo debe conocer bien el tema que trata, sino que debe tener conocimientos de cómo comunicarlo.

Estamos hablando de conocimientos. El conocimiento de todo el proceso de la comunicación nos ayuda a mejorar nuestra habilidad para comunicar. Nos capacita para hacer un análisis del mismo y saber cuáles son nuestras propias actitudes, las características de nuestro receptor, las formas de producir mensajes, el tratamiento que debemos darle y la selección de los canales de comunicación.

El conocimiento de la comunicación afecta pues nuestra forma de comunicar.

d) Sistema Socio-Cultural. Ninguna fuente o receptor de comunicaciones es un agente aislado, siempre forma parte de un sistema socio-cultural y está recibiendo la influencia de este sistema. Debemos conocer sus habilidades en cuanto a emitir o recibir comunicaciones, sus actitudes, y sus conocimientos, pero también debemos conocer el sistema socio-cultural en el cual está operando. Debemos saber cuál es su situación dentro del sistema social, los papeles o roles que desempeñan, las funciones que debe llenar, el prestigio que él cree tener y el que le confiere el sistema social al cual pertenece. Debemos conocer el contexto cultural dentro del cual comunica o recibe comunicación, sus creencias y valores dominantes, las formas de conducta que son aceptables o no, requeridas o no, dentro de su cultura. Necesitamos conocer también lo que se espera de él y lo que él espera de los demás. Todos estos factores afectan su forma de comunicar y de recibir mensajes.

La gente de las distintas clases sociales se comunica diferente, la gente de diversas culturas tienen formas diferentes de comunicarse. Las mismas palabras, se emplean con sentidos diversos, de acuerdo con el sistema social o cultural del emisor y del receptor. Las diferentes culturas y los diversos sistemas sociales dan a las mismas palabras significados diferentes y usan canales de comunicación diferentes.

También podemos tomar en cuenta que en ocasiones la misma persona desempeña diferentes papeles o roles dentro de su sistema social y que cambian las percepciones e imágenes de esta persona respecto a la posición social o cultural del receptor.

### Qué similitud hay entre Comunicación y Aprendizaje?

Si se compara una situación de comunicación con una de aprendizaje se comprenderá que entre el proceso de la comunicación y el proceso de aprendizaje hay bastante similitud.

Si en la situación en que nos encontramos estamos interesados en que nuestro público aprenda algo, el conocimiento y comprensión del proceso de la comunicación y del proceso de aprendizaje nos ayudará a realizar con éxito nuestro trabajo. Seremos más eficientes si comprendemos lo básico de ambos procesos.

Hay muchas actividades que todos reconocemos como casos ilustrativos de aprendizaje: cuando adquirimos nuevo vocabulario, cuando aprendemos a manejar un vehículo. Cuando memorizamos nombres. Hay otros casos no tan obvios como los anteriores que también pueden clasificarse como de aprendizaje; por ejemplo, cuando adquirimos prejuicios, preferencias por algo, ideales, u otras formas de conducta resultantes de nuestra relación diaria con otras personas. Hay otros casos de aprendizaje que no se clasifican como tales por su poca o ninguna utilidad, pero que son también casos ilustrativos, por ejemplo, los tics nerviosos, los amaneramientos, los gestos, etc.

Todos estos casos nos ayudarán a comprender qué es el aprendizaje ya que hay muchas teorías y por consiguiente muchas definiciones.

Podemos decir que aprendizaje es el mejoramiento individual debido a la repetición de una acción que nos produce placer o beneficio. Aunque, como dijimos antes, en algunas ocasiones el aprendizaje nos puede producir placer pero no beneficio, ni es deseable. Pero generalizando podemos decir que aprendizaje es el proceso debido al cual se origina una actividad o se produce un cambio en la reacción (o respuesta) del individuo a una situación (o estímulo) el cual no debe ser causado por tendencias innatas en el individuo, o debido a su madurez o a estados orgánicos momentáneos, causados por fatiga o por el empleo de drogas. Debe ser un cambio en su comportamiento, una respuesta sistemática que da el individuo ante la presencia repetida de un estímulo o diferentes respuestas ante la presencia repetida del mismo estímulo. Cuando el individuo se comporta así se dice que ha realizado un aprendizaje.

De modo que para que se realice el aprendizaje es condición indispensable la presencia de un estímulo. El estímulo debe ser pues, percibido, sentido, interpretado por el individuo para que pueda dar una respuesta.

En algunas ocasiones ante la presencia de un estímulo, como el calor al tacto, retiramos la mano, o cuando vemos que nos va a caer una paja en el ojo, cerramos el ojo. Aquí no hay aprendizaje, son movimientos reflejos, sin nuestro control, es importante considerarlos cuando estudiamos el aprendizaje. En estas situaciones el estímulo únicamente se percibe y se responde. Para que haya aprendizaje es necesario que suceda algo entre el momento que se presenta el estímulo y el momento en que se da la respuesta. Es decir, es



necesaria la interpretación del estímulo. El individuo tiene que tomar ciertas decisiones, debe tener un control sobre la respuesta. Pero hay algo más, al dar la respuesta lo hace en forma tentativa, con cuidado, y observa las consecuencias, si recibe gratificación por ella, si sus consecuencias son agradables, responderá en el futuro en igual forma ante el mismo estímulo. Pero si sus consecuencias fueron desagradables y no recibió gratificación por su respuesta, el individuo descuenta esa respuesta y prepara una nueva.

Pero no se considera que el individuo haya aprendido si responde al mismo estímulo, una, dos o tres veces en igual forma. Ha aprendido cuando su respuesta se hace habitual, cuando su respuesta es siempre igual al presentarse el mismo estímulo.

Resumiendo podemos decir que los ingredientes del proceso de aprendizaje son:

1. Presentación del estímulo
2. Percepción del estímulo
3. Interpretación
4. Respuesta de prueba
5. Percepción de las consecuencias que tiene la respuesta de prueba
6. Reinterpretación de las consecuencias y preparación de nuevas respuestas
7. Desarrollo de una relación estable entre estímulo y respuesta: formación del hábito.

Una vez que el hábito se desarrolla el individuo cesa de interpretar el estímulo, contesta automáticamente sin pensar, ni analizar. Algo parecido a los actos reflejos de nuestro organismo.

### Cómo reforzamos el aprendizaje?

Nuestro objetivo es que el individuo que nos escucha aprenda; podemos seguir estos métodos para reforzar el aprendizaje.

#### 1. Dar reconocimientos o estímulos

Si el individuo responde en la forma que nosotros deseamos debemos darle alguna gratificación

o estímulo. Pero este estímulo debe ser oportuno y adecuado. No debe dejarse pasar mucho tiempo entre su respuesta y nuestra gratificación. El reconocimiento también debe ser adecuado a la respuesta dada, no debe ser poco, ni exagerado que haga sentirse al individuo anonadado o ridiculizado por lo que ha hecho.

## 2. Repetir el mensaje

El mismo mensaje debe darse repetidamente, cifrándolo en códigos diferentes, comprensibles por el receptor o usarse canales de comunicación diferentes.

## 3. Aislar el mensaje

Debemos evitar que otros mensajes interfieran con el mensaje que queremos dar. Muchos mensajes a la vez distraen la mente del receptor. Si damos un solo mensaje, hacemos énfasis en la idea que queremos transmitir, lograremos que sea aceptado nuestro mensaje y que el receptor responda en la forma que deseamos.

## REFERENCIAS

1. BERLO, DAVID. The communication process. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1960. 318 p.
2. COLIN, CHERRY. On human communication. Cambridge, Mass., The Technology Press, 1957.
3. HALL, EDWARD T. The silent language. Doubleday, 1959. 192 p.
4. SCHRAMM, WILBUR. The process and effects of mass communication. Urbana, Ill., University of Illinois Press, 1954. 586 p.

## LA FERTILIDAD DEL SUELO EN RELACION CON LOS CULTIVOS

Rufo Bazán\*

En la actualidad, dos problemas son de interés general:

1. Que la población mundial está en continuo aumento. De esto no cabe duda alguna y es suficiente ver que hasta aproximadamente el año 1850 la población mundial escasamente llegaba a los mil millones; tomó aproximadamente 80 años más para alcanzar la cifra de los dos mil millones y sólo 30 años más para lograr la cifra de los tres mil millones en 1960. Se espera que se llegará a los cuatro mil millones alrededor de 1975, o sea dentro de 5 años más.
2. A consecuencia del punto anterior, la producción de alimentos básicos necesarios para el sustento de la población mundial debe ser aumentada considerablemente. En 1965 se estimó que las demandas de alimentación en los países menos desarrollados aumentaría en un 4% para cubrir las necesidades de la población en aumento, o sea que el incremento de la producción de esos países fue menor que el incremento de su población, resultando en realidad en una disminución per cápita de alimento producido.

Una vez que las importaciones de los países más avanzados no puedan aliviar esa demanda, es innegable que la producción debe ser incrementada, sea por un mayor rendimiento de aquellos suelos actualmente en explotación o incorporando nuevas tierras a la agricultura.

Científicos conocidos manifiestan que a pesar de existir nuevas áreas potencialmente aprovechables, las oportunidades son mejores para lograr el incremento en la producción aumentando los rendimientos de los mejores suelos actualmente en cultivo, bajo normas de manejo adecuadas.

---

\*Edafólogo Asociado, IICA-CEI, Turrialba, Costa Rica

Por otra parte, la mayoría de la población se encuentra deseosa de alcanzar un estandar de vida que talvez al presente es sólo privilegio de una parte de la población; por consiguiente, en todas sus actividades el hombre mantiene una economía puramente extractiva, aprovechando de las bondades de la tierra y contribuyendo muy poco a su restablecimiento; en otras palabras, no hace un manejo adecuado de la tierra. No siempre se escoge el cultivo más adecuado para determinado suelo, y cuando lo hace, el cultivo se extiende indefinidamente con desmedro de otros; el fin que persigue con esta práctica es de anteponer los ingresos económicos a la condición propia del suelo.

El desconocimiento y abuso que se hace del suelo dejan huellas imborrables en forma de tierras difíciles y hasta imposibles de ser re-utilizadas. La mejor solución es de obtener rendimientos óptimos si no máximos de la tierra sin perder su fertilidad.

Es por demás extraño que en general no se relacione a la ciencia con algo familiar y corriente como es el suelo. Es tradicional el conocimiento de que 90 años atrás, Dokuchaev, en Rusia, enseñaba que el suelo es una entidad viviente, derivada de la roca madre bajo la influencia de parámetros tales como clima, organismos, topografía y tiempo; este principio nos enseña que el suelo debe ser estudiado en relación a su origen y al medio ambiente en que se forma; en igual forma que las plantas y organismos vivos en general.

El estado del suelo es fundamental en el problema de la producción agrícola. Las máquinas modernas por sí solas, así como tampoco las técnicas de mercadeo más refinadas podrán conseguir el incremento de la producción a menos que el suelo se encuentre debidamente acondicionado para suplir las necesidades de los diferentes cultivos. Por consiguiente, la condición de fertilidad de los suelos tiene una relación vital con el problema de alimentación de la población mundial.

Las estadísticas nos muestran que hasta hace unos 5 años existían aproximadamente 5 hectáreas de tierra por persona, 0.46 hectáreas eran cultivadas, 0.92 hectáreas eran áreas de pastoreo, 1.6 hectáreas eran de bosque y 2.06 hectáreas eran inapropiadas para su uso en la agricultura. Por otra parte, se ha estimado que existen aproximadamente 480 millones de hectáreas de tierras en los trópicos húmedos; más de 140 millones de hectáreas en la región templada y vastas áreas aprovechables en las zonas áridas y semi-áridas y sub-árticas. Con la tecnología moderna existente sería posible utilizar los suelos de todas estas áreas; el problema es encontrar o conocer los principios generales que caracterizan esa propiedad tan importante de los suelos, que es la fertilidad y desarrollar planes prácticos y económicos para mantener y aumentar esa fertilidad bajo las condiciones ecológicas predominantes.

Pero, ¿qué se entiende por fertilidad de suelos? No existe un concepto totalmente aceptado definido por el término fertilidad del suelo. Algunos científicos consideran que la fertilidad se refiere al estado nutricional del suelo, incluyendo cantidad, disponibilidad y relaciones entre los diferentes nutrimentos. En otras palabras, podemos decir que la fertilidad es la habilidad del suelo de proporcionar los nutrimentos requeridos por la planta en las diferentes etapas de su crecimiento.

Qué podemos decir de la relación presente entre fertilidad del suelo y los cultivos? La literatura nos muestra que, por lo menos en América Latina, la mayor parte del incremento de la producción agrícola proviene de la continuada expansión de la superficie cultivada y no a un mayor rendimiento por unidad de superficie. Así, por ejemplo, mientras los rendimientos medios de cereales y oleaginosas y tubérculos sólo mejoran en un 16%, la superficie dedicada a estos cultivos aumentó en un 40% en el mismo período de tiempo de 5 años.

En general entre las razones para tal acontecimiento pueden indicarse:

- a) Bajo rendimiento por razones genéticas o climáticas
- b) Incidencia de enfermedades e insectos
- c) Prácticas agrícolas inadecuadas
- d) Uso inadecuado de las tierras que no son propias para el cultivo deseado
- e) Desventajas en precios, mercados y falta de crédito agrícola que induzcan al agricultor a hacer un esfuerzo para aumentar su producción.

El rendimiento de cualquier cultivo y el incremento debido a la aplicación de fertilizantes depende de muchos factores relacionados con el suelo, la planta, el clima y labores culturales. El nivel de disponibilidad de nutrimentos es de principal importancia en el rendimiento de las cosechas. Debido a que deficiencias nutricionales del suelo no son posibles de ser detectadas a simple vista o por el tacto, se hace necesario el empleo de métodos especiales de diagnóstico, tales como los análisis de suelos y de tejidos vegetales, especialmente de hojas. Sin embargo, para determinar el tipo y la cantidad de fertilizante a emplear y las prácticas culturales a seguir para una mayor producción se hace todavía necesario considerar los efectos e interacciones de todos los factores antes mencionados; la evaluación cuantitativa de los efectos de esos factores requiere de un estudio y experimentación cuidadosos en el campo y en el laboratorio.

En el campo de la experimentación, los resultados de la mayoría de las experiencias varían de año a año y aunque estadísticamente puede haber una tendencia significativa debido a tratamientos, no existe una respuesta cuantitativa constante de un tratamiento en particular.

Por consiguiente, ha sido una práctica común el mantener un experimento por un cierto número de años con el objeto de obtener un resultado estadístico promedio, para así contrarrestar la inevitable variabilidad estacional asociada con el trabajo de campo. La evidencia estadística muestra que, en la mejor de las circunstancias, un 20 a 25% de la variación total está asociada con el error experimental y la mayoría de las técnicas modernas de la experimentación tratan de reducir este error.

Los experimentadores de campo conocen la importancia de la estación o época del año como factor determinante de sus resultados; sin embargo, las más de las veces, no se definen las condiciones climáticas reinantes en el lugar de la investigación. El uso de datos meteorológicos de una estación central y su aplicación a los lugares de experimentación no siempre es satisfactorio aún cuando el aspecto y condiciones físicas externas sean similares. Revisando la literatura, o por simple experimentación, se puede conocer que el contenido de humedad del suelo, temperatura del suelo y los factores micro-meteorológicos influyen grandemente en el comportamiento de los cultivos: así, por ejemplo, la absorción del fósforo es dependiente de la humedad del suelo, la temperatura de la zona radicular de la planta y de la radiación solar, así como también probablemente de la gradiente de humedad relativa de la superficie de las hojas. El rendimiento del algodón aparentemente es una función de la cantidad y disponibilidad de la humedad del suelo. En la producción de pastos, la respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados está determinada por la temperatura del aire y la radiación solar.

En la actualidad, parece que el número de variables físicas (suelo y microclima) que controlan las respuestas biológicas están en aumento, mientras que el total de nutrientes químicos necesarios para un cultivo ha llegado ya a su límite máximo. Por consiguiente, es talvez oportuno investigar las razones de las variaciones encontradas en las investigaciones suelo-planta y una vez que se dispone de métodos para medir muchos parámetros físicos del suelo y del medio ambiente, sería posible eliminar parte del error experimental de campo o eliminar aquellos parámetros del clima y del suelo no necesarios para el desarrollo de la planta.

Podemos decir entonces que, si acaso se registran más parámetros medio-ambientales y biológicos, se podrían reducir el número de experimentos por realizar con los recursos disponibles y, por consiguiente, eliminar todas o la mayoría de aquellas experiencias de campo carentes de aquellos parámetros. Cuando un experimento ha sido concluido en determinada zona y en determinado suelo, puede ocurrir que la respuesta a la fertilización sea tan marcada que no puede pasar desapercibida, aún en presencia de cambios estacionales y climáticos. También puede ocurrir que la respuesta sea apenas marginal y que el experimentador no esté seguro de poderlo repetir cualitativamente, pero que sí sabe que cuantitativamente no podrá ser repetido en un lapso relativamente largo. En cualquier caso, es evidente que es innecesario repetir el experimento; en el primer caso, debido a que la respuesta fue terminante y completa; en el segundo caso, debido a que no es factible de interpretación.

Existen ciertas limitaciones en la investigación ligada a la fertilidad de suelos que bien puede ser aplicada tanto a los cultivos básicos como a otros en general:

- 1) La aplicación limitada de ensayos en macetas en condiciones de invernadero.

Este tipo de investigación está ampliamente difundido en muchos países. Los resultados obtenidos por este método son factibles de interpretación en el caso de deficiencias que en su mayoría afectan o restringen el crecimiento vegetativo. Sin embargo, la aplicación de sus resultados en un todo es un procedimiento riesgoso. Nuestra hipótesis nos lleva a la conclusión de que tales resultados podrían ser trasladados a condiciones de campo si acaso el medio ambiente del invernadero y del campo han sido determinados cuantitativamente. Es muy posible que de todas maneras el traspaso de resultados no sea conseguido por algún tiempo. El llevar evidencia de una especie, obtenida en condiciones de invernadero a otra especie creciendo en condiciones de campo difícilmente puede ser exitosa o no a través de correlaciones empíricas.

- 2) Variación entre replicaciones en experimentos de campo.

Normalmente en experimentos en condiciones de invernadero se asegura la uniformidad del suelo y del régimen de humedad en todos los tratamientos, de tal manera que la variación entre unidades o bloques sea mucho menor que en el campo.

Cuando el análisis de experimentos de campo demuestra que existen diferencias de condiciones de suelo entre tratamientos, el experimentador trata de asegurar que tales diferencias no invaliden las diferencias estadísticas de respuesta entre tratamientos. Lo más indicado sería describir en ese momento, en detalle, los suelos y delinear un experimento controlando las diferencias existentes, o por lo menos describir las características existentes, con objeto de determinar posteriormente hasta qué punto las propiedades o condiciones de suelo existentes contribuyen a las respuestas obtenidas en el experimento.

3) Utilización limitada de estudios de mapeo de suelos.

Es muy generalizado el hecho de encontrar suelos diferentes, en términos de mapeo de suelos, pero que se comportan en forma similar en condiciones de cultivo. Por otro lado, suelos no diferenciados se comportan muy diferente aún cuando pueden encontrarse uno próximo al otro. Esto sugiere que el mapeo de suelos es de limitado uso a menos que se identifique el factor o factores que controlan el comportamiento del cultivo. Este factor o factores variarán de acuerdo al tipo de cultivo, al grado de madurez de la planta al momento de la observación y al parámetro biológico elegido. Por consiguiente, existe una mayor posibilidad de identificar suelos "buenos o malos" en lugares donde el medio ambiente es muy similar en las diferentes épocas del año o donde se encuentre debidamente controlado, como en zonas bajo riego.

4) Empleo de una misma especie de planta indicadora para determinar la fertilidad de suelos de diversas regiones.

Una determinada especie, elegida por su vigor fisiológico en un determinado ambiente, será capaz de detectar diferencias entre suelos afectados por las mismas condiciones ambientales. Si éste es alterado significativamente, la respuesta de la planta será principalmente al cambio de medio ambiente antes que a la aplicación de fertilizantes al suelo. Por consiguiente la utilización de una misma planta indicadora con objeto de comparar la fertilidad de suelos en diferentes regiones



reflejará más las diferencias medio ambientales que la existente en las condiciones del suelo a la respuesta a fertilizantes. La condición de mediana fertilidad de un suelo medida en términos de producción de un cultivo podrá ser menor o mayor cuando es medida en términos de otro cultivo diferente.

5) Baja correlación entre análisis químicos y respuestas de campo.

Una de las críticas más serias que se hace a las recomendaciones de fertilizantes basadas únicamente en análisis químicos es que no consideran en absoluto el factor clima como directo contribuyente a la producción final, y por ello con suma frecuencia, las correlaciones obtenidas son bajas. Al contrario, las correlaciones entre análisis químicos y resultados obtenidos en condiciones de invernadero son siempre altas, para la circunstancia de que en el invernadero se tiene un mejor control de las condiciones medio-ambientales.

La gran variedad de suelos existentes en cada país y la variada exigencia de elementos nutritivos por parte de los diferentes cultivos señalan la necesidad de conocer los tipos de fertilizantes y dosis más apropiadas a recomendarse.

Esto se debe a que si bien el uso de fertilizantes constituye una de las prácticas agrícolas de mayor impacto en el incremento de la producción, su incidencia en los costos de producción obliga a un examen cuidadoso previo a su utilización.

La urgente necesidad de aumentar la producción agrícola en América Latina a fin de satisfacer las crecientes exigencias de su población requiere que la investigación en fertilidad de suelos prosiga a un ritmo mucho más acelerado que en el pasado. Uno de los aspectos menos estudiados hasta ahora es el que se refiere a la respuesta al uso de fertilizantes desde el punto de vista económico en relación con los varios cultivos. No se conoce a ciencia cierta en muchos de nuestros países cuáles son las dosis óptimas que se deben utilizar considerando precios relativos de fertilización y de los productos agrícolas. Sabemos que el análisis económico del uso de fertilizantes es algo más que la simple comparación entre el costo del fertilizante y el valor de la cosecha obtenida; es necesario considerar costos adicionales como gastos de cosecha, envases, intereses, etc.; se hará necesario también conocer qué parte del incremento en la producción se puede esperar por la aplicación del fertilizante cuando su uso va acompañado de otras innovaciones técnicas.

También, cabe mencionar la importancia que para muchos países tendría una investigación sistemática encaminada a determinar las posibilidades reales de aprovechar mejor la superficie arable ya existente mediante una fertilización más intensiva.

Finalmente, debe recordarse que la investigación en cualquiera de las ramas de la ciencia del suelo es un estudio ecológico y que la fertilidad no podrá ser aumentada ni mantenida económicamente con el sólo uso de los fertilizantes. Por el contrario, quienes investigan la fertilidad del suelo deben tener en mente que ellos están trabajando con una entidad viviente y dinámica en la que se llevan a cabo un sinnúmero de interacciones y, por consiguiente, debe considerarse a la fertilidad del suelo no solamente como el estudio del problema planta-nutrición, sino más bien como el problema planta-nutrición-suelo-medio ambiente.

## LOS PASTOS Y LA GANADERIA DE AMERICA CENTRAL

Héctor Muñoz\*

## INTRODUCCIÓN

La ganadería es el renglón del sector agropecuario de menor desarrollo. En Centroamérica durante el período de 1961 a 1965, la agricultura creció a un ritmo de 7.8 por ciento anual, mientras que la ganadería lo hizo a un 4.2 por ciento. Si se considera solamente la producción de carne en el Istmo centroamericano, ésta, ha tenido solamente un incremento de 3.3 por ciento en los últimos 10 años; este crecimiento es igual al crecimiento de la población (3.2 por ciento) lo que significa que el aumento que ha tenido la producción de carne para satisfacer la demanda de la población ha sido sin ningún significado.

Importancia de la ganadería en los países centroamericanos

Sin embargo la población ganadera de los países centroamericanos ha tenido un incremento significativo en los últimos 20 años. El Cuadro 1, muestra la población ganadera en los países del área. La importancia económica de la ganadería de carne en el Producto Bruto Interno (PBI), de la región es apenas de un 2 por ciento. Esto significa que la importancia económica de la ganadería de carne todavía es muy reducida. Existe pues una clara tendencia en el desarrollo ganadero de los países centroamericanos. Las inversiones en ganadería durante los años de 1960-1968 fueron aproximadamente de US\$75.000.000. En los últimos dos años existen proyectos en marcha que muestran que estas inversiones se duplicarán y que sin duda contribuirán a aumentar la producción de carne por habitante por año que tiene actualmente la región centroamericana (Cuadro 2), y además, a proporcionar mayor cantidad de carne para consumo que la que actualmente tiene la población del istmo (9 kilos por habitante 1966).

---

\*Jefe del Departamento de Ganadería Tropical, IICA-CEI, Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Población ganadera en los países centroamericanos y Panamá (cabezas en miles).

País	A Ñ O S		
	1947-52	1959-60	1966-67
Guatemala	977	1.062	1.350
El Salvador	795	671	995
Honduras	884	1.454	1.750
Nicaragua	1.068	1.374	1.850
Costa Rica	601	1.126	1.387
Panamá	573	835	1.037

FUENTE: Reunión Técnica sobre Programación en América Central. 1969.  
Bases para el Desarrollo de la Ganadería Bovina de Carne en Centroamérica y Panamá. I. SIECA/GAFICA. 1968.

Cuadro 2. Producción de carne por habitante en el istmo centroamericano comparado con otras regiones del mundo.

Regiones	Kg/habitante/año
América del Norte	91
Argentina y Uruguay	120
Australia y Nueva Zelandia	176
Centroamérica	11
Resto de América Latina	25

FUENTE: Mercadeo del ganado de carne en el istmo centroamericano. GAFICA. 1968.

## La ganadería centroamericana

La población ganadera del área está incluida bajo varios tipos de explotaciones en las que se puede distinguir las siguientes:

1. Engorde
2. Cría y engorde
3. Cría y lechería
4. Lechería

Estos cuatro tipos de explotaciones se llevan a cabo bajo dos sistemas de explotación; el extensivo que se refiere a la utilización exclusiva del pastoreo y el semi-intensivo, que incluye en parte un régimen de estabulación, sin embargo, se puede decir que la ganadería centroamericana depende casi 100 por ciento de la explotación de los pastos y forrajes en pastoreo directo.

La ganadería centroamericana, y principalmente la de carne, está formada en su mayoría por un alto encaste en la población con la raza Cebú y Criolla, sin embargo existen varias poblaciones de razas como la Santa Gertrudis, Charolais y Brangus, estas dos últimas en poblaciones muy pequeñas.

En la ganadería de leche que está localizada en la zona templada (volcanes) las razas predominantes son, Jersey, Guernsey, Holstein, y en un menor grado la raza Pardo Suiza, Aryshire y Red Polled.

## Productividad de la ganadería centroamericana

La productividad de la explotación ganadera ya sea en una finca o en una región, puede medirse a través de dos índices; la tasa de crecimiento de la población y la tasa de extracción. Estas dos medidas combinadas dan un índice conocido con el nombre de "eficiencia productiva". En la ganadería de carne una eficiencia óptima sería alrededor de un 35 por ciento, que significa que por cada cien cabezas en existencia, 35 son sacrificadas para producción de carne. Comparando este índice con el obtenido por la ganadería centroamericana durante los años de 1956 a 1966, su valor fue de 14.7 por ciento, siendo la tasa de crecimiento de un 2.3 por ciento y la de extracción de 12.4 por ciento. Ambas tasas denotan una baja eficiencia de la ganadería de carne, y la urgencia de unificar esfuerzos para la tecnificación de la ganadería y poder alcanzar un valor óptimo de eficiencia productiva.

Existen otros métodos para medir productividad, tales como, la producción de peso vivo por hectárea, producción de carne por unidades de inventario y la productividad por capital invertido en ganado, cualquiera de ellos son indicadores del funcionamiento de la explotación y de la producción ganadera. Lamentablemente en Centroamérica la ausencia de datos estadísticos impiden obtener dichos índices.

El Cuadro 3 muestra la productividad de los hatos de carne de la Finca Ganadera del IICA-CEI, juzgada a través de la eficiencia reproductiva, potencialidad de crecimiento y la productividad de peso vivo por vaca expuesta a toro.

El Cuadro 3 muestra que las medidas de eficiencia reproductiva y crecimiento juzgadas por separado no indican la productividad de la finca. Estas medidas deben ser expresadas en términos de unidad, donde se combinen la reproducción y la potencialidad de crecimiento, además de los demás factores que influyen en el manejo de la finca.

Cuadro 3. Cambios en la productividad de los hatos de carne en la finca ganadera del IICA-CEI.

Meta alcanzada: 434 Kg. a 22 meses de edad a base de pastoreo.

Año	Vacas Expuestas	Parición %	Peso Destete kg	Peso al destete por vaca expuesta a toro
1948	77	25,6	163,5	36,0
1953	68	58,8	194,4	94,5
1958	45	75,0	207,0	133,9
1963	83	71,1	217,8	163,9
1969	65	66,1	217,1	143,6

De los datos disponibles para el área centroamericana que indiquen la productividad de la ganadería se mencionan los índices de reproducción que son del orden del 62 por ciento y que indican porcentajes de nacimientos para hembras mayores de dos años de edad. Esta medida resulta subestimada si se toma en cuenta que la ganadería centroamericana, su explotación es a base de sistemas extensivos, donde

prevalece la ausencia de prácticas de manejo. Las tasas de mortalidad confirman lo antes dicho, ya que sus valores son de un 23 por ciento a un año de vida y de un 7 por ciento para animales adultos.

La producción de carne, tanto para consumo interno como para exportación, está basada en animales de lento desarrollo donde se refleja el pobre valor genético de las razas explotadas y la falta de sistemas de manejo tecnificados. El Cuadro 4 muestra el crecimiento de animales para destace en los cinco países centroamericanos. Estas cifras muestran la combinación de todos los problemas por los cuales atraviesa la ganadería de carne en Centroamérica. El lento desarrollo de los animales, función de tiempo para alcanzar el peso de destace es de 4,3 años y los problemas de manejo y del material genético de las razas que se explotan se refleja en el peso del animal al sacrificio ( $\bar{x}$ =357 kilos) y el rendimiento en canal ( $\bar{x}$ = 50,8 por ciento).

Cuadro 4. Peso, edad y rendimiento en canal de animales para el sacrificio.

	Peso vivo $\bar{x}$ kg	Edad al sacrificio	Rendimiento en canal
Guatemala	365	4,5	47
El Salvador	357	4,5	48
Honduras	278	4,5	47
Nicaragua	384	4,0	55
Costa Rica	400	4,4	57

#### Factores que limitan la producción de la ganadería de carne centroamericana

Es muy difícil hablar de los factores limitantes de la ganadería de carne centroamericana, principalmente debido a la falta de estudios que indiquen el peso y la influencia de cada uno de los factores. Un factor limitante en una región dada puede ser que no tenga ningún efecto en otra región. Sin embargo en distintas reuniones de carácter centroamericano, donde se ha analizado la situación de la ganadería centroamericana, han llegado a la conclusión que los factores limitantes son:

1. Producción de pastos
2. Manejo de ganado
3. Material genético de la población ganadera
4. Comercialización y mercadeo
5. Crédito
6. Servicios técnicos

Las perspectivas para una ganadería eficiente que responda a la demanda de las necesidades de carne, tanto para el consumo interno como para exportación dependerá de la conjugación de esfuerzos que cada uno de los países efectúe en la coordinación de la investigación, enseñanza, comercialización, crédito, etc., como actividades eslabonadas en el desarrollo ganadero.

### Los pastos de Centroamérica

Los pastos constituyen el renglón primordial de la ganadería, no solamente en Centroamérica, sino en la América Latina en general. La ganadería centroamericana depende de la explotación de los pastos ya que su producción, tanto de carne como de leche se hace a base de animales en pastoreo. El cuadro 5 muestra que la superficie explotada actualmente es de 4.420.000 hectáreas y que la disponibilidad para el año de 1985 aumentará a 5.700.000 hectáreas. Sin embargo, dentro de la explotación ganadera el renglón pastos ha sido al que menor atención o importancia se le ha dado.

Cuadro 5. Superficie utilizada en agricultura y ganadería hasta 1965 (en miles de hectáreas).

	Cultivos	Pastos	Disponibilidad ganadera para 1985
Guatemala	1.120	970	1.910
El Salvador	550	670	760
Honduras	710	1.050	220
Nicaragua	500	880	3.360
Costa Rica	340	850	1.410
Panamá	330	818	599
Centroamérica	3.220	4.420	5.700

Fuente: Bases para el desarrollo de la ganadería bovina de carne en Centroamérica y Panamá. II. SIECA/GAFICA. 1968.



### Especies forrajeras de Centroamérica

Las principales regiones de explotación ganadera están situadas en el Pacífico seco, región central y una menor proporción en el Atlántico. Las especies forrajeras predominantes son: Jaragua (Hyparrhenia rufa), Guinea (Panicum maximum), Pará (Panicum mutica), Calingüero (Melinis minutiflora), Elefante (Pennisetum purpureum), y en escala reducida Pangola (Digitaria decumbens), Alemán (Echinochloa polystachya), y en especies nativas de los géneros Paspalum sp., Axonopus y Cynodon sp. Algunas leguminosas crecen en forma espontánea, especialmente de los géneros Desmodium, Stylosanthes, Centrosema, Phaseolus, Calopogonium, Leucaena, etc.

En algunos países una sola especie cubre la mayor parte del área dedicada al pastoreo. En Guatemala, la Hyparrhenia rufa cubre el 70,6 por ciento, Panicum maximum 5,1 por ciento y el Paspalum notatum un 10,15 por ciento. Estas especies y su superficie cubierta puede decirse que son los mismos para el resto de los países centroamericanos.

### Productividad de los pastos de Centroamérica

Es muy difícil hablar de productividad de los pastos sin relacionarlos con la productividad animal. La productividad del pasto debe estar expresada en unidades de leche y carne por unidad de superficie o por carga animal por unidad de superficie. La mayoría de los trabajos realizados en pastos han considerado el pasto desde el punto de vista agronómico. El Cuadro 6 muestra la producción de forraje verde (kilos por hectárea por año) de seis especies de pastos. Para el productor de carne estos datos de producción no significan nada, si no se le dice los kilos de carne o leche que estas especies son capaces de producir. Sin embargo, desde el punto de vista agronómico la información es necesaria para la evaluación de las especies de pastos.

Cuadro 6. Producción de forraje verde de seis especies de pastos.

<u>Especie</u>	<u>kilos por hectárea por año</u>
<u>Pennisetum purpureum</u>	120.343
<u>Panicum maximum</u>	66.666
<u>Digitaria decumbens</u>	29.465
<u>Cynodon plectostachyus</u>	44.867
<u>Brachiaria mutica</u>	20.563
<u>Hyparrhenia rufa</u>	26.315

La productividad de los pastos de Centroamérica considerando la superficie de pastos que actualmente se explota es de 26 kilos de carne por hectárea, este dato aparece ridículo cuando se compara la producción de carne por hectárea obtenida en Australia, Nueva Zelanda y los Estados Unidos, cuya producción es alrededor de los 800 a 1000 kilos por hectárea. Sin embargo en algunos países centroamericanos se han obtenido hasta 400 y 500 kilos por hectárea y se considera que aún en el sistema extensivo de la ganadería centroamericana, producciones de 100 a 200 kilos por hectárea son de fácil obtención con sólo mejorar en lo más elemental el manejo de los pastos.

Las prácticas agronómicas, sistemas racionales de manejo y evaluación de la productividad de los pastos han sido utilizados en una mínima escala, estos han sido los principales factores limitantes de la productividad de los pastos en Centroamérica. Con los recursos que actualmente se dispone y la aplicación de conocimientos adquiridos y existentes en el resto del mundo se podría incrementar grandemente la productividad de estas áreas.

### Actividades a desarrollar para aumentar la productividad de los pastos centroamericanos

1. En manejo de pastos
  - a. Sistemas de pastoreo
  - b. Capacidad de carga
  - c. Estudios ecológicos de pasturas
2. En prácticas agronómicas
  - a. Establecimiento
  - b. Fertilización
  - c. Riego
  - d. Control de malezas
  - e. Conservación de forrajes
3. En mejoramiento genético de pastos y forrajes

Con el desarrollo de las actividades enumeradas se puede esperar fijar como meta el aumento de la productividad en un 10 por ciento en un término de 2 a 5 años.

Literatura consultada

- AGUIRRE, J. A. Economía, tecnología y rentabilidad de la producción de leche en los trópicos de América Central. San Carlos, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea No. 66. 1969. 98 p.
- AGUIRRE, J. A. Economía, tecnología y rentabilidad de la producción de carne en los trópicos de América Central. San Carlos, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea No. 69. 1970. 100 p.
- GARCIA I., M. Bases para el desarrollo de la ganadería bovina de carne en Centroamérica y Panamá. I. SIECA/GAFICA. 1968.
- GARCIA I., M. Bases para el desarrollo de la ganadería bovina de carne en Centroamérica y Panamá. II. SIECA/GAFICA. 1968.
- REUNION TECNICA SOBRE PROGRAMACION DE INVESTIGACION EN GANADO DE CARNE, PASTOS Y FORRAJES PARA AMERICA CENTRAL. 1969. IICA. Managua, Nicaragua.

## MEJORAMIENTO DE FORRAJES EN ESPECIAL DE LAS GRAMINEAS

Ronald Echandi Z.\*

Dentro de este grupo las especies más importantes son aquellas de semilla pequeña, de hábito perenne y que muestran buena habilidad para recobrase de la corta y el pastoreo.

Los zacates perennes son generalmente algamos y a menudo auto-incompatibles, aunque existen muchos que son enteramente compatibles.

Las relaciones citológicas y filogenéticas en los zacates, en particular, son extremadamente complicadas comparadas con otras plantas cultivadas. Los estados de poliploidea son comunes, sin embargo no son universales en todos los géneros. Por ejemplo, en algunas especies de *Panicum* se presentan series de poliploides y el número de cromosomas varía de 18 a 108; en muchos casos plantas con diferente número de cromosomas pueden presentarse en un mismo habitat. La proporción de entrecruzamiento entre estas especies es desconocida.

El estudio y mejoramiento intensivo de los zacates es un campo que se ha desarrollado en los últimos años.

### Citogenética

Existen numerosas referencias respecto a la citología, genética y comportamiento genético de los zacates forrajeros. Sin embargo, la información en total es muy poca, en este sentido podemos citar los trabajos de Myers (1947), Atwood (1947), quienes estudiaron aspectos de citogenética y mejoramiento, también Nielsen (1952) realizó un estudio en relación al mejoramiento y comportamiento desde el punto de vista citológico. En los zacates el problema de tipo citológico no es tan grave, ya que es posible tolerar una apreciable cantidad de esterilidad si esta va acompañada de vigor vegetativo.

### Número de cromosomas

A continuación les quiero dar los número cromosómicos de algunos zacates:

---

\*Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica.

Género y Especie

<u>Dactylis glomerata</u>	28
<u>Bromus inermis</u>	42, 56, 70
<u>Paspalum notatum</u>	40
<u>Pennisetum clandestinum</u>	36
<u>Poa pratensis</u>	28-104
<u>Phleum pratense</u>	14, 42
<u>Panicum virgatum</u>	18, 36, 54, 72, 90, 108

La relación entre características citológicas y comportamiento bajo mejoramiento de algunas especies está todavía muy incierta.

Cruzas interespecíficas e intergenéricas

Se han realizado trabajos extensos en relación a la compatibilidad en cruce entre especies relacionadas en un mismo género y entre géneros de zacates. El objetivo principal de estos trabajos ha sido de tipo taxonómico.

En general en los zacates el grado de fertilidad no guarda relación con el vigor de la planta u otras características de tipo morfológico. Puesto que en los forrajes lo importante es la cantidad y calidad del crecimiento vegetativo, por esta razón la producción de semillas en este grupo de plantas es menos crítica. Por esta razón es posible que en muchas especies se propaguen a pesar de la presencia de un alto grado de irregularidades de tipo citológico.

Por qué es difícil el mejoramiento de zacates?

En general se acepta que el mejoramiento genético de los zacates es más difícil que el de otras plantas cultivadas. La dificultad se deriva principalmente de los métodos de polinización, a irregularidades en su fertilización y producción de semillas y a problemas relacionados con la evaluación y conservación de los nuevos tipos. Los siguientes son algunos ejemplos de lo mencionado:

- (1) La mayor parte de los zacates son especies algámicas. La heterozigosis de las especies de polinización libre hace difícil la propagación y la conservación de la identidad de las líneas.
- (2) Muchas de las especies de zacates son en gran proporción auto-estériles y, por consiguiente, tienen limitaciones respecto al grado en que pueden ser autofecundadas.
- (3) Muchas especies forrajeras tienen órganos florales muy pequeños. Esto hace la tarea de hibridación artificial difícil.
- (4) Algunas especies se reproducen principalmente por apomixis (producción de semillas sin que se efectúe fertilización).
- (5) Muchos forrajes son deficientes en la producción de semilla o las que producen son de muy baja viabilidad.
- (6) Muchas plantas forrajeras producen plántulas débiles y, por lo tanto, es difícil el establecimiento de buenas poblaciones.
- (7) Es difícil encontrar suelos adecuados para la multiplicación de nuevas líneas.
- (8) La evaluación inicial de las plantas o líneas seleccionadas se basa en el comportamiento de plantas espaciadas en surcos, que no representan con precisión el comportamiento de la línea en una siembra densa que es la práctica habitual.
- (9) Las especies forrajeras se siembran con frecuencia en mezclas, por lo que se complica la evaluación de las especies en forma individual.
- (10) Las líneas se pueden comportar de manera distinta, según los diferentes sistemas de pastoreo a que se someta.
- (11) La mayor parte de los zacates son plantas perennes de larga duración y, por lo tanto, se necesitan varios años para evaluar la persistencia y productividad de los nuevos tipos.

En el campo de las gramíneas forrajeras falta información acerca de la respuesta a los métodos de mejoramiento aplicables. La obtención de esta información y el perfeccionamiento de las técnicas ocupa gran parte del tiempo del genetista de zacates, restándole a la producción de nuevas variedades. También el gran número de especies forrajeras que se cultivan contribuye a que los esfuerzos de los genetistas se vean divididos. La mayor parte de los fitomejoradores que trabajan en forrajes dedican su tiempo a varias especies, en tanto que en una determinada estación experimental puede ocurrir que hayan varios fitomejoradores trabajando en maíz, por ejemplo. Todos los factores mencionados anteriormente hacen muy costosa la evaluación de material genético en pastos. Bajo tales circunstancias, una determinada inversión de recursos económicos no produce los mismos resultados tangibles que podría producir con cultivos de más fácil manejo. Otro factor que incide sobre el avance que es posible lograr en un programa de zacates es que se carece de grandes colecciones de tipos diferentes de plantas forrajeras con características especiales en los que se pudieran seleccionar materiales para un programa de mejoramiento.

### Floración y producción de semillas en gramíneas forrajeras

En muchas gramíneas forrajeras la inflorescencia es una panícula piramidal ramificada como en el caso de la avena. En otras las flores son sésiles a lo largo de un eje formando una espiga como la del trigo. La unidad de la inflorescencia de las gramíneas es la espiguilla. La distribución de las espiguillas difiere en cada especie y se utiliza como carácter taxonómico. Una espiguilla típica consta de una bráctea exterior de tamaño grande o lema y una bráctea interior más pequeña o palea, generalmente tres estambres y un pistilo. El pistilo tiene un ovario unicelular, un óvulo y dos estilos con estigmas bifurcados. En la base del ovario se encuentran las lodículas, las cuales se dilatan en el momento de la floración haciendo que se abran la lema y la palea.

Las anteras sobresalen de la flor derramando el polen a medida que se abren. El viento es el principal agente de polinización en las especies de gramíneas algógamas. La floración se inicia cerca del ápice de la inflorescencia y continúa en forma más o menos regular hacia la base. Las flores de muchas gramíneas se abren en una forma más abundante durante las primeras horas de la mañana pero algunas otras florecen o tienen un período alterno de floración por la tarde. La floración es favorecida por un sol brillante y temperaturas de 21 grados centígrados y mayores, se ve limitada por un tiempo frío y nublado.

El tamaño pequeño de las espiguillas de las gramíneas forrajeras hace que la emaculación y cruzamiento artificial sean muy laboriosos. Para controlar la polinización, las inflorescencias se cubren con bolsas de papel. Las inflorescencias femeninas utilizadas en las cruza se emasculan con pinzas pequeñas de punta fina. El polen se colecta de las inflorescencias del progenitor masculino en un trozo de vidrio o de papel oscuro, de modo que permita ver fácilmente el polen, y luego se recoge por medio de un pincel con el que se aplica al extremo del estigma. Los pasos entonces son los siguientes:

- (1) Las inflorescencias de las plantas que se van a autofecundar se cubren con bolsas sin practicar la emaculación.
- (2) Las inflorescencias de las plantas que se van a polinizar artificialmente se cubren con bolsas por separado. El polen se colecta de aquellas plantas que actuarán como progenitor masculino. Las flores de las plantas que actuarán como progenitor femenino son emasculadas y mantenidas bajo la cubierta de una bolsa antes y después de la polinización.

Las contaminaciones por medio de polen extraño pueden reducirse a un mínimo realizando las labores de cruza en un invernadero a prueba de corrientes de aire.

La consanguinidad en las plantas gramíneas forrajeras que son algamas, gramíneas perennes, trae como consecuencia una reducción de: a) vigor, b) fertilidad y producción de semilla.

### Selección en gramíneas forrajeras

Cuando se mantienen durante varios años en una localidad especies forrajeras, los genotipos que sobreviven son los mejor adaptados a las condiciones locales y los inadaptados son eliminados de la población. Esto se debe en parte al proceso de selección natural por medio del cual han evolucionado las especies vegetales. Estas poblaciones, producto de la selección natural se denominan ecotipos. Dentro de una sola especie forrajera pueden evolucionar numerosos ecotipos, cada uno de los cuales se adapta a un conjunto de condiciones locales de clima y suelo, o al sistema de explotación bajo el



cual se ha producido dicha especie. Las poblaciones heterogéneas de las especies alógamas, con genotipos altamente heterocigóticos, pueden diferenciarse en ecotipos con mayor rapidez que las especies autógamas. Las especies de vida corta, se adaptan a cambios ambientales con mayor rapidez que las especies perennes. El concepto de formación de ecotipos es un factor importante que influye en el mejoramiento de las plantas forrajeras.

### Mejoramiento genético de los zacates

En el mejoramiento genético de las gramíneas autógamas (mayoría anuales) se utilizan los procesos de selección e hibridización. Estas plantas tienen menor importancia económica y se cultivan menos extensamente.

Los métodos de mejoramiento en plantas forrajeras alógamas están menos definidas. Todavía existe considerable variación en los procedimientos utilizados por los diversos fitogenetistas con las diferentes especies.

Esto se debe a la gran variedad de usos y también a la variedad taxonómica. Se utilizan para pastoreo, heno, ensilaje y consumo verde. Las plantas de una especie dedicadas a cada una de estas labores varían en los hábitos de crecimiento, la longevidad, los métodos de polinización, fertilización y capacidad de producción de semilla.

Los métodos de mejoramiento usados son:

- a) Selección de plantas sobresalientes en ecotipos locales. Este método tropieza con problemas por la dificultad en propagar material heterocigoto. Si bien es posible propagar las plantas sobresalientes vegetativamente, el costo de esta operación puede llegar a ser prohibitivo. Sin embargo, hay algunas variedades de gramíneas que se han reproducido mediante propagación vegetativa.
- b) Producción de variedades sintéticas. En la actualidad los procedimientos de mejora de gramíneas forrajeras se realiza mediante la formación de "variedades sintéticas". En las que se mezcla la semilla de plantas o líneas sobresalientes para luego propagar dicha variedad por semilla durante un número limitado de generaciones obtenidas por polinización libre. Para la creación de variedades sintéticas es necesario evaluar primeramente la aptitud combinatoria de las plantas o líneas que vayan a mezclarse.

c) Hibridización. Puede utilizarse para el mejoramiento de las gramíneas forrajeras en varias formas:

1. Cruzamientos entre ecotipos o especies, con el objeto de complementar la variación natural.
2. La adición de caracteres específicos a una variedad ya establecida mediante cruas regresivas.
3. La producción de semilla híbrida  $F_1$ .
4. Producción de plantas  $F_1$ , que se propagan vegetativamente.

d) Poliploidea

A menudo los poliploides en una especie son tipos de mayor tamaño por motivo de que sus células son también de mayor tamaño. La posibilidad de inducir la condición de poliploidea en forma artificial ha abierto un nuevo campo como método de mejoramiento en forrajes.

### Objetivos en el mejoramiento genético de las gramíneas forrajeras

Los objetivos del mejoramiento genético de las plantas forrajeras varían de acuerdo a las especies, la región de producción y la utilización de las especies para heno, pastos de corte u otros propósitos.

En general podemos decir que los objetivos son:

1. Rendimiento, característica fundamental en cualquier variedad forrajera mejorada.
2. Mayor vigor de las plántulas; plántulas poco vigorosas es una razón común para la obtención de poblaciones pobres.
3. Persistencia de las poblaciones, esencial para una especie de larga vida, en donde es necesario mantener la población densa durante mucho tiempo.

4. Resistencia a enfermedades e insectos.
5. Calidad del forraje (valor nutritivo, mayor apetencia y menor contenido de sustancias tóxicas).

## CULTIVO DE LA MACADAMIA

Edilberto Camacho V.\*

La macadamia es una nuez de calidad muy fina, con mucha demanda y buenos precios en el mercado de Estados Unidos.

Es originaria de los bosques lluviosos del sur de Queensland y de la parte norte de Nueva Gales del Sur, Australia. El área en que se la encuentra en forma silvestre se extiende de los 25 a los 33 grados de latitud sur.

Actualmente se la cultiva en escala comercial en Hawaii, donde parte de la cosecha se consume localmente y parte se exporta a los Estados Unidos.

Aunque los primeros árboles de macadamia se llevaron a Hawaii entre 1882 y 1885, no fue sino hasta principios de la década 1930-1940 que comenzó la producción comercial. En 1932 el área sembrada era de 165 hectáreas y en 1938 había aumentado a 434 hectáreas (7).

Entre 1938 y 1941 se hicieron las primeras plantaciones usando árboles injertados y en 1947 la Estación Agrícola Experimental de Hawaii anunció que se habían seleccionado variedades superiores de macadamia que producían nueces de muy buena calidad y daban rendimientos mucho más altos que los de árboles que hasta entonces se habían estado sembrando. Esto despertó gran interés entre los agricultores y hacia 1950 el área cultivada era ya de 860 hectáreas. A partir de esa fecha ha habido un aumento continuo en el área cultivada y en la cantidad de nueces producidas. El Cuadro 1 presenta los datos de área sembrada, producción de nueces, precio por libra y valor de la producción durante el período de 1950 a 1966 (12).

En California un grupo de agricultores se ha interesado mucho por el cultivo de la macadamia y actualmente existe allí un buen número de plantaciones pequeñas. La introducción de esta nuez a California ocurrió casi simultáneamente con la introducción a Hawaii, alrededor de 1880. Sin embargo, mientras en Hawaii las primeras plantaciones se iniciaron en 1922, en California no fue sino hasta 1946 que comenzaron los primeros huertos (13). A pesar de que las primeras plantaciones se iniciaron hace algo más de 20 años, el cultivo de la macadamia no se ha extendido mucho ni ha cobrado mucha importancia en California, no obstante el interés y

---

\*Horticultor Asociado, IICA-CEI, Turrialba, Costa Rica. Digitized by Google

entusiasmo de un grupo numeroso de agricultores del lugar. Ello se debe mayormente a que algunos factores ecológicos, tales como la precipitación pluvial, no son satisfactorios, así como a la escasez y costo muy alto de la mano de obra. Se estima en 100 acres (40 hectáreas) la extensión del área cultivada. Es importante anotar que los agricultores de este estado han fundado la "Sociedad de Macadamia de California", organización que funciona desde hace unos 15 años, ha contribuido a la exploración de las áreas de origen de la macadamia en Australia para coleccionar material de propagación y anualmente organiza reuniones para conocer los progresos generales en el cultivo e industrialización de esta nuez.

Cuadro 1. Área sembrada, producción, precio para el agricultor y valor de la macadamia sembrada en Hawaii. 1950-1966.

	Acres <sup>a</sup>		Producción total 1000 lb	Precio por lb Centavos de \$	Valor total de la pro- ducción \$1.000
	Total	En pro- ducción			
1950	2150	860	755	17.0	128
1951	2300	840	850	16.9	144
1952	2770	840	965	17.1	165
1953	2900	830	970	17.0	165
1954	3030	1080	930	17.1	159
1955	3030	1300	903	17.9	162
1956	3200	1470	1037	18.4	189
1957	3120	1680	1343	18.7	248
1958	3290	1750	1836	18.5	339
1959	3840	2220	2114	18.2	382
1960	3820	2300	2609	18.4	472
1961	3880	2430	3771	18.5	693
1962	4100	2460	5194	18.4	954
1963	4110	2390	6015	17.7	1061
1964	4510	2520	7872	15.6	1190
1965	5410	2780	8649	19.4	1651
1966	6890	3190	9145	20.0	1813

Según R.A. Hamilton (comunicación personal) en 1968 el área cultivada era de 8520 acres, de los cuales 3680 estaban en producción.

a. 1 acre aproximadamente 0.4 hectáreas; 1 hectárea= 2.471 acres.

En Florida también se han hecho intentos de cultivar macadamia (5) y aunque se han sembrado pequeñas cantidades de árboles desde hace unos 40 años, ello ha sido principalmente en los patios de las casas, sin que se intentara el establecimiento de plantaciones comerciales. Sin embargo la Finca Experimental de la Universidad de Florida mantiene una colección de clones que ha estado expandiendo en los últimos años. Se informa que hay unas 15 plantaciones pequeñas esparcidas en todo el estado, pero no se dan detalles sobre su condición y producción.

Desde algunos años muchos países se han interesado en el cultivo de la macadamia y algunos de ellos tienen actualmente considerables extensiones de terreno sembradas. Otros han establecido pequeñas plantaciones de carácter exploratorio y han llevado a cabo trabajos experimentales, especialmente en el aspecto de la propagación vegetativa. Por ejemplo, en Sudáfrica (1) en 1966 se estimaba que el total de árboles de macadamia sembrados era de 50.000, la mayoría de los cuales no estaban aún en producción. En los últimos años arbolitos injertados han sido importados por agricultores de Rhodesia (14), quienes en 1967 manifestaron que tenían planes de sembrar 120 hectáreas de variedades comerciales.

En una visita que hizo el doctor J. A. Wallis, técnico de FAO, a mediados del presente año al IICA-CEI, informó que en Kenya existe mucho interés por el cultivo de la macadamia desde hace bastante tiempo y que en la actualidad hay unas 4000 hectáreas sembradas. La mayor parte de los árboles son propagados por semilla (sin injertar) y no están aún en producción.

A Israel (11) se introdujo la macadamia hace alrededor de 25 años pero ha habido poco progreso en su cultivo, debido a problemas en la propagación y en el establecimiento de árboles jóvenes. En los últimos años, dependencias gubernamentales han estado llevando a cabo trabajos experimentales en varios lugares del país.

De la introducción de la macadamia a países americanos, fuera de Estados Unidos, se pueden citar los siguientes ejemplos. En 1940 se hizo un primer intento por introducir el cultivo de macadamia en Jamaica (3), pero aparentemente hubo muy poco éxito con la semilla distribuida entre los agricultores. En 1958 renació el interés y se importó semilla de Australia y de Hawaii, pero no hay informes de los resultados obtenidos. Posteriormente, en 1962 se hizo una nueva importación de semillas y durante los años 1965 a 1967 se importaron de California pequeñas cantidades de arbolitos injertados. El principal problema en este país parece haber sido la propagación vegetativa de los clones. En 1967 el Ministerio de Agricultura y Tierra inició trabajos de investigación en ese campo.

En Veracruz, México (2), hacia 1960 se sembraron varios cientos de arbolitos de macadamia, incluyendo los principales clones comerciales de Hawaii. Según informes, su crecimiento fue satisfactorio aunque lento.

En América del Sur, un norteamericano ha estado sembrando en Paraguay árboles de macadamia desde hace varios años y actualmente tiene algunos en producción. Además está produciendo cantidades apreciables de árboles injertados, parte de los cuales vende a sus vecinos y parte siembra en su propia finca (8). En los últimos años, Colombia, Venezuela y Perú han introducido pequeñas cantidades de semilla para iniciar algunas pruebas de campo.

En Centroamérica, grupos de agricultores de Guatemala, El Salvador, y Costa Rica han estado interesados desde hace varios años en cultivar macadamia. En El Salvador hay pequeñas parcelas en producción, pero los árboles no fueron injertados con las variedades comerciales recomendadas y por esa razón no producen buenas cosechas ni dan nueces de calidad satisfactoria.

En Costa Rica, aunque algunos agricultores progresistas que conocieron la macadamia en Hawaii sembraron desde hace varios años algunos árboles, no fue sino a partir de 1965 que se iniciaron algunos trabajos formales tendientes a introducir el cultivo de la macadamia en escala comercial.

En el IICA-CEI el "Programa de Recursos para el Desarrollo" incluyó en 1964 en sus actividades el estudio de algunos aspectos agronómicos de la macadamia, por considerar que éste era un cultivo potencial para programas de diversificación agrícola en América Latina, especialmente en las áreas cafeteras. Como primer paso en este programa, se procedió a importar los clones hawaianos de mayor importancia, se importaron semillas de Hawaii y California y se iniciaron estudios sobre métodos de injertación. Además se trajo, en calidad de asesor por un período de ocho meses, un técnico hawaiano de reconocida reputación y experiencia en el cultivo de la macadamia. A fin de estudiar la adaptabilidad de esta nuez se establecieron pequeñas plantaciones experimentales con los principales clones hawaianos en varios lugares del país.

Actualmente la Oficina del Café está proporcionando semillas y material de injertación a los finqueros interesados en este cultivo. Aunque se carece de registros precisos sobre el número de árboles de macadamia sembrados a esta fecha, los datos que ha sido posible obtener indican que se puede estimar en unos 16.000 arbolitos injertados y 4000 sin

injertar los que se han sembrado en diferentes lugares del país. Algunas de esas plantaciones constan de apenas unos pocos árboles, pero unas cuantas son de 500, 1000 y más de 1000 árboles. Existen además alrededor de unas 5000 plantas en viveros, las cuales están en proceso de injertación.

### Relaciones botánicas

La macadamia pertenece a la familia Proteaceae. Se conocen dos especies cultivadas: Macadamia intergrifolia y M. tetraphylla. Las principales diferencias entre ambas especies son las siguientes: En M. intergrifolia la nuez es casi esférica, encerrada en una concha dura de superficie casi o completamente lisa. Las hojas miden de 10 a 30 centímetros de largo y tienen pecíolos de aproximadamente 1,5 centímetros de largo; generalmente hay tres hojas por nudo; las hojas jóvenes son de color verde o bronceado. Las flores son de color blanco cremoso. En M. tetraphylla la nuez es ligeramente elíptica o fusiforme y la concha es de superficie granulada. Las hojas son más grandes que las de M. intergrifolia, pudiendo alcanzar hasta 50 centímetros de largo; con sésiles o con pecíolos muy cortos, con los bordes cerrados y con espinas a lo largo de ellos; generalmente hay cuatro hojas por nudo, de color púrpura cuando jóvenes. Las flores son de color rosado. Hay híbridos entre las dos especies, los cuales tienen caracteres intermedios.

### Requisitos ecológicos del cultivo

En la opinión del doctor R. A. Hamilton, técnico hawaiano con una larga experiencia en el cultivo de la macadamia, en Costa Rica el área en que dicha planta puede crecer bien es la que actualmente se dedica al cultivo del café arábico. Dentro de esa zona deben seleccionarse lugares que no estén expuestos a vientos fuertes, con una precipitación pluvial mínima de 1150 milímetros anuales bien distribuidos, sin estación seca severa muy prolongada y con suelo fértil. Según Kunchit (10), para que haya crecimiento continuo de los árboles de macadamia la temperatura debe oscilar entre los 18° y los 29°C.

El viento causa daño a los árboles jóvenes; aunque no paraliza por completo su crecimiento, lo retrasa considerablemente. Además los árboles se inclinan y pueden volcarse, a menos que se les pongan soportes fuertes; generalmente en zonas ventosas los rendimientos son bajos. Sin embargo,



en el caso de sitios en que los demás factores sean bien favorables para el cultivo de macadamia, se pueden establecer plantaciones protegiéndolas con sistemas eficientes de tapavientos.

Las estaciones secas muy severas y prolongadas pueden causar atrasos pronunciados en el crecimiento y hasta la muerte de los arbolitos jóvenes recién trasplantados y reducir el rendimiento de los árboles adultos en producción. Por lo tanto, cuando se siembra macadamia en lugares con estaciones secas muy severas, o cuando la precipitación media anual es menor de 90-100 milímetros, conviene disponer de facilidades de riego para complementar la cantidad de agua llovida.

En cuanto al suelo propiamente, Gustafson (6) opina que las características físicas son de mayor importancia que las químicas y cree que los factores a considerar son los siguientes: 1) buen drenaje; 2) buena estructura; 3) profundidad adecuada; 4) ausencia de capas arcillosas o rocosas que puedan impedir el drenaje; y 5) buena textura.

Según Hamilton y Fukunaga (7) un suelo ideal para macadamia debe ser razonablemente fértil, suelto y suficientemente friable para que permita la penetración de raíces hasta una profundidad de 75 centímetros. El drenaje subterráneo debe ser bueno y, de ser posible, debe haber una buena cantidad de materia orgánica.

En lo relativo al pH del suelo, la macadamia no parece muy específica ni exigente, pues crece bien en suelos con pH que varía de 4,5 a 6,5.

### Elección de variedades para la plantación

Tal y como sucede con otras plantaciones de árboles frutales, la selección de variedades es fundamental, pues de ella depende la obtención de frutos de buena calidad y de rendimientos remunerativos.

Prácticamente todos los trabajos de selección de variedades comerciales de macadamia se han llevado a cabo en Hawaii. Muchos miles de árboles de semilla de diversos orígenes han estado en observación en diferentes lugares de Hawaii desde 1936, y con base en los resultados de esas observaciones se escogieron algo más de 700 selecciones preliminares que luego fueron sometidas a pruebas más rigurosas y precisas. De los 85.000 árboles mantenidos en

observación por períodos variables de tiempo, en este momento solamente cuatro clones se considera que reúnen todos los requisitos para catalogarlos como clones comerciales. Esos clones son los siguientes: 'Keauhou' (HAES-246), 'Ikaika' (HAES-333), 'Kakea' (HAES-508) y 'Keaau' (HAES-660). Hay otros pocos, como HAES-344, que están a punto de completar satisfactoriamente todas las pruebas y que dentro de poco tiempo podrían adicionarse a la lista de clones comerciales. Todos los clones considerados actualmente como recomendables para plantaciones en gran escala pertenecen a la especie M. integrifolia. Los técnicos hawaianos opinan que las nueces de M. tetraphylla no tienen características de calidad comparables a las de M. integrifolia. Sin embargo, en California se han seleccionado algunos clones de M. tetraphylla que parecen producir nueces de buena calidad.

El criterio que se siguió en Hawaii para la selección de variedades fue el siguiente (10):

#### Características de las nueces

1. Muy buena calidad de los productos finales elaborados.
2. Almendra de tamaño mediano, con un peso de 2,5 a 3,0 gramos.
3. Que la almendra constituya el 33 por ciento o más del peso total de la nuez.
4. Que el contenido de aceite de la almendra ya procesada sea preferiblemente superior al 70 por ciento.
5. Nueces de forma esférica, o casi así.
6. Almendras de forma esférica, o casi así.
7. Concha uniformemente delgada.
8. Conchas que puedan quebrarse con facilidad, mecánicamente.

#### Características del árbol

1. Productividad
2. Vigor
3. Sistema fuerte de ramas
4. De forma redonda o cónica, ya que generalmente son más fuertes y resistentes al viento.
5. Follaje ni muy abierto ni muy denso.

6. Resistencia a enfermedades e insectos
7. Uniformidad de las nueces
8. Árboles precoces en su fructificación y de alto rendimiento.

### Polinización

Las investigaciones de Urata (15) sobre polinización revelan que los clones hawaianos presentan diversos grados de auto-incompatibilidad, y que la fructificación se aumenta con la polinización cruzada. Por lo tanto, al planear una plantación es conveniente que no se siembre un solo clon ni se establezcan parcelas monoclonales aisladas unas de otras. Esas investigaciones también pusieron de manifiesto que los principales agentes polinizadores son los insectos y que el de mayor importancia es la abeja (Apis mellifera).

### Establecimiento de una plantación

A la hora de planear una plantación de macadamia hay que tener en mente que además de una buena selección del sitio para la siembra, es indispensable que todos los arbolitos estén injertados con los clones citados anteriormente como comerciales. Por lo tanto, el agricultor deberá comprar los arbolitos injertados en viveros comerciales que se dediquen a producir y vender ese tipo de arbolitos, o proceder a establecer su propio vivero para la producción de patrones que luego habrá de injertar con los clones comerciales de su elección. Aunque se han ensayado varios métodos de propagación vegetativa con resultados relativamente satisfactorios, el injerto de espiga parece ser el que mejores resultados proporciona y es casi exclusivamente el que se emplea para la propagación vegetativa de la macadamia con fines comerciales.

Para el establecimiento de un vivero las semillas pueden sembrarse directamente en el campo, o ponerse a germinar en cajas de madera de unos 30 centímetros de profundidad. Las semillas sembradas directamente en el campo requieren mucha atención y las plantitas resultantes tienen poca uniformidad en su tamaño y condición. Cuando las semillas se ponen en una caja de germinación al pasarlas al vivero se eliminan las que presentan defectos o crecimiento débil, y de esa manera se logra un buen grado de uniformidad en el vivero. Como medio de germinación para las cajas

pueden usarse diversos materiales, tales como aserrín, vermiculita, arenas, una mezcla de suelo y arena, etc. La caja puede colocarse a pleno sol o en un invernadero. En cualquier caso es indispensable que el medio de germinación se mantenga húmedo todo el tiempo. Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 2-2,5 centímetros de la superficie. La germinación comienza aproximadamente 4 semanas después de la siembra y puede prolongarse por cuatro meses. Cuando las plantitas tienen 4 o 5 hojas se las pueden trasplantar al vivero, en donde se les siembra en hileras espaciadas 1 metro una de otra y a una distancia de 15 a 20 centímetros de planta a planta dentro de la hilera. Es necesario mantener el vivero libre de malas hierbas, ya sea manualmente o mediante el uso de herbicidas adecuados. También deben hacerse aplicaciones periódicas de fertilizantes para asegurar un ritmo deseable de crecimiento. Las aplicaciones de fertilizantes foliares que contengan elementos menores contribuyen mucho al buen desarrollo de las plantas del vivero.

En Hawaii la injertación se hace cuando las plantas tienen un diámetro de 1,5-2,0 centímetros unos 10 centímetros sobre el nivel del suelo. Ese tamaño generalmente se alcanza cuando las plantas tienen alrededor de un año de edad. En Turrialba se ha estado injertando plantas más pequeñas, cuando tienen 6 a 8 meses de trasplantadas al vivero. Después de la injertación las plantas necesitan de 6 a 9 meses para estar en condiciones de ser trasplantadas al campo.

Algunas pruebas llevadas a cabo en Hawaii (4) y en otros lugares han demostrado que las semillas de *M. tetraphylla* son superiores a las de *M. integrifolia* para patrones. Las plantitas de esa especie crecen más uniformes, con mayor vigor, y los injertos comienzan a producir más tempranamente.

### Poda de raíces de los injertos

Dos a cuatro meses antes de la arranca de los arbolitos injertados, se hace una poda de raíces que consiste en cortar, con una pala larga y angosta, la raíz pivotante y las laterales. La raíz pivotante se corta unos 35-40 centímetros de la superficie del suelo y las laterales a unos 15-20 centímetros de la pivotante. Esta operación estimula el desarrollo de un sistema radical compacto, con numerosas raicillas. Esta poda de raíces permite la arranca de las plantas con la raíz desnuda.

(sin adobe), lo que facilita el transporte y la siembra. Antes de arrancar los injertos, su tallo se corta a más o menos un metro de altura. Es necesario que las raíces de los arbolitos recién injertados no queden expuestas al sol ni al aire, pues ello puede causar la muerte de muchas raicillas y pelos radicales; por esa razón conviene mantener las raíces cubiertas con gangoche húmedo u otro material similar hasta el momento de la siembra. Con este sistema de arranca y siembra de arbolitos injertados se obtienen porcentajes muy altos de sobrevivencia.

### Distancia de siembra

Aunque hay diversas opiniones en cuanto al espaciamiento de los árboles en una plantación de macadamia, en general se acepta que los árboles adultos deben estar a 10 x 10 metros. Sin embargo, durante los primeros años el espaciamiento puede ser considerablemente menor. Una manera de duplicar el número de árboles durante los primeros años y obtener cosechas iniciales mayores, es sembrando un árbol de "relleno" o temporal en el centro del cuadrado formado por cada cuatro árboles, tal como se indica en la Figura 1. En este caso, cuando las ramas de los árboles comienzan a tocarse, se recortan las ramas exteriores de los árboles de relleno. Conforme pasa el tiempo los árboles permanentes aumentan su tamaño mientras que los temporales se vuelven más angostos debido a la poda de sus ramas. Después de 10 a 12 años, la poda honda, así como la fuerte competencia de los árboles permanentes, hacen que la cosecha de los árboles temporales disminuya mucho y, por lo tanto, deben eliminarse, con lo cual se favorecen los árboles permanentes que para entonces estarán dando buenos rendimientos.

### Fructificación

Aunque los árboles injertados producen pequeñas cantidades de nueces entre los 4 y 6 años de edad, no es sino hasta el séptimo u octavo año que se obtienen rendimientos comerciales. El rendimiento máximo se obtiene hacia el décimoquinto año.

Como el período comprendido entre la siembra de los arbolitos y su producción es de varios años, los espacios libres de terreno entre los árboles de macadamia pueden aprovecharse para cultivos intercalados de corta duración.

X	X	X	X	X	X	X	X
0	0	0	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	X
0	0	0	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	X
0	0	0	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	X
0	0	0	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	X
0	0	0	0	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	X

X = Árboles permanentes.

0 = Árboles de relleno o temporales.

Figura 1. Plantación en cuadro con árboles de relleno.

Cuando los cultivos intercalados se hacen y atienden en forma adecuada, además de producir ingresos durante los años improductivos de la macadamia, pueden contribuir al mejoramiento del suelo y al combate de las malas hierbas. Los cultivos intercalados que requieren labranza profunda del suelo no son recomendables porque pueden perjudicar las raíces de los árboles de macadamia. Lo mismo puede decirse de los cultivos que proyecten mucha sombra o que pueden competir fuertemente por agua y sustancias nutritivas con la macadamia.

Los cultivos intercalados deben mantenerse a una distancia mínima de un metro de las hileras de macadamia. En una plantación experimental en la Finca Atirpo, en Turrialba, el cultivo intercalado es café. Se desea saber cuántas cosechas de este grano pueden obtenerse antes de que la macadamia crezca hasta el punto de proyectar demasiada sombra sobre los cafetos y obligar a su remoción.

### Macadamia como sombra de cafetales

Frecuentemente los caficultores preguntan si la macadamia se podría utilizar como sombra para el café en lugar de las especies de Inga y Erythrina que se usan actualmente en Costa Rica. Conviene señalar que con los progresos alcanzados en el cultivo del café, se ha hecho evidente que los árboles de sombra requieren un manejo especial, el cual incluye una poda muy profunda durante cierta época del año; prácticamente se cortan todas las ramas del árbol, dejando únicamente el tallo con una o dos ramas muy pequeñas. Las especies de Inga y Erythrina que se usan como sombra soportan este tratamiento tan drástico y, además, en pocos meses desarrollan otra vez nuevas ramas que proporcionan la cantidad de sombra que el café necesita durante ciertas fases de su crecimiento y fructificación. Si la sombra de café estuviera constituida por árboles de macadamia y éstos se podaran en la forma tan severa en que se poda el guavo y el poró, no habría producción de nueces; si no se podan, los cafetos recibirían una cantidad muy grande de sombra. Esto no significa, sin embargo, que excluyamos la posibilidad de asociar ambos cultivos en un mismo terreno; pero sería necesario buscar sistemas especiales que no impliquen una poda drástica de los árboles de macadamia ni expongan a los cafetos a sombreado excesivo y constante que indudablemente traería como consecuencia rendimientos bajos.

### Costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación de macadamia

Al igual de lo que sucede con otras plantaciones de árboles frutales, los costos iniciales de una plantación de macadamia son muy altos; incluyen adquisición y preparación del terreno, compra de arbolitos injertados de variedades superiores o establecimiento de viveros para la producción de los mismos, trazado y hechura de huecos y siembra. Además, los árboles pequeños necesitan mucha atención en lo que respecta a combate de malas hierbas, las cuales disminuyen al aumentar los árboles su tamaño y proyectar mayor cantidad de sombra.

En una plantación adulta el mantenimiento se reduce a la eliminación de malas hierbas, fertilización y recolección de nueces. En árboles en producción no hay poda propiamente, pues sólo es necesaria la remoción de ramas desgajadas por el viento o dañadas por alguna enfermedad.

La experiencia de Hawaii indica que para la obtención de buenos rendimientos no basta con seleccionar bien el sitio para la siembra y las variedades a plantar, sino que es indispensable una fertilización adecuada. Se considera que los árboles de macadamia deben recibir una libra de fertilizante por año por cada pulgada de diámetro del tronco, conforme lo especifica el Cuadro 2.

Cuadro 2. Sugerencias para la aplicación anual de fertilizante a árboles de macadamia (7)

Diámetro del tronco (Pulg.)	Antes de la florac.fuerte		Aplicación de Verano			Aplicación de Otoño			Aplicación anual lb.
	Sulf.	Amonio	Cantidad	Fórmula	Cantidad	Fórmula	Cantidad	Fórmula	
	lb.	oz.	lb.	oz.			lb.	oz.	
3		12	1	2	10-10-10	1	2	10-10-10	3
6	1	8	2	4	10-10-15	2	4	10-10-15	6
9	2	4	3	6	10-10-15	3	6	10-10-15	9
12	3	-	4	8	10-10-15	4	8	10-10-15	12
15	3	12	5	10	10-10-15	5	10	10-10-15	15

### Recolección de las nueces

Es prácticamente imposible saber cuáles de las nueces del árbol están listas para cosechar. Al alcanzar su maduración completa, las nueces se desprenden del árbol y caen y, por lo tanto la recolección se hace del suelo. Por esa razón es necesario que el suelo se mantenga libre de malezas, pues de lo contrario se dificultaría la cosecha. Las nueces deben recogerse con suficiente frecuencia (2 a 4 semanas), principalmente durante las épocas lluviosas, a fin de evitar que se pudran o comiencen a germinar. Aunque se están investigando sistemas de recolección mecánica, en la actualidad la recolección se hace manualmente. Las nueces que caen del árbol están cubiertas por una cáscara carnosa de color verdoso. Esta cáscara debe quitarse, a mano o con alguna clase de máquina, preferiblemente durante los tres días siguientes a la recolección, pues de lo contrario pueden dar lugar a fermentación que echará a perder la calidad de las nueces. Cuando por razones especiales no sea posible descascarar las nueces inmediatamente después de recogidas, conviene esparcirlas en capas delgadas para que se sequen, hasta donde sea posible sobre mallas de alambre en un galpón de secamiento.



Keeler (9) estima que en Hawaii una finca familiar (sin cargo por mano de obra), al final del sexto año, cuando comienza la producción, el agricultor habrá invertido un total de \$1.111 por acre. Al final del octavo año habrá cubierto completamente su inversión y tendrá una utilidad de \$136. En contraste, en una finca comercial en que es necesario pagar por la mano de obra, al final del sexto año los gastos ascenderán a \$1558 por acre; la inversión quedará completamente cubierta al final del treceavo año y quedará una utilidad de \$176.

Según Fukunaga (comunicación personal) en una plantación de macadamia para la ejecución de todas las labores se requiere un trabajador por cada 20 acres (8 hectáreas) y para solamente la recolección un trabajador por cada 30 acres (12 hectáreas).

### Rendimiento de una plantación

Lógicamente la producción de nueces por unidad de superficie o por árbol variará de una plantación a otra, y dependerá principalmente del sitio escogido, de las variedades plantadas y del manejo de la plantación.

El autor conoció en Hawaii un árbol del clon 'Keauhou' (HAES-246) con 30 años de edad, que producía 300 libras de nueces por año. En lotes experimentales de la Estación Agrícola de la Universidad de Hawaii, se encuentran árboles que producen más de 200 libras de nueces por año. Sin embargo, esta clase de rendimientos son muy difíciles de obtener en plantaciones comerciales de tamaño grande.

Una plantación de una empresa comercial (Royal Hawaiian Macadamia Nuts) visitada por el autor en 1968 en Hawaii, tenía 70.000 árboles en producción y el rendimiento promedio por árbol era de 80-90 libras de nueces en concha. Con un rendimiento como éste, una hectárea (100 árboles espaciados 10 x 10 metros) produciría de 8 a 9 mil libras de nueces al año. En Hawaii las plantas de procesamiento compran las nueces en concha al precio de \$0.20 la libra, lo cual significa que una hectárea produciría un ingreso bruto de \$1600-\$1800 por año.

De acuerdo con los datos de Scott (12), en 1966 Hawaii tenía 3190 acres de macadamia en producción, los cuales produjeron 9.075.000 libras de nueces en concha, lo que representa un promedio nacional de 2845 libras por acre, o sea 7030 libras por hectárea.

Según Kunchit (10), se puede esperar que una plantación bien manejada, con variedades superiores bien adaptadas, produzca un promedio de 100 libras o más de nueces en concha por árbol por año, cuando los árboles alcancen la edad de 15 años.

No se dispone de información sobre rendimientos en otros países. En Centroamérica no hay plantaciones clones comerciales en producción y, por lo tanto, se carece de datos concretos para una evaluación satisfactoria del rendimiento. En Costa Rica los pocos árboles que están en producción son casi en su totalidad árboles de semilla, y no se han llevado registros de producción. Una pequeña plantación clonal en Montes de Oca, provincia de San José, así como los primeros árboles clonales importados de California por el IICA-CEI, y sembrados en Turrialba a mediados de 1964, recientemente iniciaron su producción. Ya se han iniciado registros detallados de rendimiento individual de dichos árboles, los que proporcionarán datos para evaluar la producción de la macadamia en este país.

La mayoría de las plantaciones experimentales establecidas en varios lugares de Costa Rica están creciendo satisfactoriamente; los árboles tienen un tamaño y una apariencia comparables a los de árboles de la misma edad en Hawaii y California, lo cual hace pensar que se obtendrán buenos rendimientos. Sin embargo, el buen desarrollo vegetativo no siempre es garantía de buena producción y ésta no se puede juzgar objetivamente mientras no existan datos de rendimiento.

### Plantas de procesamiento

Las plantas para el procesamiento de las nueces de macadamia son muy grandes y con gran cantidad de equipo y maquinaria muy costosa. Su apariencia y tamaño es bastante similar a la de un beneficio de café en Costa Rica.

Básicamente el proceso consta de los siguientes pasos: 1) reducir el contenido de humedad de las nueces en concha a 5 por ciento; 2) clasificar las nueces con base en su tamaño; en 10 clases distintas; 3) quebrar las conchas para extraer las almendras; 4) reducir el contenido de humedad de las almendras al 1 o 0.5 por ciento; 5) cocinar las almendras en aceite de coco por 12-15 minutos; 6) centrifugar las almendras para quitar el aceite que quede al cocinarlas; 7) salar las almendras; 8) clasificar las almendras en máquinas electrónicas y luego a mano; 9) empacar las almendras en latas o frascos de diferentes tamaños, al vacío.

Actualmente la macadamia se vende como nuez propiamente y además se la emplea en la confección de turrónes y confituras tales como chocolates rellenos. También se la utiliza para hacer helados.

### Mercado

Tal como se mencionó al principio de este trabajo, el único país que está actualmente exportando nueces de macadamia es Hawaii, y la exportación se hace a Estados Unidos, principalmente a California.

Estudios detallados llevados a cabo indican que con una propaganda adecuada, el mercado de Estados Unidos es casi ilimitado, especialmente si los precios de la macadamia se reducen ligeramente para que no tengan una diferencia muy grande en comparación con los de otras nueces finas del mercado. Hawaii consume la mayor parte de la macadamia que produce. No nos fue posible conseguir datos de exportación de los últimos años, pero según Kunchit (10) hacia 1962 la exportación de Hawaii era aproximadamente de un 20 por ciento de su producción.

Scott (12), economista agrícola de la Estación Agrícola Experimental de Hawaii y profesor de economía de la Universidad, ha realizado estudios muy interesantes sobre las perspectivas del mercado de Estados Unidos para la macadamia. Con base en los resultados de sus investigaciones, llegó a la conclusión de que el mercado de Estados Unidos se puede ampliar considerablemente y que la demanda estará directamente relacionada con la inversión que se haga en anunciar el producto. Con una inversión de \$0.06 por lata o frasco de macadamia las ventas subirían a 26.000.000 de libras de nueces; con una inversión de \$0.03 por frasco las ventas podrían ser de 19.500.000 de libras, y sin inversión en propaganda las ventas serían de 12.500.000 de libras. Estas cifras demuestran claramente que el mercado de Estados Unidos está en capacidad de absorber cantidades de nueces de macadamia muy superiores a las que Hawaii está exportando.

Es lógico pensar que además del mercado de Estados Unidos es posible abrir y explotar otros mercados para la macadamia en muchos países americanos, europeos y asiáticos.

### Resumen

La macadamia es una nuez muy fina originaria de Australia. Actualmente se cultiva comercialmente en Hawaii y parte de la producción se exporta a Estados Unidos.

En los últimos años numerosos países se han interesado por el cultivo de esta nuez y algunos han sembrado extensiones considerables. Sin embargo, muchos problemas de carácter agronómico, especialmente en cuanto a propagación de las variedades comerciales, han obstaculizado el buen éxito de esos esfuerzos.

Hay dos especies cultivables: Macadamia integrifolia y Macadamia tetraphylla. En Hawaii todas las plantaciones comerciales son de M. integrifolia. En California han seleccionado algunos clones de M. tetraphylla que parecen producir nueces de buena calidad.

Actualmente hay cuatro variedades consideradas como recomendables para plantaciones comerciales en gran escala. Esas variedades fueron seleccionadas en Hawaii con base en observaciones y registros de muchos miles de plantas de semilla.

Para el buen éxito de una plantación de macadamia es indispensable que el lugar escogido reúna las condiciones necesarias de clima y suelo, que se siembren variedades reconocidas como buenas desde el punto de vista comercial y que el manejo de la plantación sea adecuado. Todos los árboles de una plantación deben ser injertados y deben recibir una fertilización apropiada.

La macadamia tarda alrededor de 7 u 8 años para alcanzar su producción comercial. Los gastos mayores son durante los primeros años, especialmente durante la fase del establecimiento de la plantación. En las plantaciones adultas los gastos se limitan mayormente a fertilización y recolección de las nueces. Es posible poner cultivos intercalados en los espacios libres de las plantaciones de macadamia durante los primeros años de su desarrollo; en esa forma se reducen los gastos de mantenimiento de la plantación y se obtienen algunos ingresos durante los años improductivos de los árboles de macadamia.

El rendimiento de las plantaciones varía de acuerdo con diversos factores, especialmente su manejo. En plantaciones comerciales es posible obtener rendimientos de 100 libras de nueces en concha por árbol. Una plantación muy extensa visitada por el autor en Hawaii tenía 70.000 árboles con una producción promedio de 80-90 libras por árbol, lo que significa 8000 a 9000 libras por hectárea. En Hawaii los agricultores venden sus nueces en concha a las plantas de beneficio a razón de \$0.20 la libra.

Las plantas de procesamiento de las nueces son muy grandes y con equipo muy diverso y costoso, con capacidad para beneficiar cantidades muy grandes de nueces.

La exportación de nueces de macadamia de Hawaii se hace a Estados Unidos, principalmente a California. Estudios sobre capacidad del mercado de ese país indican que con una propaganda adecuada, podría absorber cantidades muy superiores a las que ahora está consumiendo y a las que Hawaii está exportando.

Si hubiera mayor producción de nueces de macadamia, nuevos mercados podrían abrirse en otros países americanos, en Europa y en Asia.

#### Literatura citada

1. ALLAN, P. Macadamia nut production in South Africa.. California Macadamia Society. Yearbook 14:63-65. 1968.
2. COCHRAN, R.E. The macadamia in the State of Veracruz, Mexico. California Macadamia Society. Yearbook 8:44-45. 1962.
3. DAVIDSON, M. R. L. The macadamia in Jamaica. California Macadamia Society. Yearbook 13:39. 1963.
4. FUKUNAGA, E. T. Macadamia research progress in Kona. Hawaii Macadamia Producers Association, 4th Annual Meeting. Proceedings. 1965:27-35.
5. GOLWEBER, S. The macadamia in Florida. California Macadamia Society. Yearbook 2:45-46. 1956.
6. GUSTAFSON, C. D. Selection of soils for macadamia trees. California Macadamia Society. Yearbook 2:21-22. 1956.
7. HAMILTON, R. A. y FUKUNAGA, E. T. Growing macadamia nuts in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bull. No. 121. 1959.
8. JOHNSON, C. E. Macadamia in Paraguay. California Macadamia Society. Yearbook 11:57-59. 1965.
9. KEELER, J. T. Cost of growing macadamia on a family farm. Hawaii Macadamia Producers Association, 3rd Annual Meeting. Proceedings 1963:34-36.

10. KUNCHIT, K. Macadamia nuts. Tropical Pomology. University of Hawaii. Term papers 1961-1962: 141-171.
11. OHAD, R. The present status of macadamia in Israel. California Macadamia Society. Yearbook 9:41-43. 1963.
12. SCOTT, F.S., Jr. The market for macadamia nuts: an economic analysis. Hawaii Agricultural Experiment Station, Economics Report 82. 1969. 15 p.
13. STOREY, W. B. The macadamia in California and Hawaii - some comparisons. California Macadamia Society. Yearbook 4:46-49. 1958.
14. TONKS, E. A macadamia orchard in Rhodesia. California Macadamia Society. Yearbook 13:40-42. 1967.
15. URATA, U. Pollination requirements of macadamia. Hawaii Agricultural Experiment Station, Tech. Bull. No. 22. 1954. 40 p.









