

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

LA ACADEMIA ES ORGANO CONSULTIVO DEL GOBIERNO NACIONAL

VOLUMEN XV

JULIO 1980

NUMERO 56

PATRONO DE LA ACADEMIA:
SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

PRESIDENTE DE LA ACADEMIA:
JORGE ARIAS DE GREIFF

DIRECTOR DE LA REVISTA:
GUSTAVO PERRY ZUBIETA

SUMARIO:

	Págs.
Algunos métodos matemáticos aplicados a estudios forestales, por <i>Gabriel Poveda Ramos</i>	5
Divagaciones matemáticas, por <i>Eduardo Caro Cayzedo</i>	23
Algebras de Boole asociadas a un espacio de medida, por <i>Alonso Takahashi</i>	33
El sistema de referencia en Astronomía de posición, por <i>Eduardo Brieva Bustillo</i>	37
Las Aráceas: familia sobresaliente de mundo vegetal, por Hno. <i>Daniel Julián González Patiño</i>	41
Plantas indígenas para forrajicultura tropandina, por <i>Misael Acosta-Solis</i>	57
Manifiesto de Don José Jerónimo Triana al Congreso de la Confederación Granadina, con comentarios de <i>Santiago Díaz Piedrahíta</i>	99

CRONICA DE LA ACADEMIA:

Don Víctor E. Caro (En el centenario de su nacimiento), por <i>José Ignacio Ruiz</i>	107
Don Luis María Murillo, por <i>Luis Eduardo Mora Osejo</i>	111
Padre Antonio Olivares, por <i>Carlos Eduardo Acosta Arteaga</i>	115
Nuevo Director de la Revista	119
Constitución de la Academia	121

(La responsabilidad de las ideas emitidas en la Revista corresponde a sus autores.

La colaboración es solicitada. No se devuelve la colaboración espontánea ni se mantiene correspondencia sobre ella).



EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA

SEDE DE LA ACADEMIA: OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL
APARTADO AEREO 2584 — CALLE 8ª CARRERA 8ª — BOGOTA 1. D. E., COLOMBIA

ALGUNOS METODOS MATEMATICOS APLICADOS A ESTUDIOS FORESTALES

Por: GABRIEL POVEDA RAMOS.

INTRODUCCION

● 1. Actualmente (1978 - 1979) no se conoce en Colombia muchos métodos teóricos, de carácter riguroso, para prever y programar el desarrollo de proyectos forestales de alguna envergadura. En particular, parece que el uso de métodos matemáticos para el tratamiento de variables cuantitativas en estos campos es muy poco frecuente o es inexistente, cuando todo indica que esos métodos pueden ser muy fructíferos en el análisis y en el pronóstico del comportamiento de bosques, tanto en Colombia como en todo el mundo.

A juicio del autor, este vacío se debe hoy en nuestro país a las siguientes causas principales:

- a. Aún a nivel internacional, parece que la tecnología forestal no ha incorporado muy a fondo los procedimientos matemáticos en su metodología.
- b. La actividad reforestadora en Colombia ha sido muy escasa, falta de apoyo, dispersa y de muy poca envergadura, frente a lo que debería ser.
- c. Los matemáticos en nuestra nación se muestran por lo general poco interesados frente a los problemas reales de este país, con pocas y brillantes excepciones.
- d. En los currícula de las tres facultades de ingeniería forestal, la enseñanza de las matemáticas alcanza solamente un nivel relativamente elemental.

● 2. En este artículo se presentan algunos procedimientos para formular y analizar matemáticamente algunos aspectos importantes dentro del planeamiento de proyectos forestales. No se pretende que este sea un tratado sobre la materia. Solo se trata de mostrar las posibilidades de este tipo de enfoque del desarrollo forestal, así como algunos de los instrumentos matemáticos que son utilizables en este sentido.

● 3. Se tratarán, separadamente, los siguientes temas:

1. Las funciones de crecimiento volumétrico de árboles.
2. La función de supervivencia dentro de una plantación.
3. El crecimiento volumétrico de una masa forestal o de un bosque homogéneo.
4. La formulación de un régimen de siembra frente a metas futuras de disponibilidad.
5. El programa económico de un rodal.

1. FUNCIONES DE CRECIMIENTO VOLUMETRICO DE ARBOLES Y BOSQUES

● 4. Es un hecho empíricamente conocido por silvicultores y por técnicos forestales que el crecimiento de un árbol de determinada especie botánica, en una región determinada, en condiciones edafológicas y climáticas conocidas, sigue una ley de crecimiento más o menos bien conocida, que se puede expresar en términos del aumento de la altura, o del peso, o del volumen de madera aprovechable, en función de la edad. Es evidente también que aún entre varios ejemplares de una misma generación, en un mismo bosque, hay diferencias apreciables en cualquiera de esas variables, debido a condiciones genéticas o ambientales que difieren aleatoriamente de uno a otro árbol. Pero, en general, es siempre posible escoger un ejemplar promedio, representativo de todos los que forman un bosque, de una misma especie (o variedad) botánica, y en unas mismas condiciones de suelo, de clima y de ecología.

Las consideraciones que se hacen a continuación se refieren a ese ejemplar promedio de los árboles de un bosque homogéneo, en el sentido que se ha definido.

● 5. La medición de las variables mencionadas (p. e. altura, volumen maderable, etc.), en función de la edad del árbol, es un trabajo empírico que requiere gran experiencia forestal, una cuidadosa selección estadística de las muestras, y persistencia a lo largo de varios años. En Colombia son muy pocos los trabajos de esta naturaleza que han sido realizados y publicados. El más conocido, y tal vez el primero, es el que realizaron los profesores TSCHINKEL (1) e ILLENCIK para el *Cupressus sp.* en Antioquia, en los años anteriores a 1971.

● 6. La variable de más interés es el volumen maderable de un árbol (que llamaremos m) en función de la edad (que llamaremos x), para un ejemplar promedio. La relación entre las dos variables puede representarse por una función:

$$m = m(x)$$

Llamada función de crecimiento, y se puede representar gráficamente mediante la correspondiente *curva de crecimiento*.

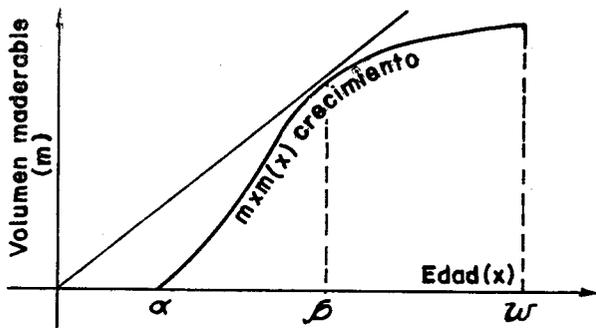


Figura 1

Esta función tiene las siguientes propiedades, que son evidentes desde el punto de vista forestal y físico:

- La función $m(x)$ está definida solo para edades positivas, es decir su dominio es $x > 0$; y es estrictamente positiva, es decir su codominio es $m(x) > 0$.
- La función $m(x)$ es continua, derivable y monótonicamente no-decreciente en todo su dominio, o sea, $m'(x) \geq 0$.
- Existe un valor a para la edad, antes del cual el árbol no contiene madera en cantidad apreciable, es decir que $m(x) = 0$ para $x < a$.
- A partir de cierta edad, w , el árbol prácticamente ya no crece en volumen maderable, o sea que, para $x > w$, $m'(x) = 0$.

De las anteriores condiciones para la función $m(x)$ se desprende, necesariamente, que a partir de algún valor de x (mayor que a), la función $m(x)$ es convexa, es decir que para dos abscisas h_1, h_2 en esa región ($h_1 < h_2$), se tiene que $m'(h_1) > m'(h_2)$; y si admitimos que $m(x)$ es de clase $C^2(a, w)$ (o sea que es derivable dos veces en el intervalo abierto de a hasta w), eso significa que existe un entorno a la izquierda de w tal que $m''(x) < 0$.

● 7. Es natural definir la vida óptima silvícola del árbol (o sea el turno óptimo silvícola del rodal coetáneo), como la edad a la cual el volumen de madera cosechada al cortar el árbol, dividido por su edad, es la máxima posible. En la figura 1 ese óptimo está en el punto β , tal que allí la recta que va del origen a la curva tiene la máxima pendiente; es decir, que para todo x se tiene

$$m(\beta) / \beta \geq m(x) / x$$

Es evidente que en el punto de la curva correspondiente a este óptimo, la recta que lo une al origen, coincide con la tangente a la curva.

De acuerdo con los supuestos admitidos para m , el turno óptimo silvícola cumple las condiciones

$$m(\beta) / \beta = \max_x [m(x) / x] \geq m(x) / x$$

y necesariamente, en $x = \beta$, se cumple

$$d(m/x) / dx = 0$$

o sea que allí es

$$\beta \cdot m'(\beta) = m(\beta).$$

Más adelante se definirá otro concepto de óptimo: el turno óptimo financiero, que en general es distinto del anterior.

Es interesante también notar que la edad de más rápido crecimiento del árbol promedio (o sea, del rodal), es la que cumple la condición.

$$\max_x (dm/dx) = d(dm/dx) / dx =$$

$$0 \Leftrightarrow d^2 m / dx^2 = 0$$

● 8. La fórmula de TSCHINKEL para el *Cupressus sp.* en Antioquia se refiere no propiamente al volumen maderable de un árbol, sino al volumen de madera en pie de un rodal coetáneo. La fórmula es (1):

$$\text{Log}_{10} V = a + b/x + cI - dI/x + IN,$$

en donde:

V = Volumen de madera en pie (en metros cúbicos), por hectárea (no por árbol).

x = Edad de la plantación ($x > 5$ años).

I = Índice de sitio = Altura de los árboles dominantes a los 15 años de edad, en metros.

N = Densidad de la plantación, en número de árboles por hectárea.

$$a = 0.7850$$

$$b = 0.5137$$

$$c = 0.0912$$

$$d = 0.2451$$

$$l = 0.00007$$

$R = \sqrt{0.92}$ = Coeficiente de correlación múltiple de la fórmula.

$e = 2.71828182846 \dots$ = Base de los logaritmos neperianos.

Se trata de una fórmula empírica deducida por TSCHINKEL y sus colaboradores a partir de numerosas mediciones hechas en parcelas escogidas al efecto. Se han constituido tablas numéricas para facilitar su uso.

El turno óptimo silvícola se define como la edad x^* para la cual se tiene

$$\max_x (V/x) = d(V/x) / dx = 0 ;$$

pero

$$V/x = x^{-1} e^{2.30259(a + b/x + cI - dI/x + lN)}$$

de donde

$$d(V/x)/dx = e^{2.30258(a + b/x + cI - dI/x + lN)} [x^{-2}(-b + dI) - x^{-2}]$$

Haciendo esta expresión igual a cero, se obtiene el turno óptimo silvícola:

$$x^* = 2.30258(dI - b)$$

Para índice de sitio $I=18$, que es muy frecuente en Antioquia, se tendría

$$x^* = 2.30258(18 \times 0.2451 - 0.5137) = 9 \text{ años}$$

que resulta demasiado corto por otras razones de carácter práctico-forestal. Para índice de sitio $I=21$, que es un buen terreno forestal en Antioquia, se tendría

$$x^* = 2.30258(21 \times 0.2451 - 0.5137) = 10.6 \text{ años}$$

que es también demasiado bajo por otras consideraciones.

Se demuestra fácilmente que $d^2(V/x) / dx^2 < 0$, y por lo tanto x^* es realmente el punto de máximo para la relación V/x .

La edad de más rápido crecimiento del volumen de madera, cumple la condición

$$d^2 V / dx^2 = 0$$

pero

$$dV/dx = 2.30258 x^{-2} e^E (dI - b)$$

donde hemos puesto $E = a + b/x + cI - dI/x + lN$ por abreviar la escritura. Luego

$$d^2 V/dx^2 = 2.30258(dI - b) e^E [(dI - b) 2.30258 x^{-4} - 2x^{-3}]$$

y haciendo igual a cero se deduce que la edad de más rápido crecimiento en volumen es

$$x^\circ = 2.30258(dI - b) / 2 = x^* / 2$$

o sea, a la mitad de la vida óptima silvícola del rodal, suponiendo la validez de esta ley de crecimiento.

La fórmula de TSCHINKEL merece, sin embargo, algunas objeciones, como las siguientes:

- No está definida para $x = 0$
- Es un poco engorrosa para calcular numéricamente.
- No deja ver claramente que para $x < 5$ años, prácticamente no hay madera aprovechable.
- Conduciría a un turno óptimo demasiado joven.

Por estas razones el autor de esta nota propone otro tipo de función de crecimiento.

● 9. El autor de esta nota propone para investigaciones futuras una función de crecimiento de la forma

$$V(x) = (ax - k) / (x + b), \text{ con } x > k/a = a \text{ (5 años para Cupressus)}$$

y siendo

$$V(x) = \text{Volumen de madera por hectárea, a la edad } x$$

$a, k, b, =$ Constantes reales positivas.

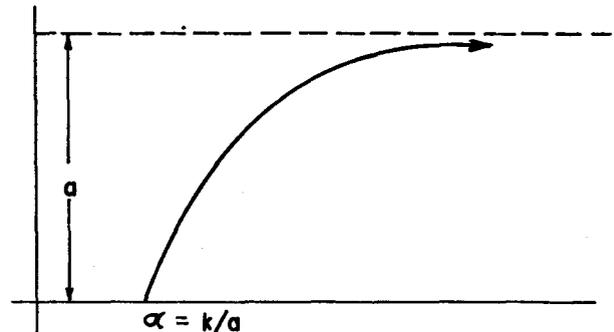


Figura 2

La gráfica de la función propuesta, en coordenadas cartesianas, es una rama de hipérbola que crece con x tendiendo asintóticamente a la recta horizontal $V = a$. Así, la constante a significa el volumen máximo de madera, por hectárea, que tiende a desarrollar el bosque, a largo plazo, con todos los árboles plenamente desarrollados. La constante k es $k = a \cdot a$, es decir, es igual a la edad umbral a en que se empieza a formar madera en el bosque, multiplicada por el parámetro a .

La determinación del turno óptimo silvicultural, definido por la edad que proporciona el máximo volumen de madera por año de vida, al cortar el bosque, resulta de la condición

$$d(V/x) / dx = 0$$

Pero

$$V/x = (a - k/x) / (x + b)$$

cuya derivada es

$$\frac{(k/x^2)(x + b) - (a - k/x)(x + b)^2}{(x + b)^2}$$

Haciendo igual a cero se obtiene la ecuación de segundo grado

$$ax^2 - 2kx - bk = 0$$

cuya única solución real y positiva es

$$x^* = \frac{k + \sqrt{k^2 + abk}}{a}$$

Fácilmente se demuestra, además, que para este valor se tiene $d^2(V/x) / dx^2 < 0$, o sea que sí se trata del máximo para V/x .

A esa edad el volumen de madera cosechado por hectárea es

$$V^* = \frac{a \sqrt{k^2 + abk}}{k + ba + \sqrt{k^2 + abk}}$$

y de aquí se deduce el máximo del volumen de madera por hectárea-año, V^* / x^* .

2. LA FUNCION DE SUPERVIVENCIA DE UNA PLANTACION

● 10. Desde el momento cuando la plántula se traslada del semillero al terreno, durante la siembra del bosque, ella (y luego el árbol) están sujetos a muchos factores adversos que pueden matarla. Algunos de estos factores son la sequía, las plagas, el fuego, etc. Además, el mismo silvicultor hace raleos y entresacas tanto por razones forestales como por razones económicas. Todo esto significa que de un rodal coetáneo (sembrado en un mismo momento, o siquiera dentro de un mismo período lluvioso del año), de un número grande de individuos (digamos, unos 10 mil o 100 mil ejemplares) que se siembran inicialmente, al cabo de cierto tiempo solo subsisten vivos un número menor de ejemplares, o a lo sumo igual a los iniciales. En general, a medida que pasa el tiempo y el bosque aumenta en edad, su población de árboles va disminuyendo debido a factores naturales de mortalidad y a procesos de corte por el hombre. Si todos estos factores obedecen a regímenes biológicos, climáticos o económicos más o menos estables, es posible definir una función tal que, para cada edad del bosque, dé la probabilidad de que un árbol cualquiera, tomado al azar, muera o sea derribado durante 1 año, antes de cumplir el siguiente año de edad. Esa función se puede denominar tasa de mortalidad a la edad x , $\mu(x)$, por analogía con el mismo proceso y la misma función en poblaciones humanas (2).

En consecuencia, la probabilidad de que un árbol elegido al azar sobreviva durante el transcurso de 1 año, es $1 - \mu(x)$. Si se designa con $L(x)$ la probabilidad de que un árbol viva todavía a la edad x , y consideramos un breve transcurso de tiempo (por ejemplo de unos pocos días) en el bosque, Δx , podemos escribir:

- Probabilidad de que un árbol (al azar) muera o sea cortado durante Δx : $\mu(x) \cdot \Delta x$
- Probabilidad de que sobreviva durante el lapso Δx : $1 - \mu(x) L(x) \cdot \Delta x$

Además, según una regla de probabilidades muy conocida:

Probabilidad de que esté vivo a la edad $x + \Delta x$ = (Probabilidad de que esté vivo a la edad x) \times (Probabilidad de que sobreviva durante Δx) o poniéndolo en símbolos

$$L(x + \Delta x) = L(x) [1 - \mu(x) \cdot \Delta x]$$

Formando $L(x + \Delta x) - L(x)$, dividiendo por Δx y haciendo $\Delta x \rightarrow 0$, se obtiene

$$\frac{1}{L} \frac{dL}{dx} = -\mu(x) \leq 0$$

cuando exista la derivada.

Es evidente que en el momento de hacer la plantación, todos los arbolitos están vivos, o sea que $L(0) = 1$. Integrando la ecuación anterior se encuentra, pues:

$$L(x) = e^{-\int_0^x \mu(t) \cdot dt} \quad \text{--- } \Sigma \text{ saltos de discontinuidad anteriores a } x.$$

Esta función tiene algunas propiedades analíticas que reflejan realidades físicas obvias, y que vale la pena mencionar:

- $L(x)$ es monótonicamente no creciente.
- En todo su dominio, es $L(x) \leq 1$.
- Cuando se hacen raleos o entresacas la función tiene un salto finito (discontinuidad), negativa.
- Cuando el bosque se corte totalmente, a la edad T , se tiene $L(T+) = 0$.

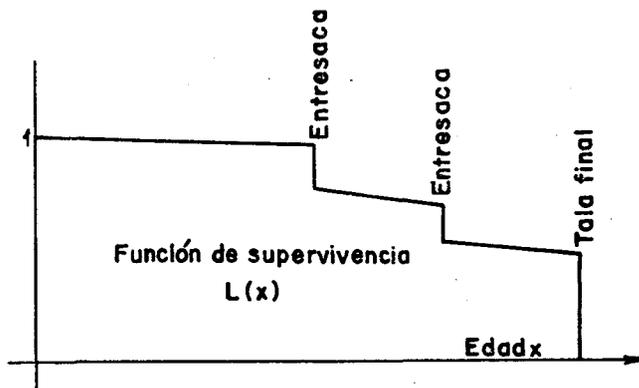


Figura 3

Si el número de árboles sembrados inicialmente (a edad cero, $x = 0$), y que llamamos $N(0)$ es grande, digamos del orden de decenas o centenas de miles, puede ponerse con muy buena aproximación que el número de ellos que viven aún a la edad x es:

$$N(x) = N(0) L(x),$$

de acuerdo con la ley de los grandes números. Es decir, que un buen estimador para $L(x)$ es

$$N(x) / N(0)$$

● 11. La edad T a la cual se tala el bosque completamente puede ser determinada a voluntad por el silvicultor. Sin embargo, es presumiblemente igual o cercana a la vida óptima del bosque, tal como ya se ha definido.

● 12. En las consideraciones anteriores no se ha tenido en cuenta el fenómeno de la regeneración natural del bosque por la germinación espontánea de semillas producidas por los árboles ya maduros, porque se ha tratado de una misma cohorte coetánea. La regeneración natural ha de ser tenida en cuenta cuando se analice la dinámica de la masa forestal, junto con las siembras nuevas y las resiembras, como un factor exógeno que se incorpora a la población de árboles ya existentes.

● 13. Por último, es oportuno señalar que el supuesto que hemos hecho de que la función $L(x)$ es invariante en el tiempo, es decir estacionaria, es bastante difícil de acercarse a la realidad. En distintas épocas históricas van cambiando los factores adversos al bosque, tanto en su naturaleza como en su intensidad. Sin embargo, como una primera aproximación y para fines de análisis admitiremos aquella condición.

En un bosque bien cuidado, y en ausencia de incendios y de plagas puede ponerse con bastante aproximación

$$dL / dx = 0$$

en donde $L(x)$ sea derivable. En este caso

$$L(x) = 1 - \sum p(x_i), \text{ con } x_i < x$$

siendo $p(x_i)$ la proporción de árboles cortados en una entresaca a la edad x_i (anterior a x), en comparación con el número total inicialmente sembrados, $N(0)$. Si hay incendios, o plagas u otros agentes naturales que atacan el bosque, en general, es

$$dL / dx < 0$$

Este caso será considerado después con mayor detalle.

3. LA MASA FORESTAL DE UN BOSQUE HOMOGENEO Y SU CRECIMIENTO VOLUMETRICO

● 14. Se trata aquí de obtener expresiones matemáticas que nos den la población forestal y el volumen maderable de una gran masa forestal que se siembra de acuerdo con los siguientes supuestos:

- La siembra se hace en forma continua en el tiempo, a una tasa constante o variable. Esto último incluye la posibilidad de interrupciones en el proceso de siembra.
- La función de crecimiento de volumen maderable según la edad, $m(x)$, es invariante en el tiempo (o permanente, o estacionaria), y es una misma para cada árbol; o por lo menos representa fielmente el promedio por ejemplar.
- Se trata de una misma especie taxonómica, sembrada en una región cuyas características ecológicas, edáficas y agrológicas son uniformes.
- Todos los árboles sembrados en una misma fecha son cortados al alcanzar una misma edad T , pero no se hacen entresacas a edades menores que T .

Las premisas anteriores no son muy bien aplicables a procesos de reforestación dispersos, esporádicos y con mercado incierto para la madera, como ha sido el caso de Antioquia y en toda Colombia hasta hoy. Pero previsiblemente sí habrán de ser válidas en el futuro, cuando existan grandes masas boscosas que se explotarán de acuerdo con regímenes de corta bien determinados, y que habrán de sembrarse y resembrarse de acuerdo con programas cuidadosamente planificados. Esto habrá de ser así dentro de programas ambiciosos de reforestación para producción de pulpa de celulosa, o para otras formas de industrialización de la madera.

Con tales premisas ya puede describirse cuantitativamente la dinámica del bosque.

En efecto, sea:

- $s(t)$: El número de árboles (o bien el número de hectáreas) que se siembran en una fecha t , por unidad de tiempo (digamos, por mes), dentro de un territorio determinado, como por ejemplo una cuenca hidrográfica, una gran región geográfica o un departamento.
- u : Edad de un árbol y de todos sus coetáneos (sembrados en la misma fecha, anterior).
- $m(u)$: Volumen de madera en cada árbol (o, respectivamente, en cada hectárea) en pie, y de edad u . En caso de que los cálculos se refieran a la superficie forestal en lugar de la población forestal, en lugar de $m(u)$ pondríamos la función $V(u)$ que ya se explicó antes, introduciendo también el número de árboles por hectárea.
- $L(u)$: Función de supervivencia a la edad u , es decir, proporción de árboles que aún viven, en comparación con el número que se sembró inicialmente en una misma fecha. Admitimos que $L(u)$ es derivable a trozos, por lo menos, en su dominio $0 < u < T$.
- T : Edad señalada para la tala de cada árbol, o sea el turno de corta.
- t : Una fecha dentro de la historia del bosque en la cual se trata de cuantificar las existencias en árboles y/o en madera.

De acuerdo con esta nomenclatura, podemos escribir:

$s(x) \Delta x$: número de árboles que fueron sembrados durante un corto intervalo Δx de tiempo, en la fecha x anterior a t . Esos árboles tendrán la edad $t - x$ en la fecha t .

$s(x) L(t - x) \Delta x$: número de árboles de esa cohorte coetánea (o "generación") que permanecen en pie en la fecha t .

$m(t - x) \cdot s(x) L(t - x) \Delta x$: volumen de madera de esa cohorte, en la fecha t .

Puesto que todos los árboles al llegar a la edad T son talados, es claro que en fecha t no queda ninguno que hubiera sembrado en fecha anterior a $x = t - T$. En otras palabras: $L(u) = 0$ para $u > T$. Se deduce así que el número de árboles en pie a la fecha t es:

$$(3.1) \quad N(t) = \int_{t-T}^t s(x) L(t-x) dx$$

y que la madera existente es:

$$(3.2) \quad M(t) = \int_{t-T}^t m(t-x) \cdot L(t-x) s(x) \cdot dx$$

Cambiando la variable independiente de t a $u = t - x$, se escribe también:

$$(3.3) \quad N(t) = \int_0^T s(t-u) L(u) du$$

$$(3.4) \quad M(t) = \int_0^T m(u) \cdot L(u) \cdot s(t-u) \cdot du$$

Las expresiones anteriores permiten predecir las existencias en árboles o en madera que tendrá el bosque en una fecha futura determinada t , si se conoce el programa de siembras $s(x)$ y la función de supervivencia $L(u)$.

La función:

$$m(u) L(u) = g(u)$$

indica el volumen promedio de madera en pie existente a la edad u , por cada arbolito sembrado inicialmente en una misma cohorte, aunque de ellos algunos pueden ya haber desaparecido por destrucción, pestes o entresacas. Esta función será derivable (o por lo menos, derivable a trozos), según las propiedades que hemos propuesto para $m(u)$ y para $L(u)$. Por ser $m(0) = 0$, resulta $g(0)$, y la derivada de $g(u)$, en donde exista, es:

$$\dot{g}(u) = m(u) \dot{L}(u) + \dot{m}(u) L(u)$$

en donde el punto escrito sobre cada función indica su derivada, como es usual (Notación de NEWTON y de LAGRANGE).

Usando la notación de producto convolutivo, las fórmulas (3.3) y (3.4) pueden escribirse:

$$N(t) = s(t) * L(t) \text{ con } 0 \leq t \leq T$$

$$M(t) = g(t) * L(t).$$

• 15. Un aspecto del bosque que es muy importante conocer es la velocidad de crecimiento del volumen de madera. Para ello derivamos la ecuación (3.4) respecto a t , usando la llamada regla de LEIBNIZ, ya que t aparece bajo el integral y en ambos límites

$$\dot{M}(t) = \int_{t-T}^t s(x) \dot{g}(t-x) dx + s(t) g(0) - s(t-T) g(T) \text{ pero } g(0) = 0, \text{ luego}$$

$$(3.5) \quad \dot{M}(t) = \int_{t-T}^t s(x) \dot{g}(t-x) dx - s(t-T) g(T).$$

Esta expresión está constituida por dos términos:

a. El integral:

$$\int_{t-T}^t s(x) g(t-x) dx$$

o bien:

$$\int_0^t s(t-u) \dot{g}(u) du$$

que significa el aumento de madera por unidad de tiempo, de aquellos árboles que aún no han llegado a la edad de corta, T ;

b. El término:

$$-s(t-T) g(T)$$

que significa la extracción de madera por unidad de tiempo, y que consiste de la que contienen aquellos árboles que llegan a la edad T , y

que pertenecen a la cohorte o generación que fue sembrada en la fecha anterior $t - T$.

A título de ejemplo examinaremos algunos modelos correspondientes a distintos regímenes de siembra en el tiempo, y dentro de las hipótesis ya mencionadas.

• 16. *Ejemplo 1.* Consideramos un bosque que desde tiempo inmemorial viene siendo resembrado y talando los árboles de edad T , a un ritmo continuo y constante, o sea:

$$s(x) = a \text{ (constante), para } -\infty < x < +\infty$$

La ecuación (3.4) da para el volumen de madera:

$$M(t) = \int_{t-T}^t a \cdot g(t-x) dx =$$

$$a \int_0^t g(u) du = a G(T)$$

siendo $G(x) = \int_0^x g(u) du$, la primitiva de $g(u)$.

Y derivando respecto a t :

$$dM/dt = 0$$

Es decir que el volumen de madera en pie permanece constante. Eso significa que el volumen de madera cortada por la tala de árboles a la edad T es exactamente compensado por el aumento volumétrico de los árboles más jóvenes que quedan en pie. Esta situación es pues el régimen estacionario de siembra y extracción continuadas y constantes de una masa forestal de volumen constante.

• 17. *Ejemplo 2.* Consideramos el caso de una plantación nueva (forestación primaria) que se siembra durante un tiempo corto (y en todo caso hasta antes de comenzar a talar), a un ritmo uniforme, durante un lapso de duración D , y luego se suspende la siembra. Al llegar a su edad de corte ($T > D$), los primeros árboles, comienza a talarse sistemáticamente los que la van alcanzando.

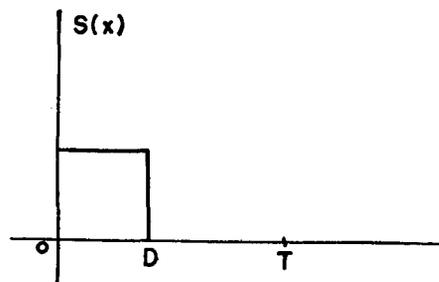


Figura 4

El ritmo de siembra es pues:

$$s(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ a, & 0 < x < D \\ 0, & x > D \end{cases}$$

i. Para $t \in (0, D)$:

$$M(t) = \int_0^t a \cdot g(t-x) dx = a \int_0^t g(u) du = a G(t)$$

de donde:

$$dM/dt = a \cdot g(t) > 0$$

ii. Para $t \in (D, T)$:

$$M(t) = \int_0^t s(x) \cdot g(t-x) dx = \int_0^D a \cdot g(t-x) dx = - \int_t^{t-D} a \cdot g(u) du = a [G(t) - G(t-D)]$$

de donde:

$$dM/dt = a [g(t) - g(t-D)] > 0, \text{ [si } m(t) L(t) > m(t-D) L(t-D) \text{]}.$$

iii. Para $t \in (T, T+D)$:

$$M(t) = \int_{t-T}^t s(x) g(t-x) dx = \int_{t-T}^D a g(t-x) dx = - \int_t^{t-D} a \cdot g(u) du = a [G(T) - G(t-D)]$$

de donde:

$$dM/dt = -a g(t-D) < 0$$

iv. Para $t > T+D$:

$$M(t) = 0 \text{ de donde } dM/dt = 0$$

La figura 5 ilustra esquemáticamente la curva de desarrollo y de extinción de un bosque sembrado y talado en estas condiciones.

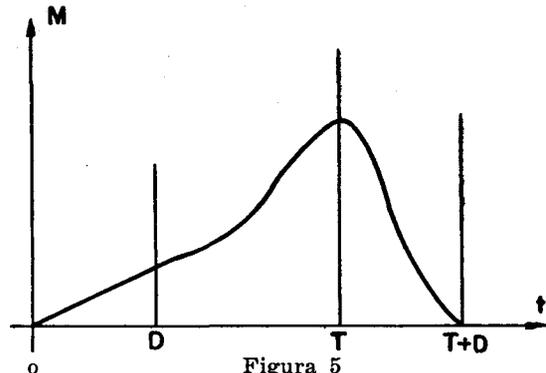


Figura 5

• 18. *Ejemplo 3.* En el caso en que la siembra se haga a un ritmo constante durante todo el período de crecimiento de los primeros árboles, y se suspenda desde el momento en que estos comienzan a ser cortados a edad T , se tiene un caso particular del ejemplo anterior, siendo $D = T$. En estas condiciones hay dos períodos en la vida del bosque, uno de siembra y otro de corte, sin intervalo intermedio. El crecimiento en cada uno de tales períodos puede describirse así:

a. Para $t \in (0, T)$: $M(t) = k G(t) \Rightarrow dM/dt = k g(t)$

b. Para $t \in (T, 2T)$: $M(t) = k [G(T) - G(t-T)] \Rightarrow dM/dt = -k \cdot g(t-T) < 0$

• 19. *Ejemplo 4.* Veamos ahora el caso de un rodal que se siembra partiendo de tierra rasa. La siembra se hace a un ritmo creciente de manera uniforme, durante cierto lapso D , menor que la vida útil prescrita ($T > D$); luego se suspende la siembra y se deja crecer el bosque hasta que los árboles se talan al llegar a su edad T . Este ejemplo es análogo al ejemplo 2, con la diferencia de que el ritmo de siembra en aquel ejemplo es constante mientras en el presente ejemplo es variable (uniformemente creciente), es decir $s(x) = kx$, en $x \in (0, D)$, con $k = \text{constante}$, y $s(x) = 0$ en todo otro momento.

Se tiene aquí también tres etapas claramente diferenciadas:

a. Para $t \in (0, D)$: $M(t) = \int_0^t kx g(t-x) dx = \int_0^t k(t-u) g(u) du$, e integrando por partes se encuentra:

$$M(t) = kt G(t) - k [u G(u) - G(u) du]_0^t = k \int_0^t G(u) du \Rightarrow \frac{dM}{dt} = G(t) \int_0^t g(x) dx$$

b. Para $T(D, T)$: $M(t) = \int_0^D kx g(t-x) dx = \int_{t-D}^t k(t-u) g(u) du$

$$= kt [G(t) - G(t-D)] - k [u G(u) - G(u) du]_{t-D}^t$$

$$= k \int_{t-D}^t G(u) du - k D G(t-D)$$

de donde:

$$dM/dt = k [G(t) - G(t-D)] - k D g(t-D) = k \int_{t-D}^t g(u) du - k D \cdot g(t-D)$$

c. Para $t \in (T, T+D)$: $M(t) = \int_{t-T}^t kx g(t-x) dx$

$$= \int_{t-T}^D kx g(t-x) dx = \int_{t-T}^T k(t-u) g(u) du$$

$$= kt [G(T) - G(t-D)] - k [u G(u) - \int G(u) du]_{t-D}^T$$

$$= k(t-T) G(T) - k D G(t-D) + k \int_{t-D}^T G(u) du \Rightarrow$$

$$dM/dt = k [G(t) - G(T-D)] - k a g(t-D)$$

La curva de aumento volumétrico en las tres fases se aprecia en la figura anexa.

Si el período de siembra se prolongara hasta el momento T de comenzar a talar los primeros árboles, se tendrían dos fases:

- Para $t \in (0, T)$: $M(t) = \int_0^t G(u) du \Rightarrow dM/dt = k G(t)$
- Para $t \in (T, 2T)$: $M(t) = k(t-T) G(T) - k a G(t-a) + k \int_{t-a}^T G(u) du$

En el anexo 1 se presenta otro ejemplo sobre el cálculo del crecimiento volumétrico bajo otro régimen de siembras.

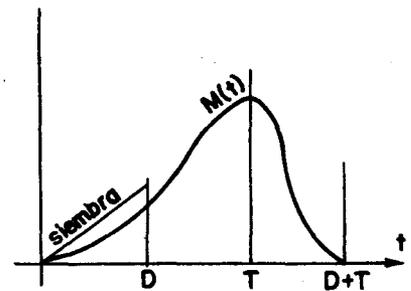


Figura 6

• 20. Si consideramos la posibilidad de hacer entresacas, las funciones que dan la población en el bosque, el volumen de madera en pie y la tasa de extracción son distintas. Consideremos, por ejemplo, que antes de completar el turno del bosque se hacen n entresacas, a las edades $E_1, E_2, \dots, E_n < T$, en su orden. En cada una de estas entresacas se corta cierto número de árboles que representan determinadas proporciones respecto al número de árboles que permanecen en pie al momento de la entresaca, proporciones a las cuales llamamos p_1, p_2, \dots, p_n . En Antioquia, en el caso de las coníferas, para un turno de $T = 20$ años, los ingenieros forestales recomiendan hacer entresacas a las edades de $E_1 = 8$ años, $E_2 = 12$ años, $E_3 = 16$ años antes de la tala final a los 20 años.

En este caso, debemos hacer otras consideraciones. En la función de supervivencia $L(x)$ hay que

separar el efecto de la mortalidad natural por pestes, fuego y otros agentes, del efecto de las entresacas, porque el primero es una riqueza que se pierde (al menos parcialmente) mientras que las últimas dan un producto aprovechable.

Sea $H(x)$ la función de supervivencia a la edad x , si no se hicieran las entresacas programadas, y si solo se perdieran árboles por acción de agentes que actúan al azar pero bajo un régimen aleatorio cuyas probabilidades pueden determinarse a cada edad. De esta función $H(x)$ supondremos que es derivable por lo menos a trozos en su dominio $0 \leq x \leq T$, aunque presente discontinuidades en algunos puntos (p.e. por calamidades repentinas), y desde luego, donde exista la derivada, es $dH/dx < 0$. En esta forma la función de supervivencia, considerando las entresacas, a lo largo de la vida del rodal, será:

- Al momento de la siembra de una cohorte inicial de N_0 árboles, $x = 0$, se tiene:

$$L(0) = H(0) = 1$$

- Después de la siembra y antes de la 1ª entresaca o sea para $0 < x < E_1$, se tiene:

$$N(x) = N_0 H(x), \text{ de donde } L(x) = N(x)/N_0 = H(x)$$

- Inmediatamente antes de la 1ª entresaca, o sea, en símbolos $x = E_1 - e$, siendo e muy pequeña:

$$N(E_1-) = N_0 H(E_1), \text{ de donde } L(E_1-) = H(E_1)$$

- Inmediatamente después de la 1ª entresaca, o sea, para $x = E_1 + e$, siendo e muy pequeña:

$$N(E_1+) = H(E_1) (1-p_1) N_0, \text{ de donde } L(E_1+) = (1-p_1) H(E_1)$$

- Después de la 1ª entresaca y antes de la 2ª, o sea, para $E_1 < x < E_2$ se tiene:

Probabilidad de que un árbol que está vivo a edad E_1 continúe vivo a edad $x > E_1 = H(x)/H(E_1)$

Número de árboles con que comienza este período = $N(E_1+) = (1-p_1) \times H(E_1) N_0$

Número de árboles sobrevivientes a edad x

$$N(x) = (1-p_1) H(E_1) \cdot N_0 \cdot H(x) / H(E_1) = N_0 (1-p_1) H(x)$$

$$\text{de donde } L(x) = (1-p_1) H(x)$$

y por consideraciones análogas se tiene, en general, que para la edad x , posterior a E_r y anterior a E_{r+1} , es decir $E_r < x < E_{r+1}$, la función de supervivencia es...

$$L(x) = (1-p_1) (1-p_2) \dots (1-p_r) H(x)$$

Para fijar ideas, supondremos que sólo se harán 3 entresacas, a las edades E_1, E_2 y E_3 antes de la tala final a la edad T . Así, se puede poner:

$$L(x) = \begin{cases} H(x) , & 0 < x < E_1 \\ (1-p_1) H(x) , & E_1 < x < E_2 \\ (1-p_1) (1-p_2) H(x) , & E_2 < x < E_3 \\ (1-p_1) (1-p_2) (1-p_3) H(x) , & E_3 < x < T. \end{cases}$$

• 21. Las existencias en el bosque, en árboles y en madera se pueden calcular ya fácilmente, para una fecha cualquiera:

a. De los árboles en edad $x < E_1$, que aún no han sufrido la 1ª entresaca, se sembraron en fecha $y = t - x$, un número $s(y) \cdot dy$, y sobreviven en fecha t

$$dN_1(t) = s(y) \cdot dy \cdot L(t-y) = S(y) \cdot H(t-y) \cdot dy$$

Entonces, del período de siembra desde $t - E_1$ hasta t , quedan en pie

$$N_1(t) = \int_{t-E_1}^t s(y) H(t-y) \cdot dy$$

b. Del período de siembras desde $t - E_2$ hasta $t - E_1$, cuyos árboles tienen edades entre E_1 y E_2 , a la fecha t hay en pie

$$N_2(t) = \int_{t-E_2}^{t-E_1} s(y) H(t-y) (1-p_1)$$

Así mismo pueden escribirse las expresiones para el número de árboles en pie con edades entre E_2 y E_3 (N_3), y el número con edades entre E_3 y T (N_4). La población total es

$$N(t) = N_1(t) + N_2(t) + N_3(t) + N_4(t)$$

$$(3.6) \quad N(t) = \int_{t-E_1}^t s(y) H(t-y) dy + (1-p_1) \int_{t-E_2}^{t-E_1} s(y) H(t-y) dy + (1-p_1) (1-p_2)$$

$$\int_{t-E_3}^{t-E_2} s(y) \cdot H(t-y) dy + (1-p_1) (1-p_2) (1-p_3) \int_{t-T}^{t-E_3} s(y) H(t-y) dy$$

• 22. Así también se deduce que el volumen de madera en pie, a la fecha t , es:

$$(3.7) \quad M(t) = \int_{t-E_1}^t m(t-y) \cdot s(y) H(t-y) dy + \dots + q_3 \int_{t-T}^{t-E_2} m(t-y) s(y) H(t-y) \cdot dy$$

en donde, por brevedad en la escritura, se han omitido los dos términos correspondientes a los períodos de siembra de $t - E_2$ a $t - E_1$, y de $t - E_3$ a $T - E_2$; y hemos puesto

$$q_3 = (1-p_1) (1-p_2) (1-p_3), \quad q_2 = (1-p_1) (1-p_2), \quad q_1 = 1-p_1.$$

Derivando la expresión (3.3), y escribiendo, por simplificar la notación, $m(u) H(u) = f(u)$, se encuentra la tasa neta de aumento del volumen maderable:

$$(3.8) \quad \dot{M}(t) = \int_{t-E_1}^t s(y) \dot{f}(t-y) dy + q_1 \int_{t-E_2}^{t-E_1} s(y) \dot{f}(t-y) \cdot dy + q_2 \int_{t-E_3}^{t-E_2} s(y) \cdot$$

$$\dot{f}(t-y) dy + q_3 \int_{t-T}^{t-E_3} s(y) \dot{f}(t-y) dy - s(t-E_1) f(E_1) + q_1 [s(t-E_1) f(E_1)$$

$$- s(t-E_2) f(E_2)] + q_2 [s(t-E_2) f(E_2) - s(t-E_3) f(E_3)] + q_3 [s(t-E_3) f(E_3) - s(t-T) f(T)]$$

Para calcular esta derivada se ha usado la regla de LEIBNIZ (3), teniendo en cuenta que la variable independiente t aparece bajo los integrales, en los límites superiores y en los límites inferiores. Además, se ha usado la propiedad de que

$$f(0) = m(0) H(0) = 0 \text{ porque } m(0) = 0.$$

Sustituyendo las q por su valor en términos, de las p , y reorganizando términos, se tiene:

$$(3.9) \quad \dot{M}(t) = \int_{t-E_1}^t s(y) \dot{f}(t-y) dy + q_1 \int_{t-E_2}^{t-E_1} s(y) \dot{f}(t-y) dy + q_2 \int_{t-E_3}^{t-E_2} s(y) \dot{f}(t-y) \cdot dy +$$

$$q_3 \int_{t-T}^{t-E_3} s(y) \dot{f}(t-y) dy - p_1 s(t-E_1) f(E_1) - p_2 q_1 s(t-E_2) f(E_2) -$$

$$- p_3 q_2 s(t-E_3) f(E_3) - q_3 s(t-T) f(T)$$

omitiendo las expresiones que hay bajo los integrales, que son las mismas de la ecuación (3.8).

Cada uno de los cuatro integrales significa el crecimiento volumétrico de la madera de los árboles sembrados en los períodos de $t - E_1$ a t , de $t - E_2$, a $t - E_1$, de $t - E_3$ a $t - E_2$ y de $t - T$ a $t - E_3$,

retrospectivamente. Los otros cuatro términos, precedidos de signo negativo, expresan la tasa de extracción en la fecha considerada, t , correspondiente a la 1ª entresaca de los árboles de edad E_1 , a la 2ª de los de edad E_2 , etc., y a la corta final de los que llegan a la edad T en ese momento.

4. PREDETERMINACION DE PROGRAMAS DE SIEMBRA POR METAS FUTURAS

● 23. El análisis que se ha hecho en párrafos anteriores permite dar solución a un problema que hasta ahora no se ha planteado (y con mayor razón, no se ha resuelto) en la literatura conocida sobre manejo de bosques. Dicho problema es el de determinar a priori un programa escalonado de siembras, cronológicamente dispuesto de modo que, de acuerdo con un régimen determinado de cortas, permita disponer en el futuro de determinados volúmenes de madera en pie.

Partimos nuevamente de la ecuación (3.4) para el volumen de madera en pie, de acuerdo con la nomenclatura y con los supuestos explicados en el numeral 14:

$$(4.1) \quad M(t) = \int_0^t g(u) s(t-u) du$$

siendo $g(u) = m(u) L(u)$. En esta fórmula no se consideran entresacas, sea porque no las hay, o porque su producido en volumen de madera es insignificante.

El problema que se plantea es el de conocer cuál es la función $s(t)$ que dará lugar a una determinada forma de crecimiento en el tiempo del volumen de madera, $M(t)$. Esto es, establecer la función incógnita $s(t)$ suponiendo que $M(t)$ está dada y es conocida. La función incógnita aparece en la ecuación anterior bajo el signo integral, y además su argumento aparece disminuido o "rezagado" en cierta cantidad variable, u . Una ecuación de esta naturaleza se llama una ecuación integral con retraso, o ecuación histero-diferencial. Hay muchos problemas en Demografía, en Investigación de Operaciones, en Biología, en Teoría de Renovación, y en otras disciplinas que conducen a una ecuación análoga a la ecuación (4.1). (4).

Hay dos maneras de resolver la ecuación propuesta. Una de ellas usa el método de la transformación de LAPLACE (ver anexo 2). La otra fue descubierta por el matemático y demografista ALFRED J. LOTKA en 1939, y por ser más sencilla es la que presentaremos aquí. (5).

Según el método de LOTKA, la solución para la ecuación (4.1) es:

$$s(t) = C_0 F_0(t) - C_1 F_1(t) + \frac{C_2 F_2(t)}{2!} - \frac{C_3 F_3(t)}{3!} + \dots$$

siendo:

$$F_0(t) = M(t)$$

$$F_r(t) = d^r F_0(t) / dt^r \quad (r = 0, 1, 2, \dots)$$

$$C_0 = 1 / \int_0^T g(u) du$$

y los otros coeficientes están ligados por relaciones:

$$C_1 = -a_1 C_0$$

$$C_2 = -a_1 C_1 - a_2 C_0$$

$$C_3 = -a_1 C_2 - 2a_2 C_1 - a_3 C_0$$

.....

en donde los coeficientes a_1, a_2, \dots , se llaman semi-invariantes y están relacionados con los momentos de la función $g(u)$,

$$m_n = \int_0^T u^n g(u) \cdot du$$

por las relaciones:

$$m_0 = \int_0^T g(u) du$$

$$m_1 = a_1 m_0$$

$$m_2 = a_1 m_1 + a_2 m_0$$

$$m_3 = a_1 m_2 + a_2 m_1 + a_3 m_0$$

$$m_4 = a_1 m_3 + a_2 m_2 + a_3 m_1 + a_4 m_0$$

Resolviendo estas igualdades una tras otra se encuentra

$$C_0 = 1/m_0, \quad m_0 = \int_0^T g(u) \cdot du$$

$$C_1 = - (m_1/m_0), \quad m_1 = \int_0^T u \cdot g(u) du$$

$$C_2 = \left[2 \frac{m_1^2}{m_0^2} - \frac{m_2}{m_0} \right], \quad m_2 = \int_0^T u^2 g(u) du$$

$$C_3 = - \left[5 \frac{m_1^3}{m_0^3} - \frac{5 m_1 m_2}{m_0^2} - \frac{m_3}{m_0} \right],$$

$$m_3 = \int_0^T u^3 \cdot g(u) \cdot du$$

Evidentemente este método supone que la función $M(t)$ es indefinidamente derivable casi por doquier.

Es interesante ver dos ejemplos del uso de esta ecuación.

● 24. Consideremos el caso de una masa forestal manejada en las condiciones que dan lugar a la ecuación (3.4) o sea a la (3.5), y en la cual se trata de mantener constante en el tiempo el volumen de madera.

Es decir, $M(t) = A$. Entonces:

$$F_0(t) = A, \quad F_1(t) = 0 = F_2 = F_3 = \dots$$

y, en consecuencia

$$s(t) = \frac{A}{\int_0^T g(u) \cdot du}$$

Además, si en los bosques no hay plagas, ni fuego, ni entresacas, $L(u) = 1$, y por lo tanto:

$$g(u) = m(u)$$

así que:

$$s(t) = \frac{A}{\int_0^T m(u) \cdot du}$$

es decir, que el programa de siembra debe hacerse en forma prolongada, indefinidamente, y a un ritmo constante. Para un proceso de reforestación de esta naturaleza, en Antioquia, con *Cupressus sp.*, y admitiendo la fórmula de TSCHINKEL, sería

$$s(t) = \frac{A}{2.30258 (a + cI + lN) \int_0^t e^{-2.30258(dI - b)/x} \cdot dx}$$

y el integral del denominador puede valorarse por los procedimientos numéricos o gráficos bien conocidos.

● 25. Otro ejemplo sería el caso de que se trate de lograr que el volumen de madera existente crezca en el futuro según una curva logística, tratando de llegar a un volumen límite en el futuro, en forma más o menos rápida. La forma de esta curva se ilustra en la figura.

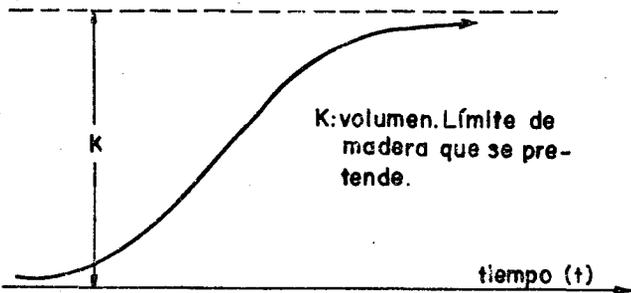


Figura 7

La fórmula que expresa la curva logística es:

$$M(t) = \frac{K}{1 + e^{-c(t-t_0)}}$$

en donde:

K : Volumen — límite de madera al cual se pretende llegar a largo plazo, asintóticamente.

$c = 2 M'(0) / M(0) =$ el doble de la tasa porcentual de crecimiento que se señale para el momento de comenzar el programa, o sea en el momento $t = t_0$.

5. INVERSIONES Y RENDIMIENTOS ECONOMICOS DE UN RODAL

● 26. En general, el análisis económico que recomiendan los textos de economía forestal es bastante simple. Consiste en calcular los gastos que requiere el bosque en cada año de su vida, así como la cantidad de madera que producirá por entresacas y en la tala final, y luego proyectarlos en forma descontada a una misma fecha (generalmente a la fecha de corta final). Una vez hecho esto, se comparan los beneficios descontados con los gastos y costos descontados para establecer su rentabilidad. Las tasas que se suelen recomendar para calcular valores descontados son por lo general copiadas de la literatura sueca, canadiense o norteamericana de los años sesenta, y aún más antiguas, y por eso son del orden del 5% anual, el 6% o algo por el estilo.

A esta metodología pueden hacerse los siguientes reparos:

- No toma en cuenta los virulentos procesos inflacionarios que se han experimentado y se seguirán experimentando en Colombia.
- No considera el fenómeno que muestra la realidad colombiana de que la tasa de aumento en los precios de la madera, sobre períodos de varios años, es sensiblemente distinta de la tasa de aumento del nivel general de precios de toda la economía.
- No da la significación debida al costo de oportunidad de la tierra ni al costo de oportunidad del dinero.

Por estas razones se justifica ahondar un poco en el análisis cuantitativo de los fenómenos económicos de la reforestación.

● 27. Para el análisis que sigue, nos referiremos a un *rodal coetáneo*, y estableceremos las siguientes hipótesis, que corresponden a la realidad colombiana, al menos en primera aproximación y sobre períodos prolongados de tiempo (7):

- Se conoce de antemano la función de crecimiento volumétrico de un árbol, $m(x)$.
- El rodal se siembra con densidad uniforme de árboles por hectárea, y en forma simultánea, es decir que todo el rodal es coetáneo.
- El precio de la madera crecerá en el futuro con una tasa porcentual predecible y constante.
- Conocemos con exactitud los gastos y los costos que demanda la siembra y el cuidado del bosque en cada año de su edad, previa una cuantificación del trabajo humano y de los insumos físicos requeridos. Tales gastos y costos son proporcionales al área del bosque.
- Pueden hacerse entresacas a distintas edades.
- El análisis que se explicará corresponde a la fecha de comenzar las siembras.
- Toda madera que se corte se aplica prioritariamente a amortizar gastos ya hechos.
- El reforestador es, estrictamente, un empresario que aporta la tierra y el capital, pero se considerará que estos dos factores representan costos de explotación. El costo de la tierra se computa como un arrendamiento que va incorporado a la función $h(u)$, y el costo del dinero está representado por la tasa de interés r .
- Los cálculos se hacen todos a precios constantes, es decir, sin tener en cuenta la inflación, o bien una vez que ella ha sido corregida.
- Suponemos que todos los arbolitos inicialmente plantados nacen y crecen, y que luego no hay mortalidad natural del bosque.

Establezcamos además las siguientes convenciones de nomenclatura:

$m(x)$: Volumen de madera en un árbol promedio (es decir, representativo) de una misma cohorte, a la edad x , sembrada en un mismo momento, por ejemplo, en un mismo período lluvioso de un mismo año.

$N(x)$: Número de árboles por hectárea que permanecen en pie a la edad x .

N_0 : Número de árboles por hectárea que se siembran y que crecen inicialmente.

$h(x)$: Gastos de operación, más costos de administración, más renta de la tierra, por unidad de tiempo y por hectárea, a la edad x . Este valor se supone expresado a los precios corrientes del momento de hacer el análisis, y, en general, no depende del número de árboles existentes en el momento de hacer estos gastos o estas inversiones.

p : Precio de la madera en pie, por metro cúbico.

$D(x)$: Suma total de gastos e inversiones hechas hasta la edad x , por hectárea.

$i(x)$: Costo de financiamiento (si lo hay), por unidad de tiempo, a la edad x . Este costo vale $i(x) = r \cdot D(x)$, siendo r la tasa de interés que se pague por el dinero, por unidad de tiempo, y que supondremos constante.

$t(x)$: Número de árboles talados por unidad de tiempo y por hectárea, a la edad u .

El monto acumulado de gastos e inversiones hechos hasta la edad u , por hectárea, crece con la edad del bosque afectada por tres factores:

- Los gastos de explotación, administración y otros (h), que lo incrementan.
- Los gastos financieros (i) que lo incrementan, siendo $i = rD$.
- La tala de árboles (t), cuyos rendimientos se aplican en primer lugar a amortizar los gastos hechos, o la deuda que se haya adquirido para sufragarlos.

Esta consideración permite escribir la ecuación diferencial:

$$(5.1) \frac{dD(x)}{dx} = h(x) - p \cdot m(x) \cdot t(x) + r \cdot D(x)$$

con la condición inicial obvia $D(0) = 0$.

La solución de esta ecuación diferencial (Problema de CAUCHY), se obtiene por métodos elementales de integración, muy conocidos, y es (6):

$$D(x) = e^{rx} \int_0^x e^{-rv} [h(v) - p \cdot m(v) \cdot t(v)] dv$$

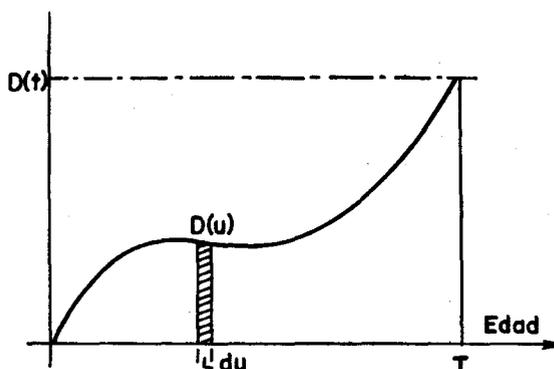


Figura 8

La gráfica que representa esta función se ve en la figura anexa. La curva es creciente en la mayor parte de su dominio, excepto en aquellas edades en que el lado derecho de la ecuación (5.1) sea negativo.

La inversión retenida durante la vida del rodal, por hectárea, es:

$$I(T) = \int_0^T D(x) \cdot dx$$

y es con respecto a ella como se mide la rentabilidad relativa de la explotación.

Integrando por partes se tiene:

$$(5.2) \begin{aligned} I(T) &= [D(x) \cdot x]_0^T - \int_0^T x \cdot D'(x) \cdot dx \\ &= T \cdot D(T) - \int_0^T x [h(x) - p \cdot m(x) \cdot t(x)] dx - \int_0^T x \cdot r \cdot D(x) dx \end{aligned}$$

Ahora bien. El número de árboles que se haya cortado hasta la edad x , por hectárea, es:

$$\int_0^x t(u) \cdot du$$

y los que subsisten en pie, por hectárea, a la edad x , son:

$$N(x) = N_0 - \int_0^x t(u) \cdot du$$

y al final del turno:

$$N(T) = N_0 - \int_0^T t(u) \cdot du$$

El valor de las ventas de madera extraída por las entresacas y el raleo, hasta la edad x , por cada hectárea, es:

$$\int_0^x p \cdot m(u) \cdot t(u) \cdot du,$$

y durante toda la vida del rodal, es el integral anterior desde cero hasta T .

El valor de la madera que se corta en la tala final es:

$$p \cdot m(T) \cdot N(T) = p \cdot m(T) \cdot [N_0 - \int_0^T t(u) \cdot du]$$

La utilidad obtenida es la suma de los dos renglones anteriores menos la deuda $D(T)$ que se cancela finalmente al cortar por último el rodal.

$$(5.3) \begin{aligned} U(T) &= p \cdot m(T) \cdot N_0 - \int_0^T [p \cdot m(u) \cdot t(u) \cdot du - D(T)] \end{aligned}$$

La rentabilidad relativa, por año de vida del bosque, es:

5.4) $U(T)/I(T)$

cuyo valor está dado por el cociente de las expresiones (5.3) y (5.2).

● 28. Aplicaremos las ideas anteriores a las condiciones que corresponderían muy probablemente a proyectos de siembra y explotación de coníferas que estuvieren exclusivamente dedicadas a producción de pulpa de celulosa. Tales condiciones serían presumiblemente las siguientes:

- No se hacen podas, raleos ni entresacas en toda la vida del bosque, es decir, $t(x) = 0$ para todo x desde 0 hasta T .
- El turno de los rodales es de 12 años: $T=12 a$.
- Se usará para el cálculo de volúmenes de madera, $m(x)$, las curvas de TSCHINKEL, con índice de sitio de 18, que es aproximadamente el promedio en Antioquia. Pondremos:
 $m(T) = m(12 a) = M$.
- No hay mortalidad en el bosque, y todas las plántulas inicialmente sembradas crecerán.
- El análisis financiero se hace a precios constantes, y sin considerar los costos de oportunidad del dinero, es decir, sin corregir los valores en distintas fechas por valores presentes descontados a una fecha de referencia. Aunque en buena técnica de análisis financiero debe hacerse esa reducción a valores presentes, aquí la omitimos por no recargar la escritura de las expresiones. Además, trabajando a precios constantes, las diferencias resultantes de hacer o no esa reducción, no son muy importantes.
- El reforestador aporta la tierra y el dinero para la operación. El valor de la tierra por hectárea es A , y se mantiene constante, en moneda constante. En otras palabras, aun a precios corrientes, el *precio relativo* de la tierra es constante. Además, por otra parte, como el dinero es propio del reforestador, no hay gastos financieros. Y siendo propia la tierra, no hay gasto por arrendamiento de la tierra.

En este caso la función $h(x)$ está formada por los gastos de preparación de tierra, siembra, cultivo, administración y asistencia técnica. No hay que imputarle gastos financieros ni arrendamientos, porque no los hay. Entonces, para cada hectárea, se tiene:

- Valor de las ventas de madera (en pie) al final del turno: $p \cdot m(T) \cdot N = p M N$
- Gastos hechos durante toda la vida del bosque: $\int_0^T h(x) \cdot dx$
- Inversión representada en la tierra, retenida durante toda la vida del rodal: AT
- Inversión representada en los gastos hechos, retenido cada uno desde la fecha x hasta la fecha T :

$$\int_0^T (T-x) h(x) \cdot dx$$

En consecuencia, la utilidad en dinero obtenida al final del proyecto valdría:

$$U_1 = p M N - \int_0^T h(x) \cdot dx$$

y la rentabilidad relativa sería:

$$R_1 = \frac{p M N - \int_0^T h(x) \cdot dx}{A T + \int_0^T (T-x) h(x) dx}$$

● 29. Consideremos otro caso, en el que son válidas todas las hipótesis del caso anterior, a excepción de la que se refiere a la propiedad de los factores. Nos referimos aquí a la situación en que el reforestador es un campesino dueño de su tierra, pero que carece de recursos financieros para hacer los gastos requeridos por el proyecto. En las condiciones socio-económicas de Antioquia (y en muchas otras regiones de Colombia) esta sería una situación muy frecuente y muy común si se realizara un proyecto de reforestación en grande escala.

En estas condiciones, suponemos que el reforestador aporta la tierra y obtiene una línea de crédito para ir atendiendo los gastos de la operación, y aun para financiar los intereses que se causen en cada momento por la deuda ya acumulada. Evidentemente, los desembolsos de fondos solo se harán en el momento en que se vayan requiriendo, y no desde el primer momento del proyecto.

Así, la deuda $D(x)$ del reforestador con el financiador obedece a la ecuación diferencial

$$\dot{D}(x) = h(x) + r \cdot D(x)$$

$$D(0) = 0$$

cuya solución es [Ver ecuación (5.1) antes]:

$$D(x) = e^{rx} \int_0^x e^{-rv} h(v) \cdot dv$$

y al final del turno, lo que tiene que reembolsar al financiador es:

$$D(T) = e^{rT} \int_0^T e^{-rv} h(v) dv$$

Entonces, la utilidad en dinero obtenida al final del proyecto valdría:

$$p M N - D(T) = p M N - e^{rT} \int_0^T e^{-ru} h(u) du$$

su inversión retenida es solamente la que ha hecho en su tierra, AT .

Y la rentabilidad relativa que obtiene es:

$$R_2 = \frac{p M N - e^{rT} \int_0^T e^{-ru} h(u) \cdot du}{A T}$$

● 30. Para mayor ilustración obtendremos los valores numéricos para las utilidades, las inversiones y las rentabilidades que resultarían atribu-

yendo a la función $h(x)$, y los parámetros p, M, N, r, T, A , sus respectivos valores para las condiciones específicas de Antioquia, en 1975, a precios de ese año, en plantaciones de coníferas, bajo las dos modalidades económicas de que hablamos.

En este caso, la función $h(x)$ sería aproximadamente una función que se puede describir por etapas del proyecto, y por cada hectárea, así:

- Un desembolso inicial, en $x = 0$, de una suma "de contado", K_0 , para los gastos iniciales de la reforestación: contratos, asesoría técnica para escoger la tierra y la especie adecuada, etc. No se incluye aquí el valor de la tierra, si fuere necesario comprarla.
- Los gastos fuertes durante el primer año, desde $x = 0$ hasta $x = 1$ año $= a$, que corresponden a la preparación de la tierra, la compra de plántulas, el trasplante, la deshierba, y, si es necesario, la compra de fertilizantes y productos fitosanitarios.

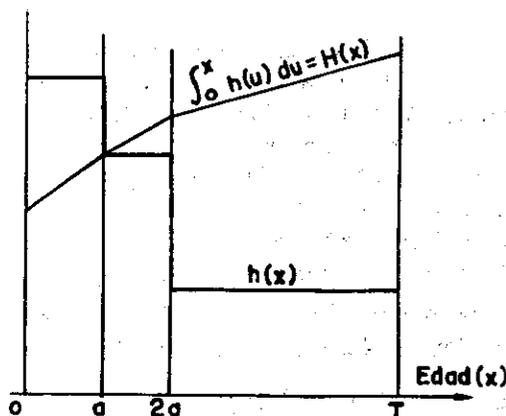


Figura 9

Estos desembolsos pueden hacerse, aproximadamente, en forma gradual y continuada du-

Además es necesario calcular: $\int_0^T x h(x) \cdot dx = \int_0^a x h(x) \cdot dx + \int_a^{2a} x h(x) \cdot dx + \int_{2a}^T x h(x) \cdot dx$

Sustituyendo las expresiones para $h(x)$, efectuando las operaciones indicadas y haciendo simplificaciones se obtiene: $\int_0^T x h(x) \cdot dx = K_1 a/2 + 3 K_2 a/2 + K_3 (T^2 - 4a^2) / 2$

También es necesario calcular: $\int_0^T e^{-rx} h(x) \cdot dx = \frac{K_1}{ra} - \frac{e^{-ra}}{ra} (K_1 - K_2) - \frac{e^{-2ra}}{r} (K_2/a - K_3) - \frac{e^{-rT}}{r} K_3$

• 31. En Antioquia, para plantaciones de coníferas, los valores aproximados de los gastos y costos de plantación, asistencia técnica y manejo, a precios de 1975 son aproximadamente:

$K_0 = \$ 2.000/\text{hectárea}$

$K_1 = \$ 8.000/\text{hectárea}$

$K_2 = \$ 2.000/\text{hectárea}$

$K_3 = \$ 500/\text{hectárea-año.}$

durante el año, y su valor total es K_1 (pesos por hectárea):

$0 < x \leq a, h(x) = K_1/a$, de donde

$$\int_0^a h(x) \cdot dx = K_1$$

- Los gastos (ya menores) durante el segundo año, desde $x = a$ hasta $x = 2a$, ocasionados principalmente por resiembras (para asegurar la densificación adecuada del bosque), deshierbas, etc. Suponiendo también que estas erogaciones se hacen a ritmo constante y llamando K_2 a los gastos de ese año, tenemos:

$a < x \leq 2a, h(x) = K_2/a$, de donde

$$\int_a^{2a} h(x) \cdot dx = K_2$$

- El tercer escalón es para el resto de la vida del rodal. Se trata de los gastos de vigilancia, administración, tratamiento fitosanitario, asistencia técnica regular, etc., los cuales se pueden calcular como desembolsos a ritmo constante durante ese período. Llamando K_3 al ritmo de gasto por unidad de tiempo durante esos $T-2$ años, tenemos:

$2a < x \leq T, h(x) = K_3$, de donde

$$\int_{2a}^T h(x) \cdot dx = (T-2a) K_3$$

En resumen, la función $h(x)$ es:

$$h(x) = \begin{cases} K_0 \delta(x) & , x = 0 \\ K_1/a & , 0 < x \leq a \\ K_2/a & , a < x \leq 2a \\ K_3 & , 2a < x \leq T \end{cases}$$

donde $\delta(x)$ es la "función delta" de DIRAC (o mejor, la distribución "delta" de DIRAC).

Entonces:

$$\int_0^x h(u) \cdot du = \begin{cases} K_0 + K_1 x/a, & 0 < x \leq a \\ K_0 + K_1 + K_2 (x-a)/a, & a < x \leq 2a \\ K_0 + K_1 + K_2 + K_3 (x-2a), & 2a < x \leq T \end{cases}$$

$$\int_0^T h(u) \cdot du = K_0 + K_1 + K_2 + K_3 (T-2a)$$

El volumen de madera en pie en bosques con índice de sitio $I.S. = 18$, a los 12 años, en bosques sembrados en plantilla rectangular a $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ es de unos $180 \text{ m}^3/\text{hectárea}$, es decir:

$$m(T) N = M N = 180 \text{ m}^3/\text{hectárea.}$$

El precio de la madera en pie, en 1975, era cercano a $\$ 300/\text{m}^3$. Para simplificar las operaciones ponemos pues: $p = \$ 300/\text{m}^3$

El costo real del dinero, a precios constantes, se sitúa hoy internacionalmente, y para muchas operaciones de crédito en Colombia alrededor del 10% anual. La tasa r de capitalización continua equivalente no coincide estrictamente con la anterior, pero para elaborar un ejemplo sencillo numéricamente, tomaremos $r = 0.10/\text{año}$. El turno es $T = 12$ años para plantaciones dedicadas a molinos de pulpa en las tierras aptas para coníferas, en Antioquia.

● 32. Para un reforestador que dedica tierra y recursos financieros propios, la inversión retenida de su tierra sería AT . En Antioquia, ca. 1975, un precio típico de tierras para conífera es de unos \$ 3.000/hectárea, en moneda de ese año. La inversión en tierra es pues: $AT = \$ 3.000 \times 12$ años/hectárea = \$ 36.000 año/hectárea.

La inversión hecha y retenida en recursos financieros (dinero) valdría:

$$\begin{aligned} \int_0^T (T-x) h(x) \cdot dx &= T \int_0^T h(x) \cdot dx - \int_0^T x \cdot h(x) \cdot dx \\ &= T[K_0 + K_1 + K_2 + K_3(T-2a)] - a(K_1 + 3K_2)/2 - K_3(T^2 - 4a^2)/2 \\ &= [12 \times (12.000 + 500 \times 10) - (8.000 + 3 \times 2.000)/2 - 500(12^2 - 4)/2] (\$ \times \text{año/hectárea}) \\ &= \$ 163.000 \text{ año/hectárea.} \end{aligned}$$

La inversión total retenida es, pues, $I = (163.000 + 36.000) \$ \times \text{año/hectárea} = \$ 200.000$ año/hectárea. El pronóstico de ventas de madera es:

$MNp = 180 (m^3/h.) \times \$ 300/m^3 = \$ 54.000/\text{hectárea}$ y la utilidad esperada es:

$$\begin{aligned} MNp - \int_0^T h(x) dx &= MNp - (K_0 + K_1 + K_2) - K_3(T-2a) \\ &= (54.000 - 12.000 - 500 \times 10) (\$/\text{hectárea}) = \$ 67.000/\text{hectárea} \text{ y la rentabilidad relativa promedio valdría: } R_1 = \frac{\$ 67.000/\text{hectárea}}{\$ 163.000 \text{ año/hectárea}} = 22.7\% \text{ por año a precios constantes de 1975.} \end{aligned}$$

● 33. En el caso de otro reforestador que carece de recursos financieros, pero que posee la tierra para la plantación, y recibe una línea de crédito a interés $r = 10\%$ por año (en moneda constante, ya vimos que llega a acumular una deuda, al final del turno, en moneda constante, que vale:

$$\begin{aligned} D(T) &= e^{rT} \int_0^T e^{-rx} h(x) \cdot dx = e^{rT} \left[\frac{K_1}{ra} - \frac{e^{-ra}}{ra} (K_1 - K_2) - \frac{e^{-2ra}}{r} \left(\frac{K_2}{a} - K_3 \right) - \frac{e^{-rT}}{r} K_3 \right] \\ &= \frac{K_1}{ra} e^{rT} - \frac{e^{r(T-a)}}{ra} (K_1 - K_2) - \frac{e^{r(T-2a)}}{r} \left(\frac{K_2}{a} - K_3 \right) - \frac{K_3}{r} \\ &= \frac{8.000}{0.1} e^{1.2} - \frac{e^{1.1}}{0.1} (8.000 - 2.000) - \frac{e}{0.1} (2.000 - 500) - \frac{500}{0.1} (\$/ha.) \\ &= \$ 39.595/\text{hectárea, que es mayor que las ventas esperadas de madera.} \end{aligned}$$

En consecuencia, no puede esperar obtener utilidad: todo el valor de la madera tendrá que entregarlo a quien lo financió y aún quedará debiéndole.

6. OBSERVACION FINAL

● 34. Todos los análisis que hemos hecho aquí en términos de tiempo, considerando a éste como una variable continua, podrían hacerse considerándolo como una variable discreta ("año a año"). Ello conduce a ecuaciones en diferencias finitas, a sumaciones finitas y a ecuaciones sumatorias. El hecho de ser algo menos conocidos los métodos de análisis de estos instrumentos es una de las razones para no haberlo hecho así en este artículo. Pero se deja como problema interesante para los lectores que deseen continuar este trabajo.

ANEXO 1

CRECIMIENTO EN EL TIEMPO DE UNA MASA FORESTAL BAJO UN PROGRAMA DE SIEMBRA ACELERADO

Sea el caso $s(x) = kx^2$ en $x \in (0, a)$, con $a < T$; y cero todo el resto del tiempo:

$$\begin{aligned} \text{a. Para } t \in (0, a) \cdot M(t) &= \int_0^t kx^2 g(t-x) dx = \int_0^t k(t-u)^2 g(u) \cdot du \\ &= k \left[(t-u)^2 G(u) + G(u) \times 2(t-u) du \right]^t \\ &= k \left[(t-u)^2 G(u) + 2 \left[(t-u) \int_0^u G(v) \cdot dv + \int_0^u G(v) dv \cdot du \right] \right]^t \end{aligned}$$

$$= k [(t-u)^2 G(u) + 2(t-u) \int_0^u G(v) dv + 2 \int_0^u \int_0^v G(s) ds dv]^t$$

$$= k [2 \int_0^t \int_0^v G(s) ds dv - t^2 G(0)] \quad dM/dt = 2k [\int_0^t G(s) ds - t G(0)]$$

b. Para $t \in (a, T)$: $M(t) = \int_{t-a}^t k(t-u)^2 g(u) du$

$$= k [(t-u)^2 G(u) + 2(t-u) \int_0^u G(v) dv + 2 \int_0^u \int_0^v G(s) ds dv]^t_{t-a}$$

$$= k [-a^2 G(a) - 2a \int_0^a G(v) dv + 2 \int_{t-a}^t \int_0^v G(s) ds dv] \quad dM/dt = 2k \int_{t-a}^t G(s) ds$$

c. Para $t \in (T, T+a)$: $M(t) = \int_{t-a}^t k(t-u)^2 g(u) du$

$$= k [(t-u)^2 G(u) + 2(t-u) \int_0^u G(v) dv + 2 \int_0^u \int_0^v G(s) ds dv]^t_{t-a}$$

$$= k [(t-T)^2 G(t) - a^2 G(a) + 2(t-T) \int_0^T G(v) dv - 2a \int_0^a G(v) dv + 2 \int_{t-a}^T \int_0^v G(s) ds dv]$$

$$dM/dt = k [2(t-T) G(T) + 2 \int_0^T G(v) dv - 2 \int_0^{t-a} G(s) ds]$$

d. Para $t > T+a$: $M(t) = 0 \quad dM/dt = 0$

ANEXO 2

LA TRANSFORMACION DE LAPLACE EN EL CRECIMIENTO DEL BOSQUE

La ecuación (4.1) indica las existencias de madera en pie en una fecha t , así:

$$(4.1) \quad M(t) = \int_0^t g(u) \cdot s(t-u) du$$

siendo $g(u) = m(u) \cdot L(u)$ la función de supervivencia de madera por hectárea (sin hacer entresacas), y $s(t)$ el número de árboles que se siembran por unidad de tiempo. La operación entre dichas funciones que está escrita en la fórmula anterior, se llama *convolución*, y se suele representar escribiéndola así:

$$M(t) = g(t) * s(t)$$

Un teorema de BOREL, muy conocido, establece que la transformación de LAPLACE de la convolución es el producto de las respectivas transformadas:

$$\mathcal{L}[M(t)] = \mathcal{L}[g(t)] \cdot \mathcal{L}[s(t)]$$

La transformada de LAPLACE de una función es, por definición:

$$\mathcal{L}[M(t)] = \int_0^\infty e^{-rt} M(t) \cdot dt = F(r)$$

(suponiendo, desde luego, que el integral así escrito sea convergente). Esa transformada, $F(r)$, depende solamente del parámetro de transformación r . Hoy en día existen extensísimas tablas de transformadas de LAPLACE para muchísimas funciones.

De la ecuación del producto convolutivo se deduce:

$$\mathcal{L}[s(t)] = \mathcal{L}[M(t)] / \mathcal{L}[g(t)]$$

Entonces, si se conoce la función de supervivencia en madera, $g(t)$, y la función de crecimiento que se proponga para la masa forestal, $M(t)$, es posible calcular explícitamente el lado derecho de esta ecuación.

Sea, por ejemplo:

$$\int_0^\infty e^{-rt} M(t) \cdot dt / \int_0^\infty e^{-rt} \cdot g(t) \cdot dt = f(r)$$

Entonces:

$$\mathcal{L}[s(t)] = f(r)$$

y $s(t)$ se obtiene como transformada inversa de LAPLACE de $f(r)$:

$$s(t) = \mathcal{L}^{-1}[f(r)]$$

Esta transformada inversa puede hallarse en las tablas mencionadas, o usando la fórmula de BROMWICH que permite escribirla así:

$$s(t) = \mathcal{L}^{-1}[f(r)] = \frac{1}{2\pi i} \int_{a-i\infty}^{a+i\infty} e^{rt} f(r) \cdot dr$$

como integral en el plano complejo.

BIBLIOGRAFIA

1. TSCHINKEL, H. M. *La clasificación de sitios y el crecimiento de CUPRESSUS SP, en Antioquia, Colombia.* Revista Facultad de Agronomía. (Abril 1972), v. XXVII, Nº 1, Pág. 3.
2. LYRA MADEIRA, JOAO. *Modelos de analises do crescimento demográfico.* Revista Brasileira de Statistica. (out./dez. 1971), v. 32, pp. 452-519. Pág. 486 et seg.
3. CARR, GEORGES S. *Formulas and Theorems in Pure Mathematics.* 2nd edition. New York, Chelsea Publishing Company, 1970. 935 p.
4. COX, D. R. *Théorie du Renouvellement.* Paris, Dunod, 1966.
5. BRAMBILLA, FRANCESCO. *Analisi Spettrale delle Serie Temporalí.* Génova, Fratelli Pagano, 1966. 157 p.
6. RAMÍREZ, ARTURO, YU TAKEUCHI y CARLOS RUIZ SALGUERO. *Ecuaciones Diferenciales.* Bogotá, Universidad Nacional de Colombia (sin fecha).
7. Corporación Forestal de Antioquia. *Plan de Desarrollo Forestal de Antioquia.* 4 vol. Medellín. (Mimeografiado). 1975.

DIVAGACIONES MATEMATICAS

Por: EDUARDO CARO CAYZEDO*

Hace algunos meses escribí para una revista de matemáticas, y con fines ligeramente didácticos, un artículo sobre algunos de los diferentes métodos o procedimientos que hay para calcular la raíz cuadrada de un número dado; arte que desgraciadamente se está perdiendo entre nuestra población escolar y que, gracias al maravilloso invento de las calculadoras manuales, pronto desaparecerá completamente.

Uno de estos métodos, que no he encontrado en los textos que he consultado, conduce al cálculo del valor de un radical por medio de una sucesión de aproximaciones racionales obtenidas a través de una factorización en el campo irracional como podemos ver en seguida:

Sea N el número cuya raíz deseamos obtener y p una aproximación cualquiera al valor de \sqrt{N} , q de preferencia una aceptablemente buena (aun cuando el método permite aproximaciones tan atrozmente incorrectas como la de considerar a 10 o a 100 como aproximaciones a $\sqrt{2}$), tendremos entonces:

$$\sqrt{N} \approx \frac{p}{q}$$

$$N \approx \frac{p^2}{q^2}$$

$$Nq^2 \approx p^2 \quad p^2 - Nq^2 \approx 0$$

o lo que es lo mismo:

$$p^2 - Nq^2 = r$$

(Ecuación 1)

Igualdad en la que, probablemente, r es relativamente pequeña en relación con p y q , y cuyo primer miembro es factorizable en el campo irracional así:

$$(p + p\sqrt{N})(p - p\sqrt{N}) = r$$

Expresión que elevada al cuadrado nos da:

$$(p + q\sqrt{N})^2 (p - q\sqrt{N})^2 = r^2$$

$$(p^2 + Nq^2 + 2pq\sqrt{N})(p^2 + Nq^2 - 2pq\sqrt{N}) = r^2$$

o sea $(p^2 + Nq^2)^2 - (2pq)^2 N = r^2$

que comparada con la ecuación 1 nos sugiere que:

$$(p^2 + Nq^2)^2 - (2pq)^2 N \approx 0$$

$$y N \approx \left(\frac{p^2 + Nq^2}{2pq} \right)^2$$

y por lo tanto que:

$$\frac{p^2 + Nq^2}{2pq}$$

es otra aproximación a \sqrt{N} .

Lo interesante de este proceso es que siempre esta segunda aproximación será mejor que la primera como podremos ver así:

$$de \quad p^2 - Nq^2 = r$$

obtenemos sucesivamente

$$p^2 = Nq^2 + r \quad \frac{p^2}{q^2} = N + \frac{r}{q^2}$$

y de

$$(p^2 + Nq^2)^2 - (2pq)^2 = r^2$$

$$(p^2 + Nq^2)^2 = (2pq)^2 + r^2$$

$$\left(\frac{p^2 + Nq^2}{2pq} \right)^2 = N + \frac{r^2}{4p^2q^2}$$

ahora bien, la segunda fracción será una mejor aproximación a \sqrt{N} que la primera si su cuadrado difiere menos de N que el cuadrado de la primera, o sea si:

$$\frac{r^2}{4p^2q^2} < \frac{|r|}{q^2} \quad \text{de donde} \quad \frac{|r|}{4p^2} < 1$$

y $|r| < 4p^2$

pero r es siempre menos que $4p^2$ porque su valor, si r es positivo, es:

$$r = p^2 - Nq^2 \quad \text{y, siendo} \quad N > 0$$

$$r = p^2 - Nq^2 < p^2 < 4p^2$$

luego $r < 4p^2$

y si r es negativo, con mayor razón.

[Una mejor demostración puede basarse en las proposiciones:

Proposición 1: Si N , p y q son números positivos (o al menos $N > 0$, y $pq > 0$) se tendrá siempre que

* Departamento de Matemáticas y Estadística. Universidad Nacional de Colombia - Bogotá.

$$\frac{p^2 + Nq^2}{2pq} > \sqrt{N}$$

Proposición 2: Si N, p y q son números positivos (o al menos $N > 0, pq > 0$) y $P = p^2 + Nq^2$, y

$$Q = 2pq \text{ se tendrá siempre que } \frac{P^2 + NQ^2}{2PQ} \text{ es}$$

mejor aproximación a N (por exceso) que

$$\frac{p^2 + Nq^2}{2pq}$$

Que pueden resumirse en una sola así: Si N, p y q son números positivos y $P = p^2 + Nq^2$, y $Q = 2pq$ se tendrá siempre que

$$\frac{p^2 + Nq^2}{2pq} > \frac{P^2 + NQ^2}{2PQ} > \sqrt{N}$$

cuyas demostraciones, muy sencillas, omito en gracia de la brevedad].

El procedimiento anterior nos permite aproximarnos a la raíz de un número muy fácil y rápidamente como puede verse en los siguientes ejemplos:

$$\sqrt{2} \approx 1 = \frac{1}{1} \quad p_1 = 1 \quad q_1 = 1$$

$$\sqrt{2} \approx \frac{1^2 + 2 \times 1^2}{2 \times 1 \times 1} = \frac{3}{2} = 1,5 \quad \frac{3^2 - 2 \times 2^2 = 1}{2}$$

$$\approx \frac{3^2 + 2 \times 2^2}{2 \times 3 \times 2} = \frac{17}{12} = 1,416\dots$$

$$\frac{17^2 - 2 \times 12^2 = 1}{6}$$

$$\approx \frac{17^2 + 2 \times 12^2}{2 \times 17 \times 12} = \frac{577}{408} = 1,4142156\dots$$

$$\frac{577^2 - 2 \times 408^2 = 1}{-2 \times 408^2 = 1}$$

$$\approx \frac{577^2 + 2 \times 408^2}{2 \times 577 \times 408} = \frac{665857}{470832} =$$

$$1,4142135623746\dots$$

La tercera aproximación tiene tres cifras significativas exactas, la cuarta seis (una más que en la aproximación usual 1,4142) y la quinta doce cifras exactas. Si hubiéramos partido de $\sqrt{2} \approx 2$ tendríamos como segunda aproximación $\frac{6}{4} = \frac{3}{2}$ como en el caso anterior.

Para hallar $\sqrt{3}$ partiremos de la misma aproximación inicial 1:

$$\sqrt{3} \approx \frac{1}{1}$$

$$\approx \frac{1^2 + 3 \times 1^2}{2 \times 1 \times 1} = \frac{4}{2} = 2 \quad \frac{2^2 - 3 \times 1^2 = 1}{1}$$

$$\frac{2^2 + 3 \times 1^2}{2 \times 2 \times 1} = \frac{7}{4} = 1,75 \quad \frac{7^2 - 3 \times 4^2 = 1}{4}$$

$$\approx \frac{7^2 + 3 \times 4^2}{2 \times 7 \times 4} = \frac{97}{56} = 1,732142\dots$$

$$\frac{97^2 - 3 \times 56^2 = 1}{56}$$

$$\frac{97^2 + 3 \times 56^2}{2 \times 97 \times 56} = \frac{18817}{10864} = 1,732050810\dots$$

$$\frac{18817^2 - 3 \times 10864^2 = 1}{10864}$$

$$\approx \frac{18817^2 + 3 \times 10864^2}{2 \times 18817 \times 10864} = \frac{1,732050810\dots}{8 \text{ cifras}}$$

y para $\sqrt{5}$ partiendo de 2

$$\sqrt{5} \approx \frac{2}{1}$$

$$\approx \frac{2^2 + 5 \times 1^2}{2 \times 2 \times 1} = \frac{9}{4} = 2,25 \quad \frac{9^2 - 5 \times 4^2 = 1}{4}$$

$$\approx \frac{9^2 + 5 \times 4^2}{2 \times 9 \times 4} = \frac{161}{72} = 2,236111\dots$$

$$\frac{161^2 - 5 \times 72^2 = 1}{72}$$

$$\frac{161^2 + 5 \times 72^2}{2 \times 161 \times 72} = \frac{51841}{23184} = 2,236067978\dots$$

$$\approx \frac{51841^2 - 5 \times 23184^2 = 1}{23184} = \frac{2,236067978\dots}{9 \text{ cifras}}$$

Vemos que, en general, el número de cifras decimales exactas de la aproximación se duplica a cada paso.

Si, en los ejemplos anteriores:

$$\sqrt{2} \approx \frac{3}{2} \approx \frac{17}{12} \dots$$

$$\sqrt{3} \approx \frac{2}{1} \approx \frac{7}{4} \dots$$

$$\sqrt{5} \approx \frac{9}{4} \approx \frac{161}{72} \dots$$

buscamos el valor de r en la fórmula $p^2 - Nq^2 = r$ (ecuación 1) vemos que en los tres casos este valor es igual a 1, o sea que hemos encontrado soluciones para $N = 2, 3$ y 5 de la ecuación $x^2 - Ny^2 = 1$ muy importante en la teoría de números y conocida como la ecuación de PELL, o peliana, aun cuando en justicia debería llamarse la ecuación de FERMAT, ya que fue este príncipe de las matemáticas el primero en afirmar en 1657 que esta ecuación poseía una infinidad de soluciones, al desafiar, en la forma usual de la época, a los matemáticos ingleses a resolver, entre otras, la ecuación $x^2 - 151y^2 = 1$, la cual fue resuelta por LORD BROUNCKER.

La importancia de esta ecuación y la facilidad con la que se obtienen soluciones para valores pequeños de N me llevaron a ir coleccionando poco a poco soluciones para valores de N cada vez mayores y por procedimientos cada vez menos simples como en el caso de $N = 13$ en donde se obtiene con facilidad que $18^2 - 13 \times 5^2 = -1$ y de ahí por una elevación al cuadrado la menor de las solu-

ciones para este valor de N : $649^2 - 13 \times 180^2 = 1$, o la correspondiente a $N = 20$ que se deduce de la de $N = 5$: $9^2 - 5 \times 4^2 = 1$, multiplicando ambos miembros por $4 = 2^2$ y dividiendo luego por cuatro para llegar a $9^2 - 20 \times 4^2 = 1$, hasta que estos métodos más o menos empíricos fracasaron totalmente al llegar a $N = 61$ donde tuve que recurrir al método de las fracciones continuas, debido a Euler, para encontrar primero

$$29.718^2 - 61 \times 3.805^2 = -1$$

y luego

$$1.766'319.049^2 - 61 \times 226'153.980^2 = 1$$

que es la mínima solución para este valor de N .

Adjunto, en beneficio de quien pueda estar interesado, una tabla de las soluciones mínimas de la ecuación de PELL $x^2 - Ny^2 = 1$ (y las de $x^2 - Ny^2 = -1$ donde éstas existen) para valores de N entre 2 y 200. Basta con la tabla de soluciones mínimas ya que de éstas se pueden deducir tantas como se quieran por procedimientos elementales como podemos ver en los ejemplos siguientes.

TABLA DE SOLUCIONES DE LA ECUACION DE PELL

1.	—		
2.	$3^2 - 2 \times 2^2 = 1$	$1^2 - 2 \times 1^2 = -1$	
3.	$2^2 - 3 \times 1^2 = 1$		
4.	—		
5.	$9^2 - 5 \times 4^2 = 1$	$2^2 - 5 \times 1^2 = -1$	
6.	$5^2 - 6 \times 2^2 = 1$		$2^2 - 6 \times 1^2 = -2$
7.	$8^2 - 7 \times 3^2 = 1$		
8.	$3^2 - 8 \times 1^2 = 1$		
9.	—		
10.	$19^2 - 10 \times 6^2 = 1$	$3^2 - 10 \times 1^2 = -1$	
11.	$10^2 - 11 \times 3^2 = 1$		
12.	$7^2 - 12 \times 2^2 = 1$		
13.	$649^2 - 13 \times 180^2 = 1$	$18^2 - 13 \times 5^2 = -1$	
14.	$15^2 - 14 \times 4^2 = 1$		
15.	$4^2 - 15 \times 1^2 = 1$		
16.	—		
17.	$33^2 - 17 \times 8^2 = 1$	$4^2 - 17 \times 1^2 = -1$	
18.	$17^2 - 18 \times 4^2 = 1$		$4^2 - 18 \times 1^2 = -2$
19.	$170^2 - 19 \times 39^2 = 1$		$13^2 - 19 \times 3^2 = -2$
20.	$9^2 - 20 \times 2^2 = 1$		
21.	$55^2 - 21 \times 12^2 = 1$		
22.	$197^2 - 22 \times 42^2 = 1$		$14^2 - 22 \times 3^2 = -2$
23.	$24^2 - 23 \times 5^2 = 1$		
24.	$5^2 - 24 \times 1^2 = 1$		
25.	—		
26.	$51^2 - 26 \times 10^2 = 1$	$5^2 - 26 \times 1^2 = -1$	
27.	$26^2 - 27 \times 5^2 = 1$		$5^2 - 27 \times 1^2 = -2$
28.	$127^2 - 28 \times 24^2 = 1$		
29.	$9801^2 - 29 \times 1820^2 = 1$	$70^2 - 29 \times 13^2 = -1$	
30.	$11^2 - 30 \times 2^2 = 1$		
31.	$1520^2 - 31 \times 273^2 = 1$		$39^2 - 31 \times 7^2 = 2$
32.	$17^2 - 32 \times 3^2 = 1$		
33.	$23^2 - 33 \times 4^2 = 1$		
34.	$35^2 - 34 \times 6^2 = 1$		
35.	$6^2 - 35 \times 1^2 = 1$		
36.	—		
37.	$73^2 - 37 \times 12^2 = 1$	$6^2 - 37 \times 1^2 = -1$	
38.	$37^2 - 38 \times 6^2 = 1$		
39.	$25^2 - 39 \times 4^2 = 1$		
40.	$19^2 - 40 \times 3^2 = 1$		
41.	$2049^2 - 41 \times 320^2 = 1$	$32^2 - 41 \times 5^2 = -1$	
42.	$13^2 - 42 \times 2^2 = 1$		
43.	$3482^2 - 43 \times 531^2 = 1$		$59^2 - 43 \times 9^2 = -2$
44.	$199^2 - 44 \times 30^2 = 1$		
45.	$161^2 - 45 \times 24^2 = 1$		
46.	$24335^2 - 46 \times 3588^2 = 1$		$156^2 - 46 \times 23^2 = 2$
47.	$48^2 - 47 \times 7^2 = 1$		
48.	$7^2 - 48 \times 1^2 = 1$		

49. —
50. $99^2 - 50 \times 14^2 = 1$ $7^2 - 50 \times 1^2 = -1$
51. $50^2 - 51 \times 7^2 = 1$ $7^2 - 51 \times 1^2 = -2$
52. $649^2 - 52 \times 90^2 = 1$
53. $66249^2 - 53 \times 9100^2 = 1$ $182^2 - 53 \times 25^2 = -1$
54. $485^2 - 54 \times 66^2 = 1$ $22^2 - 54 \times 3^2 = -2$
55. $89^2 - 55 \times 12^2 = 1$
56. $15^2 - 56 \times 2^2 = 1$
57. $151^2 - 57 \times 20^2 = 1$
58. $19603^2 - 58 \times 2574^2 = 1$ $99^2 - 58 \times 13^2 = -1$
59. $530^2 - 59 \times 69^2 = 1$ $23^2 - 59 \times 3^2 = -2$
60. $31^2 - 60 \times 4^2 = 1$
61. $1766^3 319.049^2 -$ $226^3 153.980^2 \times 61 = 1$ $29.718^2 - 61 \times 3805^2 = -1$
62. $63^2 - 62 \times 8^2 = 1$
63. $8^2 - 63 \times 1^2 = 1$
64. —
65. $129^2 - 65 \times 16^2 = 1$ $8^2 - 65 \times 1^2 = -1$
66. $65^2 = 66 \times 8^2 = 1$ $8^2 - 62 \times 1^2 = -2$
67. $48842^2 - 67 \times 5967^2 = 1$ $221^2 - 67 \times 27^2 = -2$
68. $33^2 - 68 \times 4^2 = 1$
69. $7775^2 - 69 \times 936^2 = 1$
70. $251^2 - 70 \times 20^2 = 1$
71. $3480^2 - 71 \times 413^2 = 1$ $59^2 - 71 \times 7^2 = 2$
72. $17^2 - 72 \times 2^2 = 1$
73. $2^3 281.249^2 - 73 \times 267.000^2 = 1$ $1068^2 - 73 \times 125^2 = -1$
74. $3699^2 - 74 \times 430^2 = 1$ $43^2 - 74 \times 5^2 = -1$
75. $26^2 - 75 \times 3^2 = 1$
76. $57799^2 - 76 \times 6630^2 = 1$
77. $351^2 - 77 \times 40^2 = 1$
78. $53^2 - 78 \times 6^2 = 1$
79. $80^2 - 79 \times 9^2 = 1$
80. $9^2 - 80 \times 1^2 = 1$
81. —
82. $163^2 - 82 \times 18^2 = 1$ $9^2 - 82 \times 1^2 = -1$
83. $82^2 - 83 \times 9^2 = 1$
84. $55^2 - 84 \times 6^2 = 1$
85. $285.769^2 - 85 \times 30996^2 = 1$ $378^2 - 85 \times 41^2 = -1$
86. $10405^2 - 86 \times 1122^2 = 1$ $102^2 - 86 \times 11^2 = -2$
87. $28^2 - 87 \times 3^2 = 1$
88. $197^2 - 88 \times 21^2 = 1$
89. $500.001^2 - 89 \times 53.000^2 = 1$ $500^2 - 89 \times 53^2 = -1$
90. $19^2 - 90 \times 2^2 = 1$
91. $1574^2 - 91 \times 165^2 = 1$
92. $1151^2 - 92 \times 120^2 = 1$
93. $12151^2 - 93 \times 1260^2 = 1$
94. $2^3 143.295^2 - 94 \times 221.064^2 = 1$ $1464^2 - 94 \times 151^2 = 2$
95. $39^2 - 95 \times 4^2 = 1$
96. $49^2 - 96 \times 5^2 = 1$
97. $62^3 809.633^2 - 97 \times 6^3 377.352^2 = 1$ $5604^2 - 97 \times 569^2 = -1$
98. $99^2 - 98 \times 10^2 = 1$
99. $10^2 - 99 \times 1^2 = 1$
100. —
101. $201^2 - 101 \times 20^2 = 1$ $10^2 - 101 \times 1^2 = -1$
102. $101^2 - 102 \times 10^2 = 1$ $10^2 - 102 \times 1^2 = -2$
103. $227.528^2 - 103 \times 22419^2 = 1$
104. $51^2 - 104 \times 5^2 = 1$
105. $41^2 - 105 \times 4^2 = 1$
106. $32^3 080.051^2 - 106 \times 3^3 115.890^2 = 1$ $4005^2 - 106 \times 389^2 = -1$
107. $96^2 - 107 \times 9^2 = 1$
108. $1351^2 - 108 \times 130^2 = 1$
109. $158^3 070.671^3 986.249^2 - 109 \times 15^3 140.424^3 455.100^2 = 1$ $8^3 890.182^2 - 109 \times 851.525^2 = -1$
110. $21^2 - 110 \times 2^2 = 1$
111. $295^2 - 111 \times 28^2 = 1$

112. $127^2 - 112 \times 12^2 = 1$
 113. $1'204.353^2 - 113 \times 113.296^2 = 1$ $776^2 - 113 \times 73^2 = -1$
 114. $1025^2 - 114 \times 96^2 = 1$
 115. $1126^2 - 115 \times 105^2 = 1$
 116. $9801^2 - 116 \times 910^2 = 1$
 117. $649^2 - 117 \times 60^2 = 1$
 118. $306.917^2 - 118 \times 28.254^2 = 1$ $554^2 - 118 \times 51^2 = -2$
 119. $120^2 - 119 \times 11^2 = 1$
 120. $11^2 - 120 \times 1^2 = 1$
 121. —
 122. $243^2 - 122 \times 22^2 = 1$ $11^2 - 122 \times 1^2 = -1$ $11^2 - 123 \times 1^2 = -2$
 123. $122^2 - 123 \times 11^2 = 1$
 124. $4'620.799^2 - 124 \times 414.960^2 = 1$
 125. $930.249^2 - 125 \times 83.204^2 = 1$ $682^2 - 125 \times 61^2 = -1$
 126. $449^2 - 126 \times 40^2 = 1$
 127. $4'730.624^2 - 127 \times 419.775^2 = 1$ $2175^2 - 127 \times 193^2 = 2$
 128. $577^2 - 128 \times 51^2 = 1$
 129. $13.855^2 - 129 \times 1484^2 = 1$
 130. $6499^2 - 130 \times 570^2 = 1$ $57^2 - 130 \times 5^2 = -1$
 131. $10.610^2 - 131 \times 927^2 = 1$
 132. $23^2 - 132 \times 2^2 = 1$
 133. $2'588.599^2 - 133 \times 224.460^2 = 1$
 134. $145.925^2 - 134 \times 12.606^2 = 1$
 135. $244^2 - 135 \times 21^2 = 1$
 136. $35^2 - 136 \times 3^2 = 1$
 137. $6'083.073^2 - 137 \times 519.712^2 = 1$ $1744^2 - 137 \times 149^2 = -1$
 138. $47^2 - 138 \times 4^2 = 1$
 139. $77'563.250^2 - 139 \times 6'578.829^2 = 1$ $8807^2 - 137 \times 747^2 = -2$
 140. $71^2 - 140 \times 6^2 = 1$
 141. $95^2 - 141 \times 8^2 = 1$
 142. $143^2 - 142 \times 12^2 = 1$
 143. $12^2 - 143 \times 1^2 = 1$
 144. —
 145. $289^2 - 145 \times 24^2 = 1$ $12^2 - 145 \times 1^2 = -1$
 146. $145^2 - 146 \times 12^2 = 1$
 147. $97^2 - 147 \times 8^2 = 1$
 148. $73^2 - 148 \times 6^2 = 1$
 149. $25.801'741.449^2 - 149 \times 2.113'761.020^2 = 1$
 $113.582^2 - 149 \times 9305^2 = -1$
 150. $49^2 - 150 \times 4^2 = 1$
 151. $1.728'148.040^2 - 151 \times 140'634.693^2 = 1$ $41571^2 - 151 \times 3383^2 = 2$
 152. $202.501^2 - 152 \times 16425^2 = 1$
 153. $2177^2 - 153 \times 176^2 = 1$
 154. $21295^2 - 154 \times 1716^2 = 1$
 155. $249^2 - 155 \times 20^2 = 1$
 156. $25^2 - 156 \times 2^2 = 1$
 157. $46''698.728'731.849^2 - 157 \times 3''726.964'292.220^2 = 1$
 $4'832118^2 - 157 \times 385645^2 = -1$
 158. $7743^2 - 158 \times 616^2 = 1$ $88^2 - 158 \times 7^2 = 2$
 159. $1324^2 - 159 \times 105^2 = 1$
 160. $721^2 - 160 \times 57^2 = 1$
 161. $11775^2 - 161 \times 928^2 = 1$
 162. $19601^2 - 162 \times 1540^2 = 1$ $140^2 - 162 \times 11^2 = -2$
 163. $64'080.026^2 - 163 \times 5'019.135^2 = 1$ $8005^2 - 163 \times 627^2 = -2$
 164. $2049^2 - 164 \times 160^2 = 1$
 165. $1079^2 - 165 \times 84^2 = 1$
 166. $1700'902.565^2 - 166 \times 132'015.642^2 = 1$ $41242^2 - 166 \times 3201^2 = -1$
 167. $168^2 - 167 \times 13^2 = 1$
 168. $13^2 - 168 \times 1^2 = 1$
 169. —
 170. $339^2 - 170 \times 26^2 = 1$ $13^2 - 170 \times 1^2 = -1$
 171. $170^2 - 171 \times 13^2 = 1$ $13^2 - 171 \times 1^2 = -2$
 172. $24'248.647^2 - 172 \times 1'848.942^2 = 1$

173. $2'499.849^2 - 173 \times 190.060^2 = 1$
 174. $1451^2 - 174 \times 110^2 = 1$
 175. $2024^2 - 175 \times 153^2 = 1$
 176. $199^2 - 176 \times 15^2 = 1$
 177. $62423^2 - 177 \times 4692^2 = 1$
 178. $1601^2 - 178 \times 120^2 = 1$
 179. $4'190.210^2 - 179 \times 313.191^2 = 1$
 180. $161^2 - 180 \times 12^2 = 1$
 181. $2''469645''423824'185.801^2 - 181 \times 183567''298683'461940^2 = 1$
 182. $27^2 - 182 \times 2^2 = 1$
 183. $487^2 - 183 \times 36^2 = 1$
 184. $24335^2 - 184 \times 1794^2 = 1$
 185. $9249^2 - 185 \times 680^2 = 1$
 186. $7501^2 - 186 \times 550^2 = 1$
 187. $1682^2 - 187 \times 123^2 = 1$
 188. $4607^2 - 188 \times 336^2 = 1$
 189. $55^2 - 189 \times 4^2 = 1$
 190. $52021^2 - 190 \times 3774^2 = 1$
 191. $8'994.000^2 - 191 \times 650.783^2 = 1$
 192. $97^2 - 192 \times 7^2 = 1$
 193. $6''224323'426849^2 - 193 \times 448036'604040^2 = 1$
 194. $195^2 - 194 \times 14^2 = 1$
 195. $14^2 - 195 \times 1^2 = 1$
 196. —
 197. $393^2 - 197 \times 28^2 = 1$
 198. $197^2 - 198 \times 14^2 = 1$
 199. $16266'196520^2 - 199 \times 1153'080099^2 = 1$
 200. $99^2 - 200 \times 7^2 = 1$
- 1118² - 173 × 85² = -1
 40² - 178 × 3² = -2
 2047² - 179 × 153² = -2
 (180 = 45 × 2²)
 1111'225770² - 181 × 82'596761² = -1
 68² - 185 × 5² = -1
 41² - 187 × 3² = -2
 2999² - 191 × 217² = 2
 1'764.132² - 193 × 126.985² = -1
 14² - 197 × 1² = -1
 14² - 198 × 1² = -2
 127539² - 199 × 9041² = 2

1. TRIANGULOS PITAGORICOS CASI ISOSCELES

Consiste el problema en hallar los triángulos pitagóricos cuyos catetos difieran en 1 unidad, como en el caso del conocidísimo triángulo de lados 3, 4 y 5.

Los lados enteros de un triángulo rectángulo están dados por las fórmulas:

$$a = k(m^2 - n^2)$$

$$b = k(2mn)$$

$$c = k(m^2 + n^2), \text{ con } m, n \text{ y } k \text{ enteros.}$$

Conocidas, por lo menos, desde la época de DIOPANTO (mediados del siglo III) y probablemente desde muchos siglos antes por los matemáticos babilonios, y en las que las soluciones llamadas primitivas se encuentran haciendo $k=1$, y n y m primos entre sí y de diferente paridad. El problema pide entonces aquellos triángulos para los cuales

$$a - b = \pm 1$$

o sea $(m^2 - n^2) - 2mn = \pm 1$
 $m^2 - 2mn - (n^2 \pm 1) = 0$

de donde por la fórmula de la ecuación de segundo grado

$$m = n \pm \sqrt{(n^2 - (n^2 \pm 1))} = n \pm \sqrt{(2n^2 \pm 1)} = n \pm d$$

que no puede dar valores enteros de m sino en el caso de que la cantidad subradical sea un cuadrado perfecto o sea que:

$$2n^2 \pm 1 = p^2$$

de donde $p^2 - 2n^2 = \pm 1$
 ecuación que tiene la solución obvia

$$p = 1 \quad n = 1$$

Supongamos una segunda solución p_k, n_k

$$p_k^2 - 2n_k^2 = (p_k + n_k \sqrt{2}) (p_k - n_k \sqrt{2}) = \pm 1$$

$$\times 1^2 - 2 \cdot 1^2 = (1 + \sqrt{2}) (1 - \sqrt{2}) = -1$$

$$p_{k+1}^2 - 2n_{k+1}^2 = [(p_k + 2n_k) + (p_k + n_k) \sqrt{2}]$$

$$[(p_k + 2n_k) - (p_k + n_k) \sqrt{2}] = \mp 1$$

por lo tanto, de una solución p_k, n_k se deduce una segunda p_{k+1}, n_{k+1} , por las fórmulas

$$p_{k+1} = p_k + 2n_k \quad n_{k+1} = p_k + n_k$$

Tendremos pues la tabla:

$k=$	$p=$	$n=$	$p^2 - 2n^2 =$	$m = n + p =$	$m' = n - p =$
1	1	1	-1	2	0
2	3	2	+1	5	-1
3	7	5	-1	12	-2
4	17	12	+1	29	-5
5	41	29	-1	70	-12

en la que vemos que los valores de m y n son términos sucesivos de la sucesión 1 2 5 12 29 70 169 408 985... que es recurrente (como puede demostrarse fácilmente) con cada término igual al doble del inmediatamente anterior más el que lo precede $5 = 2 \times 2 + 1$; $12 = 2 \times 5 + 2$ etc., lo que nos permite prolongar la sucesión tanto como queramos y obtener así la de triángulos

$k =$	$a =$	$b =$	$c =$
1	3	4	5
2	21	20	29
3	119	120	169
4	697	696	985
5	4059	4060	5741
6	23661	23660	33461

en la que tanto las hipotenusas como la suma de los catetos, 7, 41, 239, 1.393... cumplen con las relaciones de recurrencia

$$C_{k+1} = 6C_k - C_{k-1}$$

$$a_{k+1} + b_{k+1} = 6(a_k + b_k) - (a_{k-1} + b_{k-1})$$

Cada cateto de la sucesión es unas seis veces mayor que el anterior, de manera que aumentan rápidamente de valor hasta el punto de que los catetos del vigésimo triángulo son ya números de 16 cifras y el triángulo mismo prácticamente indistinguible de uno rectángulo isósceles de lados racionales.

2. PROBLEMA DEL 3, 8, 120

Un segundo ejemplo, bastante más complejo es el propuesto hace algunos años, por MARTÍN GARDNER, en la forma siguiente: Scientific American, marzo de 1967.

"Los números 1, 3, 8 y 120 tienen la propiedad de que el producto de 2 de ellos es siempre una unidad menos que un cuadrado perfecto. Encontrar un quinto número que pueda agregarse sin que desaparezca esta propiedad".

El problema hacía parte de un grupo de doce que debían resolverse en menos de cinco minutos cada uno, lo cual es posible si caemos en cuenta que la intención del autor era la de que el quinto número fuera el cero que multiplicado por cualquiera de los dados da como resultado $0 = 1^2 - 1$.

Pero el problema dista mucho de ser trivial si tratamos de que el quinto número sea diferente de cero, ya que en este caso el número pedido sería la solución del sistema de ecuaciones:

$$x = n^2 - 1$$

$$3x = m^2 - 1$$

$$8x = p^2 - 1$$

$$120x = q^2 - 1 \text{ o su equivalente.}$$

$$3(n^2 - 1) = m^2 - 1$$

$$8(n^2 - 1) = p^2 - 1$$

$$120(n^2 - 1) = q^2 - 1$$

sistema que resultó superior a mis capacidades, por lo que me vi obligado a atacarlo en forma indirecta construyendo tablas de soluciones para cada una de las tres ecuaciones con la esperanza de encontrar un valor de n común a todas ellas.

El proceso fue como sigue:

de $3(n^2 - 1) = m^2 - 1$ obtenemos

$$3n^2 - 3 = m^2 - 1$$

$$m^2 - 3n^2 = -2$$

que es una variante de la ecuación de PELL, que no siempre tiene solución, pero que en este caso la tiene y está

dada por los datos mismos del problema ya que

$$3 \times 8 = (2^2 - 1)(3^2 - 1) = (5^2 - 1) \text{ y por lo tanto}$$

$$5^2 - 3 \times 3^2 = -2$$

partiendo de una solución cualquiera m_k, n_k de la ecuación anterior podemos establecer

$$m_k^2 - 3n_k^2 = -2$$

$$(m_k + n_k\sqrt{3})(m_k - n_k\sqrt{3}) = -2$$

y de la solución de la ecuación de PELL

$$(2 + \sqrt{3})(2 - \sqrt{3}) = 1$$

$$m^2_{k+1} - 3n^2_{k+1} = [(2m_k + 3n_k) +$$

$$(m_k + 2n_k)\sqrt{3}] [() - ()\sqrt{3}] = -2$$

encontrando así dos nuevas soluciones m_{k+1}, n_{k+1} de la ecuación $m^2 - 3n^2 = -2$.

Partiendo entonces de las soluciones conocidas $m_1 = 5, n_1 = 3$ obtenemos sucesivamente:

$$m_1 = \dots \dots \dots 5 \quad n_1 = \dots \dots \dots 3$$

$$m_2 = 2m_1 + 3n_1 = 19 \quad n_2 = m_1 + 2n_1 = 11$$

(2º valor del problema)

$$m_3 = 2m_2 + 3n_2 = 71 \quad n_3 = m_2 + 2n_2 = 41$$

$$m_4 = \dots \dots \dots 265 \quad n_4 = \dots \dots \dots 153$$

$$m_5 = \dots \dots \dots 989 \quad n_5 = \dots \dots \dots 571$$

No estamos interesados en realidad sino en los valores de n_k y por esta razón conviene buscar una forma de hallar sus valores independientemente de los de las m 's, lo que en este caso es sencillo, ya que un poco de observación nos lleva a la conclusión de que los valores de n satisfacen la relación de recurrencia * $n_{k+1} = 4n_k - n_{k-1}$

$$\text{De donde también } n_{k-1} = 4n_k - n_{k+1}$$

y podemos avanzar o retroceder en la sucesión de las n 's para obtener los números cuyo cuadrado, menos uno, multiplicados por 3, dan un número cuadrado perfecto, menos 1.

... 571, 153, 41, 11, 3, 1, 1, 3, 11, 41, 153, 571...

El 1 corresponde a la solución trivial $1^2 - 1 = 0$.

En forma análoga encontramos la sucesión de los números cuyo cuadrado, menos uno, multiplicado por 8 nos dan un número que sea cuadrado menos uno.

... 781, 134, 23, 4, 1, 2, 11, 64, 373 ...

La relación de recurrencia en este caso es de $n_{k+1} = 6n_k - n_{k-1}$ que da valores diferentes a lado y lado del uno central.

* de $n_{k+1} = m_k + 2n_k$ con $m_k = 2m_{k-1} + 3n_{k-1}$ y $n_k = m_{k-1} + 2n_{k-1}$

deducimos:

$$n_{k+1} = 2m_{k-1} + 3n_{k-1} + 2m_{k-1} + 4n_{k-1}$$

$$= 4m_{k-1} + 7n_{k-1} + n_{k-1} - n_{k-1}$$

$$= 4(m_{k-1} + 2n_{k-1}) - n_{k-1}$$

$$= 4n_k - n_{k-1}$$

y, en forma similar

$$m_{k+1} = 4m_k - m_{k-1}$$

En forma similar hallamos la sucesión correspondiente a los números cuyo cuadrado, menos uno, multiplicados por 120 dan cuadrados perfectos, menos uno. Solo que en este caso obtenemos no una sino dos sucesiones de recurrencia correspondiente a $n_{k+1} = 22n_k - n_{k-1}$, estas sucesiones son:

$$5771 \ 263 \ 12 \ 1 \ 10 \ 219 \ 4808 \quad (11^2 - 1)$$

$$19759 \ 900 \ 41 \ 2 \ 3 \ 64 \ 1405 \quad (11^2 - 1)$$

Hay dos, porque en una de ellas aparece el 1 correspondiente a la solución trivial y en la otra el 2 y el 3 dados por el problema.

Cualquier número común a una de estas dos sucesiones y a las dos anteriores sería solución del problema como lo sugieren el 41 y el 64 comunes a dos de ellas pero no a las tres.

Infelizmente, ni el cálculo de estas sucesiones hasta números de 12 cifras con ayuda de una calculadora manual, ni tampoco su prolongación hasta números de 90 cifras, es decir, a factores de 180 cifras, hecha con ayuda de una computadora y que debo agradecer a mi hijo GUILLERMO, produjeron resultados favorables, de modo que todo lo que puedo decir por el momento es que la solución, en caso de que exista (lo que parece poco probable), es un número de más de 180 cifras.

Otra posibilidad de ataque consiste en considerar factores diferentes de 3, 8 y 120, mejor aún, en considerar todos los factores de la forma $p^2 - 1$ con cuyas sucesiones podemos construir el cuadro siguiente, llevado hasta valores de 4 cifras.

NUMEROS CUYO CUADRADO, MENOS UNO, MULTIPLICADO POR $(p^2 - 1)$
DAN POR RESULTADO UN CUADRADO, MENOS UNO:

p	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
2	<u>153</u>	41	<u>11</u>	3	1	1	3	11	<u>41</u>	153	571	2131	7953
3	2174	<u>373</u>	<u>64</u>	<u>11</u>	2	1	4	23	<u>134</u>	781	4552		
4		1425	<u>181</u>	23	3	1	5	39	<u>307</u>	2417			
5		3821	<u>386</u>	39	4	1	6	59	<u>584</u>	5781			
6		8377	<u>703</u>	59	5	1	7	83	989				
7			1156	83	6	1	8	111	1546				
8			1769	111	7	1	9	143	2279				
9			2566	143	8	1	10	179	3212				
10			3571	179	9	1	11	219	4369				
11			4808	219	10	1	12	263	5744				
11 bis			<u>1405</u>	<u>64</u>	3	1	<u>41</u>	<u>900</u>					
12			6301	263	11	1	13	311	7451				
13			8074	311	12	1	14	363	9424				
14				363	13	1	15	419					
15				419	14	1	16	479					
16				479	15	1	17	543					
---				---	---	---	---	---					
23				1011	22	1	24	1103					
23 bis			8322	<u>181</u>	4	3	<u>134</u>	6161					
---				---	---	---	---	---					
39				2963	38	1	40	3119					
39 bis				<u>386</u>	5	4	<u>307</u>						
---				---	---	---	---	---					
41				3279	40	1	42	3443					
41 bis				<u>900</u>	11	2	<u>153</u>						
---				---	---	---	---	---					
59				6483	58	1	60	7079					
59 bis				<u>703</u>	6	5	<u>584</u>						
---				---	---	---	---	---					
64				8063	63	1	65	8319					
64 bis				<u>1405</u>	11	3	<u>373</u>						

Inmediatamente aparecen algunas regularidades como por ejemplo la de que en la fila correspondiente a un valor dado de p aparecen los de $p + 1$ y $p - 1$, lo que nos indica que el producto

de los cuadrados, menos uno, de dos números consecutivos es también igual a un cuadrado, menos uno, o sea:

$$(p^2 - 1) ((p + 1)^2 - 1) = (p^2 + p - 1)^2 - 1.$$

y factorizando completamente el primer miembro obtenemos:

$$(p+1)(p-1)((p+1)+1)((p+1)-1) = (p-1)p(p+1)(p+2) = (p^2+p-1)^2 - 1.$$

o sea que el producto de cuatro enteros consecutivos es siempre igual a un cuadrado perfecto, menos uno.

Podemos ver también que el caso de los tres números, 3, 8 y 120 ($2^2 - 1$, $3^2 - 1$, $11^2 - 1$) no es único, ya que hay una infinidad de ternas con la propiedad de que siendo sus miembros cuadrados menos uno, sus productos dos a dos también lo son, como en el caso de:

$3^2 - 1$	$4^2 - 1$	$23^2 - 1$	3	15	528
$4^2 - 1$	$5^2 - 1$	$39^2 - 1$	15	24	1.520
$5^2 - 1$	$6^2 - 1$	$59^2 - 1$	24	35	3.480
$2^2 - 1$	$11^2 - 1$	$41^2 - 1$	3	120	1.680

Los tres primeros casos corresponden, como se ve fácilmente, a las fórmulas

$$\begin{matrix} n \\ n+1 \\ 2n^2 + 2n - 1 \end{matrix} \text{ para valores}$$

de n enteros, positivos o negativos, o más claramente, a las fórmulas siguientes en las que no daremos sino valores positivos a n :

$$\begin{matrix} n & n-1 \\ n+1 & n \\ 2n^2 + 2n - 1 & 2n^2 - 2n - 1 \end{matrix}$$

que, después de un estudio más detallado del cuadro, se complementan con las siguientes dos fórmulas, para formar los quintetos:

Serie 1

1	n
2	$n+1$
3	$2n^2 + 2n - 1$
4	$4n^3 + 4n^2 - 3n - 1$
5	$16n^5 + 32n^4 - 4n^3 - 24n^2 + n + 2$

Serie 2

1	$n-1$
2	n
3	$2n^2 - 2n - 1$
4	$4n^3 - 4n^2 - 3n + 1$
5	$16n^5 - 32n^4 - 4n^3 + 24n^2 + n - 2$

Que nos dan cada uno siete parejas cuyo producto es igual a un cuadrado, menos uno; por ejemplo, con la primera serie, y $n = 2$ tendremos los valores 2, 3, 11, 41, 900, que nos dan los números 3, 8, 120, 1680 y 809.999 con los siguientes 7 productos dos a dos:

$$\begin{aligned} 3 \times 8 &= 24 = 5^2 - 1 \\ 3 \times 120 &= 360 = 19^2 - 1 \\ 3 \times 1.680 &= 5.041 = 71^2 - 1 \\ 8 \times 120 &= 960 = 31^2 - 1 \\ 120 \times 1.680 &= 201.600 = 449^2 - 1 \\ 120 \times 809.999 &= 97.199.880 = 9.859^2 - 1 \\ 1.680 \times 809.999 &= 1.360.798.320 = 36.889^2 - 1 \end{aligned}$$

en la que tres de los productos son los del problema original. Con $n = 3$ en la segunda serie obte-

nemos 2, 3, 11, 64 y 1.405 de los que se deducen los siguientes 7 productos:

$$\begin{aligned} 3 \times 8 &= 24 = 5^2 - 1 \\ 3 \times 120 &= 360 = 19^2 - 1 \\ 8 \times 120 &= 960 = 31^2 - 1 \\ 8 \times 4.095 &= 32.760 = 181^2 - 1 \\ 120 \times 4.095 &= 491.401 = 701^2 - 1 \\ 120 \times 1.974.024 &= 236.882.880 = 15.391^2 - 1 \\ 4.095 \times 1.974.024 &= 8.083.628.280 = 89.909^2 - 1 \end{aligned}$$

que incluyen también los tres del problema inicial.

Otra posibilidad es la de que, para algún valor particular de n , se obtenga un cuadrado, menos uno, en uno de los productos de las parejas que normalmente no dan este resultado, pero hasta donde he podido comprobarlo no es posible que esto suceda, por lo que me inclino a creer que el problema propuesto no tiene solución ni aun entre los números de más de 180 cifras.

3. PRODUCTOS DE DOS NUMEROS CONSECUTIVOS

El último problema que trataré se refiere a encontrar dos números consecutivos cuyo producto sea un determinado número de veces, el doble, por ejemplo, del producto de otros dos números consecutivos.

Tendremos entonces:

$$\begin{aligned} m(m+1) &= 2n(n+1) \\ m^2 + m - 2(n^2 + n) &= 0 \\ m &= \frac{-1 \pm \sqrt{(1 + 8(n^2 + n))}}{2} \\ &= \frac{-1 \pm \sqrt{(8n^2 + 8n + 1)}}{2} \end{aligned}$$

que no admite soluciones en enteros sino en el caso de que la cantidad subradical sea cuadrado perfecto.

$$8n^2 + 8n + 1 = p^2$$

$$y \quad m = \frac{\pm p - 1}{2}$$

$$8n^2 + 8n - (p^2 - 1) = 0$$

$$n = \frac{-8 \pm \sqrt{(64 + 32(p^2 - 1))}}{16}$$

$$= \frac{-2 \pm \sqrt{(4 + 2(p^2 - 1))}}{4}$$

$$= \frac{-2 \pm \sqrt{(2p^2 + 2)}}{4}$$

nuevamente aquí la cantidad subradical debe ser cuadrado perfecto, luego:

$$2p^2 + 2 = q^2 \quad y \quad n = \frac{\pm q - 2}{4}$$

$q^2 - 2p^2 = 2$ que admite la solución obvia $q = 2$
 $p = 1$

$$(q + p\sqrt{2})(q - p\sqrt{2}) = 2$$

$$(3 + 2\sqrt{2})(3 - 2\sqrt{2}) = 1$$

$$\frac{(3q + 4p) + (2q + 3p)\sqrt{2}}{q' p'}$$

$$\frac{(3q + 4p) - (2q + 3p)\sqrt{2}}{q' p'} = 2$$

y obtenemos las sucesiones

$p =$	$q =$	$m = \frac{q-2}{4}$	$n = \frac{p-1}{2}$
1	2	0	0
7	10	2	3
41	58	14	20
239	338	119	84

$$p_{k+1} = 6p_k - p_{k-1} \quad q_{k+1} = 6q_k - q_{k-1}$$

que nos dan como soluciones al problema:

$$\begin{aligned} 3 \times 4 &= 2(2 \times 3) = 12 \\ 20 \times 21 &= 2(14 \times 15) = 420 \\ 119 \times 120 &= 2(84 \times 85) = 14.280 \\ 696 \times 697 &= 2(492 \times 493) = 485.112 \\ 4.059 \times 4.060 &= 2(2.870 \times 2.871) = 16'479.540 \end{aligned}$$

en las que, por extraña coincidencia, encontramos de nuevo los catetos de los triángulos casi isósceles, cerrándose así el ciclo.

ALGEBRAS DE BOOLE

ASOCIADAS A UN ESPACIO DE MEDIDA

Por: ALONSO TAKAHASHI *

Resumen. En este artículo se considera inicialmente el isomorfismo natural entre la σ -álgebra de BOOLE de los idempotentes de $L^\infty(X)$, donde X un espacio de medida, y la σ -álgebra de BOOLE de los conjuntos medibles de X , módulo los conjuntos de medida nula. Este isomorfismo se aplica luego para implementar espacialmente un isomorfismo cualquiera entre las álgebras de multiplicación de dos espacios de medida finita. De este caso particular puede luego obtenerse el resultado general referente a dos álgebras autoadjuntas maximales cualesquiera.

§ 1. **Introducción.** Con el fin de acordar terminología y facilitar la exposición se presentan algunas nociones y se obtienen algunos resultados simples que serán utilizados más adelante.

Un *álgebra de BOOLE* es un sistema $(X, \vee, \wedge, ', O)$ donde X es un conjunto, \vee ("unión") y \wedge ("intersección") son operaciones binarias asociativas, conmutativas y distributivas cada una de ellas con respecto a la otra y tales que $A \vee A = A$ y $A \wedge A = A$ para todo A de X . Además, $'$ es una función de X en X tal que $(A')' = A$ y $(A \wedge B)' = A' \vee B'$, para todo A y todo B de X . Por último, O es un elemento de X tal que $A \wedge O = O$ y $A \vee O = A$ para todo A de X .

Si en un álgebra de BOOLE se conviene escribir $A \leq B$ para indicar que $A \wedge B = A$, se puede comprobar que \leq es un orden parcial con respecto al cual $A \vee B$ es precisamente $\sup \{A, B\}$. Si el álgebra de BOOLE es tal que para toda sucesión (A_i) de elementos de X existe un mínimo elemento A de X tal que $A_i \leq A$ se dice que X es una σ -álgebra de BOOLE; en este caso al elemento A se lo denota por $\vee_i A_i$.

Un *álgebra de medida* es un sistema constituido por una σ -álgebra de BOOLE X y una función real no negativa μ definida en X y tal que:

- i) $\mu(A) = 0$ si y solo si $A = O$
- ii) $\mu(\vee_i A_i) = \sum_i \mu(A_i)$, si $A_i \wedge A_j = O$ para $i \neq j$.

La función μ se llama la *medida* de X .

Si X y Y son álgebras de BOOLE, un *isomorfismo* de X sobre Y es una función biunívoca ξ de X sobre Y tal que

$$\xi(A \vee B) = \xi(A) \vee \xi(B) \text{ y } \xi(A') = \xi(A)'$$

En este caso ξ^{-1} es un isomorfismo de Y sobre X .

Es fácil ver que todo isomorfismo conserva el orden. De aquí se deduce que, si X y Y son σ -álgebras de BOOLE, entonces también conserva uniones contables, es decir

$$\xi(\vee_i A_i) = \vee_i \xi(A_i).$$

En efecto, sea $A = \vee A_i$; como $A_i \leq A$ se tiene que $\xi(A_i) \leq \xi(A)$ para todo i . Además, si $\xi(A_i) \leq B$ para todo i , entonces $A_i \leq \xi^{-1}(B)$ y entonces $A \leq \xi^{-1}(B)$, de donde $\xi(A) \leq B$. Se concluye que $\xi(A) = \vee_i \xi(A_i)$.

Ilustraremos estas nociones en dos casos, importantes para las consideraciones subsecuentes. Supongamos que (X, \mathfrak{M}, μ) es un espacio de medida (en el sentido de la Teoría de la Medida) con $\mu(X)$ finito.

1) Sea \mathfrak{A} la colección de todos los conjuntos de medida nula. Definiendo

$$E \sim F \quad \text{si y sólo si} \quad E \Delta F \in \mathfrak{A}$$

se observa que \sim es una relación de equivalencia

en \mathfrak{M} . Denotando por \dot{E} , la clase de E , $E \in \mathfrak{M}$, puede definirse

$$\dot{E} \wedge \dot{F} = \overline{E \cap F} \quad \dot{E} \vee \dot{F} = \overline{E \cup F} \quad (\dot{E})' = \overline{CE}$$

comprobándose que las definiciones no dependen de los representantes y que la estructura obtenida sobre el cociente $\mathfrak{M}/\mathfrak{A}$ es la de una σ -álgebra de

BOOLE. Si se define, además $\mu(\dot{E}) = \mu(E)$ se obtiene un álgebra de medida.

2) Sea ahora $L^\infty(X)$ la colección de todas las

clases de equivalencia \dot{k} de funciones medibles esencialmente acotadas (dos funciones son equivalentes si y sólo si coinciden, salvo un conjunto de medida cero), con la adición y multiplicación definidas en la forma usual. Consideremos la colección \mathcal{J}_X de todos los idempotentes de X , es

decir, $\dot{e} \in \mathcal{J}_X$ si y sólo si $\dot{e}^2 = \dot{e}$. Definiendo

* Departamento de Matemáticas y Estadística. Universidad Nacional de Colombia - Bogotá.

$\dot{e} \Delta \dot{f} = \dot{e} \dot{f}$ $\dot{e} \nabla \dot{f} = \dot{e} + \dot{f} - \dot{e} \dot{f}$ $(\dot{e})' = \dot{1} - \dot{e}$
 se obtiene sobre \mathcal{J}_X una estructura de σ -álgebra de BOOLE.

Como es de esperarse, las dos σ -álgebras de BOOLE que acabamos de definir son esencialmente idénticas. En efecto, si definimos

$$\alpha: \mathfrak{m}/\mathfrak{a} \longrightarrow \mathcal{J}_X$$

$$\dot{E} \longrightarrow \dot{K}_E \quad (E \in \mathfrak{M})$$

donde K_E es la función característica de E , se comprueba fácilmente que la definición es independiente de los representantes y que α es un isomorfismo. El inverso de este isomorfismo es la función

$$\beta: \mathcal{J}_X \longrightarrow \mathfrak{m}/\mathfrak{a}$$

$$\dot{e} \longrightarrow \overline{e^{-1}(1)} \quad (\dot{e} \in \mathcal{J}_X)$$

§ 2. Isomorfismo de álgebras de multiplicación.

Sea (X, \mathfrak{m}, μ) un espacio de medida con $\mu(X) < \infty$, y sea $H = L^2(X)$ el espacio de HILBERT de las (clases de equivalencia de) funciones de cuadrado integrable. Cada elemento k de $L^\infty(X)$ define un operador acotado.

$$M_k: L^2(X) \longrightarrow L^2(X)$$

$$\dot{f} \longrightarrow k \dot{f} \quad (\dot{f} \in L^2(X))$$

Queda así determinado un isomorfismo de $L^\infty(X)$ sobre una subálgebra del álgebra $B(H)$ de todos los operadores acotados sobre $L^2(X)$

$$M: L^\infty(X) \longrightarrow B(H)$$

$$k \longrightarrow M_k$$

Este isomorfismo preserva la norma y la involución, es decir, es un isomorfismo de álgebras normadas involutivas. Mediante este isomorfismo $L^\infty(X)$ puede considerarse como una subálgebra del álgebra $B(H)$, cuyos elementos actúan en $L^2(X)$ mediante multiplicación. Este subálgebra de $B(H)$ se llama el *álgebra de multiplicación* del espacio X .

En este punto es conveniente recordar algunas nociones y hechos de la teoría de operadores: Un *álgebra de operadores* sobre un espacio de HILBERT H es una subálgebra involutiva \mathfrak{a} del álgebra $B(H)$ de todos los operadores acotados sobre H . En este caso, el *conmutante* \mathfrak{a}' de \mathfrak{a} definido por

$$\mathfrak{a}' = \{T \in B(H) : TA = AT \text{ para todo } A \in \mathfrak{a}\}$$

es también un álgebra de operadores sobre H .

Se dice que \mathfrak{a} es un *álgebra abeliana maximal* si \mathfrak{a} es conmutativa y además todo T de $B(H)$ que conmuta con cada uno de los elementos de \mathfrak{a} pertenece necesariamente a \mathfrak{a} ; para este tipo de álgebras se cumple que $\mathfrak{a} = \mathfrak{a}'$. Se puede comprobar sin dificultad que el álgebra de multiplicación antes definida es abeliana maximal. En la otra dirección se tiene un resultado fundamental que

afirma que toda álgebra abeliana maximal es, esencialmente, de este tipo.

Si \mathfrak{a} es un álgebra de operadores sobre H y k_0 es un vector del espacio H , se dice que k_0 es:

- a) *separador* (para \mathfrak{a}) si para todo $A \in \mathfrak{a}$ se tiene que $A k_0 \neq O$, a menos que $A = O$.
- b) *cíclico* si el subespacio cerrado generado por los vectores de la forma $A k_0$, con $A \in \mathfrak{a}$, es todo H .

Puede demostrarse que si k es separador para \mathfrak{a}' entonces es cíclico para \mathfrak{a} . Luego, para un álgebra abeliana maximal, todo vector separador es cíclico.

Con estos preliminares podemos pasar a enunciar y demostrar un hecho interesante referente a los isomorfismos entre álgebras de multiplicación:

Teorema. Sean (Y, \mathfrak{n}, ν) y (X, \mathfrak{m}, μ) dos espacios de medida finita. Si existe un isomorfismo de álgebras de operadores

$$\Phi: L^\infty(Y) \longrightarrow L^\infty(X)$$

entonces también existe un isomorfismo de espacios de HILBERT

$$U: L^2(Y) \longrightarrow L^2(X)$$

que implementa a Φ , es decir, tal que

$$\Phi(h) \circ U = U \circ h$$

para todo h de $L^\infty(Y)$.

Demostración: La restricción Φ_0 de Φ a \mathcal{J}_Y es un isomorfismo de \mathcal{J}_Y sobre \mathcal{J}_X , a partir del cual se puede definir una función λ de acuerdo con el siguiente diagrama

$$\begin{array}{ccc} \mathfrak{n} & \xrightarrow{\lambda} & [0, +\infty[\\ \downarrow & & \uparrow \mu \\ \mathfrak{n}/\mathfrak{h} & \xrightarrow{\Psi} & \mathfrak{m}/\mathfrak{a} \\ \downarrow \alpha & & \uparrow \beta \\ \mathcal{J}_Y & \xrightarrow{\Phi_0} & \mathcal{J}_X \end{array}$$

donde \mathfrak{h} (resp \mathfrak{a}) es la clase de los conjuntos nulos de \mathfrak{n} (resp de \mathfrak{m}).

La función λ es una medida (la aditividad completa se obtiene debido a que Ψ preserva uniones contables). Un cálculo directo muestra que si f es una función característica medible en X , entonces

$$\int_Y f d\lambda = \int_X \Phi(f) d\mu.$$

Se concluye que esta relación se cumple para toda f de $L^\infty(Y)$.

Por otra parte, si $E \in \mathfrak{n}$ y $\nu(E) = 0$, entonces, $\lambda(E) = 0$ luego, por el teorema de RADON-NICODYN, existe $k \in L^1(Y)$, $k \geq 0$ tal que

$$\int_Y f d\lambda = \int_Y f k d\nu, \quad f \in L^\infty(Y).$$

Tomando $k_0 = k^{1/2}$ se tiene que, para toda f de $L^\infty(Y)$:

$$\begin{aligned} \langle f k_o, k_o \rangle &= \int_Y f k_o^2 d\nu = \int_Y f k d\nu \\ &= \int_Y f d\lambda = \int_X \Phi(f) d\mu = \langle \Phi(f)' 1, 1 \rangle \end{aligned}$$

Se deduce que si $f k_o = 0$ entonces

$$\begin{aligned} 0 &= \langle f k_o, f k_o \rangle = \langle \bar{f} f k_o, k_o \rangle \\ &= \langle \Phi(\bar{f} f)' 1, 1 \rangle = \langle \Phi(f), \Phi(f) \rangle, \end{aligned}$$

es decir, $\Phi(f) = 0$, y entonces $f = 0$. En otros términos, k_o es separador y por lo tanto cíclico, es decir, $k_o L^\infty(Y)$ es denso en $L^2(Y)$.

Del hecho de que k_o es separador se deduce que cada elemento g de $k_o L^\infty(Y)$ se puede escribir

de una sola manera en la forma $g = k_o f$ con $f \in L^\infty(Y)$. Puede entonces definirse

$$U(g) = U(k_o f) = \Phi(f)$$

y luego extender U a todo $L^2(Y)$ obteniéndose un isomorfismo sobre $L^2(X)$. Para ver que U implementa a Φ tomemos $h \in L^\infty(Y)$ y $g = k_o f \in k_o L^\infty(Y)$:

$$\begin{aligned} (\Phi(h) \circ U) g &= \Phi(h) (U g) = \Phi(h) \Phi(f) \\ &= \Phi(h f) = U(k_o h f) = U(h g) \\ &= (U \circ h) g \end{aligned}$$

Se concluye que $\Phi(h) \circ U = U \circ h$.

BIBLIOGRAFIA

1. DIXMIER, J. *Les algèbres d'opérateurs dans l'espace hilbertien*. Gauthier Villars, Paris, 1957.
2. ROYDEN, H. L. *Real Analysis*. Macmillan, New York, 1963.
3. RUDIN, W. *Real and Complex Analysis*. McGraw Hill, New York, 1966.
4. SEGAL, I. E. - KUNZE, R. A. *Integrals and Operators*. McGraw Hill, New York, 1968.

EL SISTEMA DE REFERENCIA EN ASTRONOMIA DE POSICION

Por: EDUARDO BRIEVA BUSTILLO *

INTRODUCCION

La utilización de posiciones y movimientos propios de estrellas en una gran variedad de problemas astronómicos confiere al sistema ecuatorial de coordenadas particular importancia. En estas líneas se presentan algunos temas relacionados con su definición y materialización; se mencionan además ciertos desarrollos y tendencias actuales.

DEFINICION

Se acostumbra dar una definición geométrica formal de los sistemas de coordenadas astronómicas utilizando como base la observación de los movimientos aparentes del Sol y las estrellas en la esfera celeste; los círculos y puntos de referencia son entonces productos de la observación directa: el movimiento diurno define los polos y el ecuador celestes mientras que el movimiento anual aparente del Sol determina la eclíptica y los equinoccios. Tal enfoque no es del todo inapropiado ya que, en definitiva, la materialización de los círculos fundamentales solo puede lograrse, en la práctica, por la observación de los cuerpos celestes. No obstante, se adoptará aquí una aproximación diferente pero complementaria: interpretando los movimientos aparentes como resultado de los movimientos de la tierra es posible definir dinámicamente los puntos y círculos de referencia, lo que no modifica su definición geométrica formal y sí arroja luces sobre su naturaleza.

La Tierra es un cuerpo casi rígido, sin simetría esférica, en el cual ocurren complicados procesos geofísicos de los cuales las deformaciones y el transporte de masa son algunas manifestaciones. Su movimiento general se puede descomponer en dos: una rotación del sólido con respecto al centro de masa y una traslación de éste alrededor del Sol. Consideremos en primer lugar la rotación. La teoría de este movimiento está basada en la teoría general del movimiento de un cuerpo rígido;

para tener en cuenta la estructura interna y los fenómenos geofísicos ya mencionados; no del todo conocidos y para los que no existe aún una teoría adecuada, se introducen luego correcciones calculadas a partir de observaciones astronómicas y geofísicas.

La acción de las fuerzas de gravitación del Sol y la Luna sobre el sólido Tierra produce un movimiento complejo: en cada instante se trata de una rotación alrededor de un eje que pasa por el centro de masa, eje que cambia constantemente de orientación en el espacio. Para describirlo correctamente es conveniente descomponerlo en un movimiento lento y progresivo —la *precesión*— por el cual el eje de rotación describe un cono, cuyo ángulo es de $23,5^\circ$ aproximadamente, en un período cercano a los 26.000 años, al que se superpone una pequeña ondulación irregular llamada *nutación*, cuyo término principal tiene un período de 18,6 años.

Al eje instantáneo de rotación corresponde el ecuador instantáneo de rotación, plano perpendicular que contiene el centro de masa. De manera similar al eje de rotación medio, afectado únicamente por la precesión, corresponde el ecuador medio de rotación, o simplemente ecuador, que constituye el plano fundamental del sistema de coordenadas. Como el ecuador posee un movimiento progresivo se escoge por convención el plano correspondiente a una fecha dada, o *época*, como plano de referencia; en la actualidad se utiliza como época el comienzo del año 1950.

Es necesario ahora definir una dirección privilegiada sobre el ecuador para lo cual se recurre al movimiento de traslación alrededor del Sol. El plano de la órbita de la Tierra con respecto al Sol queda determinado en cualquier instante por el radio vector y el vector velocidad; este plano no permanece en la misma posición en el espacio debido a las perturbaciones planetarias. Como antes, se puede hablar de un movimiento lento y progresivo del plano, al que se superponen pequeños

* Director del Observatorio Astronómico Nacional. Universidad Nacional.

términos periódicos, análogos a la nutación pero de menor magnitud. El plano medio, afectado solamente por el movimiento progresivo, recibe el nombre de *eclíptica*.

La dirección privilegiada es la recta de intersección entre el ecuador y la eclíptica, orientada de modo que el sentido positivo apunte hacia el llamado equinoccio de primavera, punto del ecuador en donde el Sol pasa del hemisferio sur hacia el hemisferio norte. Como esta dirección está afectada por la precesión y el movimiento de la eclíptica, se escoge la correspondiente a la época. Se habla entonces del ecuador y equinoccio del comienzo del año 1950. Introducimos ahora un sistema de coordenadas cartesianas de modo que el plano x y coincida con el ecuador y el eje x esté dirigido hacia el equinoccio de primavera.

Para la mayoría de los estudios no relacionados con el sistema solar, es indiferente si el origen se considera colocado en el observador, en el centro de la Tierra o en el centro del Sol; además, sólo unos pocos centenares de estrellas poseen paralajes apreciables. Para fijar ideas supondremos que el origen de coordenadas está en el centro de la Tierra. Una dirección en el espacio queda determinada mediante dos ángulos: la ascensión recta, α , ángulo medido en el ecuador, entre el eje x y la proyección de la dirección del cuerpo celeste sobre el ecuador, y la declinación, δ , ángulo entre la dirección del cuerpo celeste y el plano del ecuador.

Las definiciones dadas tienen poca utilidad en vista de que el ecuador y el equinoccio no son directamente observables: en la práctica las observaciones se refieren al sistema de coordenadas a través de una red de estrellas, bien distribuidas sobre la esfera celeste, representada por un catálogo fundamental, en cuya construcción se realizan las operaciones siguientes:

- a) Medición de las posiciones de las estrellas, unas con respecto a las otras.
- b) Determinación de la posición del ecuador y el equinoccio con respecto a las estrellas, mediante la observación de los movimientos aparentes del Sol y los planetas.

El sistema así representado debe ser accesible en cualquier instante, para lo cual es necesario conocer, además de las posiciones de las estrellas, determinadas independientemente de valores anteriores mediante las llamadas observaciones absolutas o fundamentales de primer orden, los movimientos propios¹ y la constante de la precesión.

LAS OBSERVACIONES MERIDIANAS

El instrumento utilizado para la determinación de posiciones absolutas es el círculo meridiano.

Este instrumento consiste, esquemáticamente, en un círculo graduado montado de tal manera que su plano coincide con el plano del meridiano del observador; un telescopio sujeto rígidamente al círculo describe el meridiano cuando el instrumento gira sobre un eje orientado según la dirección este-oeste; el cenit del observador, y el cero de la escala, quedan definidos por un baño de mercurio; la distancia cenital de una estrella en el momento de su culminación está dada por la lectura del círculo. Si z es la distancia cenital de la estrella y ϕ la latitud del observador, la declinación de la estrella se encuentra mediante la fórmula,

$$\delta = \phi + z$$

para culminaciones al norte del cenit. Observando las culminaciones superior e inferior de una estrella circumpolar se halla la latitud del observador,

$$\phi = 90^\circ - \frac{1}{2}(z_s + z_i)$$

en donde z_s y z_i representan las distancias cenitales correspondientes a las culminaciones superior e inferior.

Las diferencias en ascensión recta se determinan mediante un reloj calibrado de modo que entre dos culminaciones sucesivas de la misma estrella el reloj marque 24 horas de diferencia. Entonces,

$$\alpha_1 - \alpha_2 = T_1 - T_2$$

en donde T_1 y T_2 representan las lecturas del reloj en el instante de las culminaciones respectivas. El origen de las ascensiones rectas se fija imponiendo la condición,

$$\alpha_0 = 0 \text{ cuando } \delta_0 = 0 \text{ en marzo,}$$

en donde (α_0, δ_0) designan las coordenadas del Sol.

En un instrumento ideal el tiempo sideral en el instante de la culminación de una estrella es igual a su ascensión recta; su distancia cenital, en el mismo instante, es igual a la diferencia entre su declinación y la latitud del observador. En la práctica es necesario introducir correcciones de diversos tipos y, aunque los principios básicos son los indicados arriba, el procedimiento es bastante más complicado y refinado².

El resultado de un programa de observaciones meridianas es un catálogo cuyas posiciones representan un sistema de referencia para la época promedio de las observaciones. La comparación de varios catálogos y su reducción a un sistema homogéneo, en el cual las posiciones y movimientos propios de las estrellas en diferentes partes del cielo representan el ecuador y el equinoccio con la misma precisión, produce un Catálogo Fundamental. Los catálogos de este tipo actualmente en uso son los siguientes:

¹ El movimiento propio de una estrella, μ , es la componente tangencial a la esfera celeste de su movimiento con respecto al Sol; se descompone en un movimiento perpendicular al ecuador, μ_δ , y en un movimiento paralelo a éste, μ_α .

² Véase por ejemplo, F. SCHMEIDLER, 1965, "Methods in Meridian Astronomy", *Vistas in Astronomy*, ed. A. Beer, 6, 69-91. Pergamon Press.

- a) El Catálogo General (GC) ³, basado en cerca de 250 catálogos observacionales producidos entre 1755 y 1932.
- b) El N 30 ⁴, basado en más de 70 catálogos observados entre 1920 y 1950.
- c) El Cuarto Catálogo Fundamental (FK4) ⁵, representa el sistema fundamental de posiciones y movimientos propios adoptado por la Unión Astronómica Internacional en 1961; contiene 1.535 estrellas fundamentales más brillantes que la magnitud 7,5.

REVISION DEL FK 4

Un catálogo fundamental cumple su cometido durante algo más de 20 años. Con el paso del tiempo la precisión de las posiciones calculadas a partir del catálogo se deteriora, debido principalmente a errores en los movimientos propios. El incremento en la precisión de las observaciones por la utilización de nuevos instrumentos y métodos, la necesidad de efemérides más confiables, la existencia de un cierto número de catálogos construidos después de la publicación del FK4, el descubrimiento de errores sistemáticos regionales, especialmente en las ascensiones rectas del hemisferio sur ⁶, son factores que justifican la revisión del FK4 y la compilación de un nuevo catálogo fundamental, el FK5, cuya realización estará con-

cluida hacia 1980. La Unión Astronómica Internacional ha recomendado esta revisión y le ha dado elevada prioridad (Transactions I. A. U., 1973, Vol. XV B, 83 - 84).

Con respecto a la revisión y extensión del FK4 merecen mencionarse dos programas internacionales de observaciones meridianas, cuyo propósito es establecer un sistema de referencia para la reducción de observaciones fotográficas: el AGK 3R, estrellas de referencia para el AGK3 ⁷, programa en el que participaron 10 observatorios del hemisferio norte, concluido en 1963 y el SRS, estrellas de referencia del sur, aún en curso. Estos programas prevén la observación de cerca de 40.000 estrellas, hasta la magnitud 9, bien distribuidas sobre la esfera celeste.

De acuerdo con los compiladores del nuevo catálogo ⁸, el FK5 incluirá entre 3.000 y 5.000 estrellas, hasta la magnitud 9. El AGK3R y el SRS, así como el suplemento del FK4, serán utilizados como fuente de selección de estrellas para la extensión del sistema fundamental. Además, el material que no pueda ser utilizado en el nuevo sistema servirá para la compilación de un suplemento del FK5, en el que habrá objetos débiles de gran interés, tales como contrapartes ópticas de radio-fuentes extragalácticas compactas y radio-fuentes estelares galácticas; tales objetos permitirán establecer una relación entre el sistema de estrellas brillantes y el sistema radio-astrométrico de fuentes extragalácticas.

³ "General Catalog of 33342 Stars for the Epoch 1950", Carnegie Institution of Washington, Publ. N° 468, Washington D. C., 1937.

⁴ H. R. MORGAN, 1952, "Catalog of 5268 standards stars, based on the normal system N 30", *Astr. Pap. Amer. Eph.* XIII, Pt. III.

⁵ "Fourth Fundamental Catalog", *Veröffentlichungen des Astronomisches Rechen - Instituts Heidelberg*, N° 10, Karlsruhe, 1963.

Véase la introducción del FK 4 para una descripción detallada de los criterios y métodos utilizados en su compilación.

⁶ ANGUIA, C., CARRASCO, G. et al., 1968, *Highlights of Astronomy*, ed. L. Perek, 292-96. Reidel, Dordrecht, Holland.

⁷ El AGK3, tercer catálogo de una serie iniciada por el Astronomische Gesellschaft, incluye posiciones y movimientos propios de 180.000 estrellas más brillantes que la magnitud fotográfica 12, con $\delta > -2$. Este catálogo proporciona un gran número de movimientos propios para estudios galácticos y posiciones de referencia para astrometría fotográfica.

⁸ FRICKE, W., 1974, "Plans for the improvement and extension of the FK4", en I.A.U. Symposium N° 61, *New problems in Astrometry*, ed. W. Gliese, C. A. Murray, R. H. Tucker, 23 - 29, Reidel, Dordrecht, Holland.

LAS ARACEAS,

FAMILIA SOBRESALIENTE DEL MUNDO VEGETAL

Por: DANIEL JULIÁN GONZÁLEZ PATIÑO *

INTRODUCCION

Desde hace muchos años me ha llamado profundamente la atención el grupo particular de las *Aráceas*, ya por la forma especial de sus inflorescencias que se separan notablemente del común de las demás plantas, ya por el aspecto tan variado y su múltiple adaptación a los más diferentes medios, o ya por el tamaño gigantesco de las hojas de algunas especies, las que son a veces realmente espectaculares. Esta es la razón por la cual me he decidido a traer a esta honorable Academia las presentes líneas.

* * *

Está formada esta familia botánica por unas 1.500 especies, las que se hallan reunidas en unos 100 géneros, y fue el botánico francés LAMARCK el que dio la primera clasificación a la especie común en Europa y que allí en Francia es llamada "pie de ternera"; *Arum vulgare* la llamó Lamarck; con todo, ha predominado la clasificación de LINNEO quien la denominó *Arum maculatum* L.

Del nombre genérico *Arum* y de uno de los nombres vulgares "Yaro", se ha formado el nombre de la Familia botánica "Aráceas" (del latín *Arum* y *áceas* que significa semejante a). Las Aráceas son raras en los países de las zonas templadas y muy abundantes en la zona tropical.

Las dos principales clasificaciones que se han dado para la familia de las Aráceas son: la de ENGLER que data de 1920 y la de HUTCHINSON, de 1959. A pesar de ser más moderna, con todo la mayoría de los autores sigue a ENGLER. De modo especial hay once géneros sobre los cuales discrepan estos dos autores. "Todos los géneros colocados dentro de la subfamilia *Philodendroideae*, tienen venación estriada (paralela) dentro de la clasificación de ENGLER; en cambio, en la subfamilia *Richardieae* de HUTCHINSON, la mayoría de los géneros tienen venación estriada, pero cinco de los géneros controvertidos tienen venación

reticulada". (NICOLSON, DAN HENRY. A revisión o the genus *Aglaonema* Araceae).

Alrededor del año de 1870, cuando no se habían penetrado todos los secretos de la taxonomía, los autores dividían a las Aráceas en dos grandes grupos o tribus: a) *Aráceas* o *Colocáceas* que eran las que tenían sus flores desprovistas de escamas y separadas sobre el espádice, de tal modo que las flores femeninas ocupaban la parte inferior, las flores masculinas, la parte media, y la parte superior o terminación del espádice quedaba desnuda como en los géneros *Arisarum*, *Biarum*, *Arum*, *Dracunculus*, *Colocasia*, *Caladium*, etc.

Y el segundo grupo o b) Las *Calláceas* u *Orontíáceas*, en el cual los estambres se hallan colocados alrededor de los pistilos, de suerte que se forman verdaderas flores hermafroditas, las que pueden presentarse desnudas como en el género *Calla*, o provistas de un perigonio regular como en los géneros *Pothos*, *Acorus*, *Orontium* y *Dracontium*.

Pero remontándonos años atrás, hasta los tiempos en que NICOLÁS JACQUIN hacía sus clasificaciones al estilo linneano, por los años de 1763, el género *Pistia* era señalado en el grupo *Gynandria*, *Hexandria*; el actual género *Dieffenbachia* (el que fue segregado de *Arum*) era colocado como *Gynandria*, *Polyandria*. Y *Anthurium* (varios de cuyos ejemplares eran agrupados en el género *Pothos*) entre el grupo también de *Gynandria*, *Polyandria*. Prácticamente la familia de las Aráceas era conocida hasta la finalización del siglo pasado en Europa a través de las tres especies más conocidas allá: *Arum maculatum* L. o *Arum vulgare* Lamarck; *Arum dracunculus* L. o *Dracunculus vulgaris* Schott, llamada vulgarmente

* Universidad de La Salle. Bogotá. Apartado Aéreo 7428.

Serpentario y el *Acorus calamus* L. o Acoro, originaria de la región del Mar Negro pero naturalizada en Europa; pero, poco a poco, nuevas formas, unas alimenticias, otras venenosas y otras de un hermoso efecto ornamental, comenzaron a llegar especialmente de las zonas tropicales del viejo y del nuevo continente en forma tal que tanto botánicos como horticultores y químicos de Farmacia comenzaron a prestar especial atención a los ejemplares de esta curiosa familia botánica.

POSICION SISTEMATICA DE LAS ARACEAS

A causa de la forma peculiar de la inflorescencia, podemos ver que la familia de las Ciclantáceas (a la cual pertenece nuestra conocida Iraca (*Carludovica* sp.) se acerca mucho a las Aráceas, y por el otro extremo, de las plantas acuáticas, encontramos a las Lemnáceas en contacto con la conocida "Sirena" o Lechuga de agua.

Ante todo, la parte que aparece en forma patente y que distingue de inmediato a las Aráceas, es su inflorescencia formada por un *Espádice* central en forma de un dedo, y la parte envolvente más o menos llamativa por su coloración, la *Espata*. Estos detalles hacen que se coloquen estas plantas en el Orden *Espadiciflorales* y dentro del Grupo de las *Monocotiledóneas*.

Las Aráceas se describen como plantas que pueden ser acuáticas o terrestres, representadas por hierbas, arbustos, trepadoras, de flores hermafroditas y muchas veces unisexuales colocadas en un *espádice* y rodeada por una especie de bráctea que es la *espata* y el perianto, propiamente dicho, ausente en la mayoría de los casos. Estambres generalmente en dos verticilos alternos, solitarios a veces. El pistilo formado por un verticilo de carpelos concrecentes (a veces hay un solo carpelo).

Todas estas variantes florales se manifiestan en que pueden ser desnudas y unisexuadas; o desnudas y hermafroditas; o periantadas y hermafroditas. El fruto es una baya.

En dos grandes grupos pueden verse repartidas: Entre las plantas terrestres y las acuáticas.

ACUATICAS.

Subfamilia: PISTIOIDEAS.

Planta acuática sin laticíferos, adaptadas para la flotación debido a sus hojas esponjosas, estriadas longitudinalmente con una serie de salientes aeríferas por debajo de cada hoja. Flores unisexuales y desnudas. Por lo menos entre nosotros no se conoce sino una sola especie que es la Lechuga de agua o Sirena.

TERRESTRES.

Subfamilia: POTOIDEAS.

Plantas con las hojas dispuestas en espiral, o también dísticas y nervaduras laterales; no hay

sacos laticíferos y ordinariamente las flores son hermafroditas; las nervaduras de muchas especies y de modo particular en el género *Anthurium*, son reticuladas y no "estriadas" o "paralelas", de suerte que ese detalle constituye una excepción entre las Monocotiledóneas en donde las hojas son paralelinervias. ENGLER considera a las Potoideas como la raíz de la familia de donde se han desprendido a lo largo de la evolución varias de las otras subfamilias, de modo que las Potoideas, según él, forman una subfamilia polifilética con ramificaciones hacia muchas de las otras subfamilias.

Los principales géneros de esta subfamilia son: *Pothos*, *Acorus* (entre ellas *Acorus calamus* L. o Serpentario de Europa visto en líneas anteriores, de rizomas vomitivos que contienen inulina y originario del mar Negro) y *Anthurium*, género tan abundante en especies en nuestra flora.

Subfamilia: MONSTEROIDEA.

De plantas terrestres sin sacos laticíferos, flores desnudas hermafroditas, a veces trepadoras, con perforaciones —a veces— en el limbo foliar como el conocido "Balazo" o "Piñanona" de hermosas hojas ornamentales.

Subfamilia: CALLOIDEA.

En este grupo se encuentran al lado de plantas terrestres, una que otra semi-acuática con flores desnudas, hermafroditas. Hojas cordiformes. Laticíferos simples (no anastomosados) como ocurre en *Calla palustris* Linneo; planta de los pantanos que se multiplica vegetativamente de modo prodigioso; se le ve crecer en todo el Norte de Europa en donde se acostumbra comer las hojas (los campesinos) y se le ve como naturalizada en el Canadá. Del rizoma se extrae almidón utilizado para elaborar pan. Tiene también de particular esta planta que en sus tejidos se hallan abundantes células de tanino.

Subfamilia: LASIOIDEA.

Las hojas, en general, de esta subfamilia tienen forma sagitada y las nervaduras casi siempre reticuladas. En el Chocó es conocida la "Chupadera", reconocida por el profesor W. ARCHER y utilizada allí contra la picadura de serpientes; parece ser la misma especie de Centro América *Dracontium costaricensis* y por la región oriental hacia las regiones del Orinoco se encuentra la especie *Dracontium asperum* propia también del Brasil y de Venezuela: es una Arácea espectacular por su porte general: Dos metros o aún más de altura, tuberosa, hojas multifidas de unos 90 a 100 centímetros de anchura moteadas de gris y lila con la espata gris verdosa por fuera y violácea en el interior.

Subfamilia: FILODENDROIDEA.

Este grupo llama la atención por su aspecto multiforme; encierra plantas trepadoras de hojas lobuladas o enteras, etc., pero es fácilmente distinguibles por tener los siguientes caracteres relativamente constantes: Plantas terrestres, flores unisexuales y venación de las hojas paralela (o estriada). En este grupo es donde se encuentra el conocido "Cartucho" blanco y amarillo muy apreciado como ornamental. Los principales géneros son: *Dieffenbachia*, *Philodendron* y *Zantedeschia*.

Subfamilia: COLOCASIOIDEA.

Las hojas de esta subfamilia son peltadas, las flores son desnudas y unisexuales, estambres sinandros o unidos entre sí; tienen laticíferos y éstos anastomosados. Los principales géneros de este grupo son: *Caladium*, *Alocasia* y *Colocasia*. Aquí se agrupa la conocida Mafafa o Bore de tubérculos comestibles.

Subfamilia: AROIDEA.

Hojas con la venación reticulada; de forma muy variable, vasos laticíferos no anastomosados (rectos); frecuentemente tuberosas; flores unisexuales, con frecuencia desnudas y pueden tener los estambres unidos o libres.

Aquí se agrupan entre otras las aráceas europeas más conocidas como el *Arum maculatum* y el *Dracunculus vulgaris*.

* * *

ALGUNAS PECULIARIDADES DE LAS ARACEAS

a) Ante todo, las Aráceas se nos presentan como un ejército que ha emergido del agua, ha hecho su tránsito por sitios pantanosos y de ahí a tierra firme para escalar luego hasta las partes más altas de los bosques al trepar a lo largo del tronco de los árboles hasta llegar a su copa; muchos Filodendros se nos presentan hoy en estas condiciones: retuercen su tallo flexible alrededor del tronco de muchos árboles y de los numerosos nudos de su tallo van dejando descolgar toda una serie de raíces adventicias, las que van aproximándose como cordones rectos a las partes húmedas del suelo. La Sirena o Lechuga de agua es el principal representante de las especies nadadoras con hábitos semejantes a los lotos y *Calla palustris* representa el estado intermedio, el de las formas que cubren los pantanos y si la eutroficación es notoria alcanza allí hasta desecarlos.

b) La segunda particularidad que se observa es la de la adaptabilidad prodigiosa de la misma especie a diferentes climas. Numerosos ejemplos pueden citarse a este respecto. *Anthurium crassinervium*, por ejemplo, crece silvestre al nivel del mar en nuestra Costa Atlántica y se adapta perfectamente hasta la Sabana de Bogotá en los jar-

dines de los cultivadores de hojas ornamentales. Otro tanto puede decirse del Balazo; *Monstera deliciosa*; de multitud de *Dieffenbachias*, de numerosos *Caladium*, etc. Esto mismo explica la facilidad con la cual numerosas especies han realizado el tránsito entre varios continentes y entre climas y regiones los más opuestos. Formas del Africa tropical que han llegado a las partes más frías de Europa y del Canadá.

c) La tercera peculiaridad la encontramos en la estructura de las nervaduras, ya que a pesar de tratarse de una familia de Monocotiledóneas en donde las nervaduras deberían presentarse estriadas o paralelas, encontramos al lado de muchas especies que siguen esta regla, otras que se apartan de ella; así la subfamilia *philodendroidea* muestra en forma bastante constante el tener la venación estriada o paralela y en cambio en muchos *Anturios* la venación se parece a la de las Dicotiledóneas.

Y al lado de este detalle de las hojas encontramos otro especialmente interesante y es el de las manchas más o menos irregulares que encontramos en numerosos individuos, manchas que también en numerosos casos se hallan acompañadas de perforaciones en el limbo foliar. ¿Qué relación puede haber entre las manchas, frecuentemente incoloras, y las perforaciones? Todos los tratados de Botánica que tocan el punto de las manchas blancas solo dicen que en ocasiones los granos de clorofila han sido reemplazados por leucoplastos totalmente incoloros. Uno de los textos de Botánica más autorizados —el Tratado de Strasburger— en su vigésima edición alemana nos dice que: "Las *clorofilas* son ésteres de fitol, alcohol de fórmula $C_{20}H_{39}OH$ y de un ácido tricarbónico (el ácido clorofilínico), es decir, son combinaciones de carbono, oxígeno e hidrógeno de peso molecular muy elevado en cuya organización entran también nitrógeno y *magnesio*, pero, en contra de supuestos anteriores, no lleva, sin embargo, ni fósforo ni hierro. Son afines a la hematina de los animales. En este mismo texto se dice que "En algunas porciones de las hojas de las plantas *blanco-abigarradas* falta el color verde, que es substituido por el blanco o por el amarillento; en lugar de los cloroplastos contienen sus células cromatóforos incoloros o amarillentos".

Al tratarse de las Aráceas, creo que el fenómeno es muy diferente y puede tener relación con las perforaciones de algunas de ellas o con la forma deflecada de otras. Fitting (loc. cit.) al referirse a las perforaciones afirma lo siguiente: "Los limbos foliares lobulados e incluso, con frecuencia, perforados de la arácea *Monstera*, son debidos a que, en las hojas jóvenes, mueren y se desprenden masas de tejido aisladas entre las costillas o nervios" (página 96).

Aquí cabría preguntarse uno el por qué de la muerte de aquellas células y por qué aquellos vacíos que se forman en el limbo foliar.

Ahora, cuando los avances de la genética se muestran verdaderamente espectaculares, podría, tal vez, hacer alrededor de este punto alguna digresión: la ausencia de clorofila ¿podría significar la ausencia de una enzima?

El hecho de que no se forme de modo regular en determinados sitios del limbo la clorofila sino algunos sustitutos, como podrían ser los *leucoplastos*, podrá ser un indicio de que allí está faltando una enzima que sea condición indispensable para que se formen los gránulos de *cloroplastos*. Es esto una suposición que habría que confirmar con nuevas investigaciones ya que hasta el presente no se ha dado una satisfactoria respuesta al fenómeno de las manchas blancas y desprovistas totalmente de todo aspecto cromático.

Pero en el caso específico de las *Aráceas* hay que tener en cuenta también las perforaciones que se forman en determinados sitios del limbo. Se produce entonces la muerte de las células. La muerte de un determinado tejido y de células que hubieran debido formarse, muy seguramente obedece al principio descubierto en genética de que se han encontrado en los mismos cromosomas dos genes *letales* que conducen a la desintegración de las células; un gen proveniente del padre y el otro de la madre.

Quiero señalar aquí el estudio de WILLIAM HOVANITZ sobre la mariposa *Colias chrysotheme* de Norte América, estudio extendido a la especie del mismo género *Colias dimera*, frecuente en los cultivos de Trébol blanco o Alfalfa *Vicia astragalus* de la Sabana de Bogotá. (HOVANITZ, W. "A genetic study of wild population and evolution". *Caldasia*, Vol. II, N° 10, abril, 1944).

Al aplicar la fórmula de HARDY-WEINBERG sobre una población se obtiene una ecuación de segundo grado como ésta: $AA + 2Ab + bb$, en donde vemos los dos genes opuestos y que juegan su papel decisivo al cabo de años y de siglos en el hecho de la Evolución. Esta ecuación la podemos escribir así: $A^2 + 2Ab + b^2$. El gene dominante lo podemos señalar con *A* mayúscula y el gene recesivo lo escribimos con "*b*" minúscula. Cuando en una población encontramos un carácter representado por las $\frac{3}{4}$ partes, podemos decir sin vacilación que corresponde al carácter dominante; hay una respuesta fenotípica que da el aspecto externo a cada ejemplar. En el caso de las *Colias* (*Colias dimera* Dbl-Hw., de la Sabana de Bogotá) se presenta un gene dominante el cual se hace patente en las hembras por un color blanco cuando son portadoras; cuando el ejemplar no lo lleva, es de color blanco anaranjado; pero cuando los dos genes del color blanco coinciden por parte del macho y de la hembra en el mismo individuo, resultan letales de suerte que éste es el caso para el 25% en los cuales el resultado es el de un ejemplar homocigote con el carácter dominante y por consiguiente, letal. Quedan, en consecuencia, el 50% con el fenotipo dominante pero heterocigotes; y

25% homocigotes de fenotipo anaranjado, recesivo.

¿Es posible que pudiera pensarse —en el caso de las *Aráceas* —en genes letales para determinadas zonas del tejido de las hojas? Lo cierto es que las células allí mueren y si mueren, es por falta de alguna sustancia producida por enzimas, las que a su vez pueden tener relación con determinados genes. Ulteriores investigaciones darán la respuesta adecuada a éste y a otros interrogantes.

LOS CROMOSOMAS

Como se sabe, cada especie se distingue por llevar un número determinado de cromosomas somáticos. Entre las *Aráceas* encontramos que el número 14 representa $2n$, o diploide, como el menor número hallado entre las varias especies. HUTTLESTON (citado por H. NICHOLSON) es el que ha encontrado este número en la Sirena *Pistia stratiotes*. En los géneros *Aglaonema*, *Symplocarpus* y *Dieffenbachia*, Gow señala $2n = 16$ cromosomas. En *Typhonium* se han señalado 18'. En *Ambrosinis*, Vignoli ha señalado $2n = 22$ cromosomas (Nicholson), quien añade que un número inferior a 12 no ha sido señalado. Hay otros géneros con números señalados, pero varios autores difieren en su respectiva observación. *Zantedeschia*, que es el género de nuestro conocido "Cartucho", del cual hay dos formas bien conocidas por la mayoría de los cultivadores de flores, la forma de espata blanca y la de color amarillo; en este género se encuentran 32 cromosomas en las células somáticas.

En el reino vegetal más que en el reino animal hay tendencia a la duplicación, triplicación, etc. del número de cromosomas; por este motivo encontramos ejemplares triploides, tetraploides, pentaploides y hexaploides.

Como ya se dijo, la poliploidea no constituye un caso raro especialmente entre los vegetales, pero, como bien lo hace notar H. NICHOLSON, ya la multiplicación por seis para formar así un ejemplar hexaploide, es muy peculiar ya que los cromosomas satélites distintivos pueden ser cuatro y a veces cinco pero nunca seis. Resulta así un ejemplar con 120 cromosomas (*Aglaonema conmutatum*).

El número corriente de esta *Aglaonema* es de 20 cromosomas, de suerte que si llega a 120 cromosomas, claramente se ve que aquí los cromosomas satélites (SAT) distintivos son seis.

Inflorescencias y propagación.

Por su forma y muchos de sus aspectos, las *Aráceas* se apartan profundamente de la forma convencional de las otras Angiospermas. Por estos y por muchos otros detalles desde antes de aparecer el nombre de la familia "*Aráceas*", ya en los tiempos de JOHN LINDLEY se había hecho notar esta diferencia tan marcada. En su obra

"*The Vegetable Kingdom* (London, 1847) se agrupan en el Orden LIX: *Orontiáceas* y allí se señalan muchos de los géneros hoy conocidos y se dan algunas peculiaridades de sus flores.

Si observamos un Cartucho de Jardín, vemos ante todo una envoltura con forma de trompeta blanca y del medio brota la inflorescencia en forma de un pequeño dedo de color amarillo. El nombre que ha recibido de los botánicos es *Zantedeschia aethiopica*. La envoltura blanca es la *Espata* que a modo de bráctea protectora reemplaza la envoltura floral de la corola. El cordoncito central es la inflorescencia. En la parte inferior se agrupan las flores de pistilo, por consiguiente unisexuales y, desde un poco más abajo de la mitad hasta la extremidad, se hallan colocadas las flores masculinas o de estambres; todo esto constituye el *Espádice*.

En otras Aráceas las flores no son diclinas sino hermafroditas, todas aplicadas al mismo eje o espádice.

Hay dos aspectos realmente llamativos en muchas de estas flores:

Primero: El modo de inseminación de varias de ellas el cual puede ser: a) Químico, éste consiste en la producción de un olor nauseabundo de varias regiones glandulares de la flor; este olor atrae a muchos insectos, los que se precipitan al interior de la espata; allí hay en la parte baja un cuello estrecho por donde tienen que pasar los insectos y este cuello estrecho coincide con la presencia de varios pelos "obstructivos" salidos del eje del espádice y dirigidos hacia abajo. Inmediatamente después de las flores estériles productoras de los pelos obstructivos, se hallan las flores de estambres y todavía más abajo, las flores femeninas, las que son polinizadas por el movimiento continuo de los insectos allí encerrados en aquella trampa momentánea, y es momentánea, pues una vez hecha la inseminación, las flores de estambres se van marchitando así como los pelitos de las "flores obstructivas" y entonces los insectos se ven libres de su jaula. Y lo curioso también es que las glándulas productoras del olor cadavérico, cesan de funcionar pues han cumplido ya su papel. Esto que se acaba de describir ocurre en varias Aráceas y entre ellas en la especie *Arum maculatum* L. El espádice de esta planta, como el de otras análogas, se termina en una especie de "cachiporra" sin flores.

Una planta análoga de polinización tiene la especie canadiense *Symplocarpus foetidus* (L.) Nutt., a la que allí llaman "Tabaco del diablo" o "Coliflor fétida" debido al olor desprendido en tiempo de la inflorescencia. Esta planta tiene además de particular que el fruto exhala un agradabilísimo olor a manzana azucarada, olor que está en contraste con el que despide en general la planta. Y otra particularidad: cuando todavía no se han derretido las nieves del invierno, comienzan estas plantas a florecer y alrededor de ellas se derrite la nieve debido al calor producido en sus tejidos.

La polinización en estas plantas podría llamarse: "Químico-entomófilo".

Segundo: Otra peculiaridad de algunas flores de este grupo es su tamaño. En efecto, aquí encontramos una de las flores más grandes del mundo; se trata de la especie que los científicos han llamado *Amorphophallus titanum*. La flor parece un inmenso embudo de cuatro metros de circunferencia de cuyo centro se desprende el espádice como una columna terminada en punta y que alcanza a dos metros de altura. Esta Arácea es originaria de Sumatra y los viajeros han dado en llamarla "Jack-in-the-pulpit". La especie *Hydrosme* (*Amorphophallus*) *rivieri*, es también un ejemplar gigantesco originario de Indochina y entre los Papúas de Oceanía crece la especie *Amorphophallus campanulatus* cuyo espádice mide con el pedúnculo algo más de dos metros de altura.

ALGUNAS ESPECIES COLOMBIANAS

En la enumeración de especies que sigue no solo he querido señalar en forma escueta la clasificación y la localidad, sino que también cuando la circunstancia se presenta, las aplicaciones ya sea comestibles o medicinales, ornamentales, u otras posibles finalidades que la investigación, muy asidua en estos tiempos, va encontrando para estas útiles especies.

Ante todo, echemos alguna ojeada a la voluminosa obra de PÍO FONT QUER titulada "El Dioscórides renovado" en su capítulo sobre las Aráceas, especialmente en lo que se refiere a las aplicaciones, y veremos con sorpresa que las aplicaciones que allí se señalan son exactamente las que ahora vemos para nuestras varias especies. Todo esto dicho unos 400 años antes.

Allí, por ejemplo, se dice sobre la Dragontea o *Arum dracunculubus* L.: «Cógese la hierba en madurándose la simiente, y exprímese de ella el zumo, el cual se seca a la sombra. Su raíz se cava cuando se siegan las mieses y, después de lavada y cortada menuda, se enhila y se seca a la sombra; la cual bebida con vino aguado calienta. Si, tostada o cocinada, se toma con miel en forma de lamedor, es conveniente al asma, a las rupturas y espasmos de nervios, a la tos y a los humores que de la cabeza destilan al pecho. Bebida con vino, provoca la virtud genital. Majada y aplicada con miel, extirpa las llagas malignas y corrosivas, principalmente si se mezcla la brionia con ella».

NOTAS: La mayor parte de las especies aquí señaladas han sido coleccionadas por el autor casi todas en el Departamento de Antioquia y se conservan junto con el resto del Herbario del autor, en la colección de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la ciudad de Medellín, en la actualidad bajo la Dirección del doctor JAIME RIVERA. Hubiera querido referirme más detalladamente a otros ejemplares y localidades, especialmente a los ejemplares coleccionados y conservados por muy distinguidos botánicos que infatigablemente trabajan en el Herbario Nacional de la Ciudad Universitaria de Bogotá, pero diversos inconvenientes me lo impidieron.

Aprovecho aquí la oportunidad para agradecer a los botánicos de la Smithsonian Institution de Washington su ayuda en la identificación de algunos ejemplares, así como al doctor J. M. IDROBO del Herbario Nacional.

«Hácese también de ella, mezclada con miel, colirios, para soldar las fístolas y para sacar la criatura del vientre. Cura los albarazos, aplicada con miel y consume los pólipos y el cáncer de las narices. Su sumo es útil en las medicinas hechas para los ojos, porque resuelve las nubes, los fluecos y las nieblas que ofuscan la vista. El olor de la raíz y de la misma hierba, recientemente cogida, corrompe la criatura en el vientre; y lo mismo hacen treinta granos de la simiente bebidos con agua y vinagre. Algunos instilaron con aceite el zumo de entrambas cosas en los oídos dolientes y sobre las frescas heridas aplicaron las hojas como remedio estíptico; y cocidas en vino las administraron contra los sabañones. Dícese que los que se hubieren fregado con las hojas de la dragontea las manos o trujeren la raíz della consigo no serán mordidos de víboras».

1) SIRENA o LECHUGA DE AGUA: *Pistia stratiotes*
LINNEO.

Es sin duda una de las más interesantes especies entre las Aráceas por sus diferencias tan marcadas con todas las demás de la familia. Es ante todo, la única especie del género *Pistia* y se halla distribuida ampliamente por toda la América Tropical. Es una curiosa planta acuática, flotante, semejante a una verdadera lechuga acuática pero de hojas esponjosas, livianas, de color verde-gris. Las vénulas siguen la dirección más o menos paralela longitudinal y hacia la base de las hojas se va acentuando la presencia del tejido esponjoso o aerénquima que hace a la planta muy ligera y le permite flotar.

Forma una verdadera alfombra flotante en los caños y en las aguas estancadas de las tierras cálidas hacia el bajo Cauca y el bajo Magdalena en donde a veces crece en compañía de la "Buchona" o "Taruya", otra planta acuática de la familia de las Pontederiáceas llamativa por la espigueta de flores de color lila.

He encontrado la Sirena en estanques y arroyos límpidos del Sudoeste de Antioquia por los lados de Tarso y de Pueblo Rico y cada vez la hemos hallado allí asociada a un diminuto crustáceo del grupo de los anfípodos y cuyo nombre científico corresponde a la especie *Hyaella azteca* Saussure, clasificación que me fue amablemente comunicada después del envío de ejemplares por la División de Crustáceos de la Smithsonian Institution.

El crustáceo, de poco más de un centímetro de longitud, merodea por entre las raíces filamentosas y nutridas de la Sirena en donde halla un fácil medio de supervivencia.

Se ha preconizado esta Arácea contra la disenteria y en la cicatrización de algunas lesiones de los pulmones (Ejemplares: N° 864: Estación Villa: Medellín; colector: H. Daniel N° 4302, Barranquilla: Gutiérrez y Barkley: 18C011).

2) CARTUCHO: *Zantedeschia aethiopica* SPRENG.

También señalada anteriormente con los nombres de *Calla aethiopica* L. *Richardia africana* KUNTH. Hoy día ya se ha delimitado mejor el alcance de estas clasificaciones y se ha reservado exclusivamente para el Cartucho la clasificación anotada. Se trata de una planta de jardín muy conocida en todo el mundo por sus *Espatas* blancas en forma de trompeta en cuyo centro asoma el espádice amarillo con sus inflorescencias femeninas en la base y las masculinas algo más arriba. Originaria del Norte del Africa, se ha extendido su cultivo por todas partes debido a lo vistoso de su inflorescencia y a la manera fácil como se propaga, por medio de sus rizomas. Hay otras dos especies de Cartucho que se han popularizado en los últimos años debido al hermoso color amarillo de sus "trompetas". Las dos especies se determinan fácilmente por los siguientes detalles:

a) Cartucho con manchas de color blanco en las hojas, y manchas de color carmesí en la base de la espata. Es originaria la planta del Cabo en el Africa: *Zantedeschia albo-maculata* BAILL.

b) Cartucho sin manchas carmesíes en la base: *Zantedeschia elliotiana* ENGL. originaria de Transvaal y el Cabo (Ejemplares: N° 838: Medellín, Colector: H. Daniel).

3) TRIPA DE PERRO o ABRAZA-PALO: *Philodendron verrucosum* MATHIEU.

Algunas formas del género *Pothos* o del género *Philodendron*, dejan caer sus largas raíces adventicias a lo largo de los troncos sobre los cuales viven; estas raíces son resistentes, por lo cual se utilizan para hacer canastos; de este material fueron hechos los famosos canastos de Fusagasugá—según lo señala el General Carlos Cuervo Márquez en su Tratado de Botánica—.

4) *Philodendron verrucosum* MATHIEU.

Es una trepadora de tallo radicante, pecíolos profusamente recubiertos de un indumento hirsuto, hojas cordiformes muy grandes y vistosas.

Ha sido señalada esta interesante especie como propia de la Cordillera Occidental. LUDWIG DIELS la cita como silvestre del Ecuador. En esta forma, su área de dispersión sería desde Centro América hasta el Sur de la Provincia de Chimborazo. (Ejemplares coleccionados en Cocorná, Antioquia N° 1810. Colector H. Daniel). Se emplea contra el reumatismo.

5) TRES-DEDOS: *Philodendron tripartitum* (JACQ.) SCHOTT.

Tiene las hojas divididas en tres lóbulos oblongos. El profesor ANDREW ARCHER, durante su visita al Departamento del Chocó, coleccionó esta interesante Arácea con la anotación de que es una

de las plantas que allí acostumbran en los casos de picadura de serpiente.

6) *Philodendron hederaceum* (JACQ.) SCHOTT. "ABRAZAPALO" y QUINTORA.

Se ve esta trepadora en condiciones semejantes a las de *Ph. verrucosum* desde las regiones del Bajo Cauca, hasta la Costa Atlántica. En Remedios, Santo Domingo, etc. del Departamento de Antioquia, a ésta y a otras semejantes Aráceas, se les da el nombre de Quintora. PÉREZ-ARBELÁEZ las llama "Quintero". En sus curiosos apuntes sobre la novelística de TOMÁS CARRASQUILLA hechos con minuciosidad benedictina por el ingeniero ROBERTO CADAVID, en donde se recogen numerosísimos datos que podrían servir de base a una Botánica "Carrasquillense", se recoge el siguiente apunte del "epistolario" de CARRASQUILLA: "He entrado, a velas desplegadas, en el período vegetativo; me siento una cosa entre auyama y penca de plátano, entre *quintora* y tarugo de arracacha. Esto es una delicia, María Jesús! De aquí a mañana estaré en calabazas". La Quintora de que habla puede ser uno de estos "Abrazapalos" o también la Mafafa a causa de su tubérculo, lo que la asemejaría a la arracacha de que habla.

7) TRIPA DE PERRO: *Philodendron gloriosum* ANDRÉ.

Otra especie trepadora del Valle del Cauca. Hay que tener en cuenta que el vocablo "Philodendron" significa "Amigo de los árboles".

8) MIAMI: *Philodendron oxycardium* SCHOTT var. *variegatum*.

Esta trepadora de hojas manchadas con fajas oblicuas, a veces anchas, otras más estrechas o aun con rayas verdes y blancas que salen de la nervación central, y con las hojas, no muy grandes cordiformes, es la que entre muchas señoras de los varios Clubes de Jardinería ha sido llamada Miami, y ha sido grandemente apreciada por su gran valor ornamental, ya que se presta para adorno de salones y de corredores debido a la facilidad con la cual se desarrolla en jardineras, materas y demás vasijas destinadas a interiores de salas y a jardines cubiertos. Una descripción muy breve pero exacta de esta planta la hace "Exótica" cuando dice: "Hojas cordiformes, con un blanco marfilino marmóreo y verde-gris sobre oscuro con un verde brillante". Se cultiva con frecuencia en Medellín.

9) CHUCHA, CUCARACHA, SAINO, CAÑA MUDA, YERBA DEL CANCER: *Dieffenbachia seguine* (JACQUIN) SCHOTT.

Las plantas de este género se distinguen por su tallo que alcanza a veces hasta un metro, es verde, postrado a veces y con anillos que les dan el aspec-

to de una caña y de los cuales pueden salir raíces adventicias. Las hojas son oblongas o aovadas y acuminadas. Las espatas se producen en las axilas de las hojas. En la parte baja del espádice se producen las bayas, las que son rojas en la madurez; las hojas se hallan salpicadas de manchitas de color crema blanco.

Por sus hojas grandes y su general aspecto son muy buscadas como ornamentales. La especie *D. seguine* cuando se corta, deja escapar un olor fuerte y muy desagradable y se afirma que el jugo, al contacto con la piel, produce escozor e irritación, y por esta causa la tienen en algunas partes como productora del cáncer, lo cual explica uno de sus nombres vulgares. Lo cierto es que entre las personas que tienen que manejar esta planta en jardines, huertas o como recolectores de hojas, la acción se manifiesta de modo diverso; en unas personas es mínima la acción cuando en otras es notoria.

ISMAEL VÉLEZ (Plantas indeseables en los cultivos tropicales, 1950, pág. 52) dice de este vegetal: "Pero los obreros le temen por el jugo venenoso que tiene. Una gota de este jugo que caiga en un ojo, puede ser fatal. En la piel, dicho jugo es muy irritante y, cuando por casualidad, llega a la boca, paraliza la lengua y la persona enmudece, aunque temporalmente. De aquí el nombre en inglés: 'Dume cane' o sea: 'caña muda'."

10) CHUCHA: *Dieffenbachia parlatoresi* LIN. & ANDRÉ.

El nombre genérico *Dieffenbachia* fue dado a estas plantas en honor del cirujano alemán FEDERICO DIEFFENBACH, y el específico *Parlatoresi* en honor del Director del Jardín Botánico de Florencia a mediados del siglo pasado, Sr. PARLATORE, distinguido botánico, gran admirador de nuestros valores científicos y de nuestra Flora.

11) CHUCHA, CUCARACHA: *Dieffenbachia picta* SCHOTT.

Los nombres vulgares aplicados a estas plantas tan apreciadas por el poder ornamental de sus hojas, se refieren al olor que de ordinario desprenden cuando se las corta. Se hace una comparación con los animales nombrados, los que son conocidos por su olor mefítico; la chucha es el nombre que en varios puntos de la Cordillera Central aplican al marsupial del género *Didelphis*.

Dentro del género *Dieffenbachia*, varios botánicos no reconocen sino dos especies. Una de ellas es *Dieffenbachia picta* SCHOTT de pecíolo anchamente acanalado. Y la otra es *Dieffenbachia seguine* SCHOTT de pecíolo casi nada acanalado. Todas las demás se consideran como simples variedades hortícolas sin diferenciación suficiente para que se las considere como especies.

De la especie *D. picta* se han derivado casi todas las formas más o menos manchadas.

12) CHUPADERA: *Dracontium costaricensis* ENGLER.

Esta interesante especie se halla a lo largo de la Costa del Pacífico y su área de dispersión se extiende hasta Centro América. El profesor WILLIAM ARCHER, quien fue de los primeros en coleccionar ejemplares representativos de la Flora de Antioquia, depositó este ejemplar, como todos los demás duplicados coleccionados por él, en el Herbario de la Facultad de Agronomía de Medellín. El ejemplar aquí señalado lo coleccionó en el Departamento del Chocó en donde se le aplica el nombre vulgar de *Chupadera*; allí se emplea este vegetal como remedio muy eficaz —según el sentir de los habitantes— contra la picadura de las serpientes. (Véase: "Exploration in the Choco Intendancy of Colombia". WILLIAM ANDREW ARCHER, mayo 1937).

13) RASCADERA: *Caladium arboreum* H. B. K.

La Rascadera es indudablemente un vegetal espectacular entre nosotros debido a sus enormes hojas que emergen de un tallo más o menos cilíndrico de consistencia blanda; prospera en cañadas, en lugares húmedos y cerca del nacimiento de los arroyos de las tierras templadas y cálidas. La savia es acre e irritante y el nombre de rascadera le viene precisamente por estas características del jugo ya sea de las hojas, o ya del tallo. Tiene, como muchas otras aráceas, gran cantidad de cristallitos de *Oxalato de Calcio*, ya sea en forma de ráfides o ya de drusas, los que son una de las causas del prurito que produce la planta.

Las hojas se emplean en los campos para envolver algunos comestibles como se hace más comúnmente con las hojas del Bijao, con las de Chisgua o Achira y con las del Platanillo, aunque a veces, la Rascadera alcanza a comunicar su sabor acre a los alimentos.

14) CORAZON DE JESUS: *Caladium bicolor* (AIT) VENT.

Es una planta ornamental muy usada en corredores y patios, fácilmente distinguible por la forma acorazonada o alabardada de sus hojas, las que se hallan profusamente salpicadas de manchas blancas y las nervaduras principales teñidas de rojo. Este contraste tan marcado del color verde del limbo, o aun, muchas veces blanco, con los cordones rojos de las nervaduras, son los que le han valido el nombre específico de "*bicolor*". Hay muchas variedades hortícolas que se han obtenido por el cultivo y los cruces.

Se la encuentra frecuentemente cultivada ya en materas que prosperan muy bien en sitios sombreados o ya en setos de hermoso aspecto. Su área de dispersión son los bosques tropicales de América.

15) MARMOL O PLATINO: *Caladium marmoratum* MATHIEU.

Es ésta otra hermosa planta muy cultivada en jardines y parques. Originaria así mismo de la América Tropical, se ha extendido su cultivo a todos los jardines del mundo que gustan exhibir curiosidades exóticas. Como se sabe, el género *Caladium* difiere de *Alocasia* y de *Colocasia* a los cuales se acerca, por tener muchos óvulos que nacen en el centro, luego, con placentación central; las hojas son peltadas, como ocurre en muchas de todo este grupo; no tiene estilo; sus bayas son blancas y las espatas tienen forma de una barca.

La especie *marmoratum* es muy semejante a la anterior; a veces con las hojas acorazonadas o sagitadas de mayor tamaño. Se hallan casi totalmente decoloradas, de suerte que han perdido gran parte de la clorofila, y así predomina el color blanco sobre el cual se destacan las nervaciones principales y secundarias de intenso color verde; el tubo del espádice es subsférico y fuertemente comprimido arriba. Debido al contraste de las vetas verdes sobre el fondo blanco, ha recibido el nombre vulgar de "*Mármol*".

Y con relación a éste género *Caladium*, nos referimos nuevamente a L. H. BAILEY, quien señala entre las especies cultivadas, solamente dos especies bien diferenciadas; las demás son consideradas como variedades hortícolas así como vimos en el género *Dieffenbachia*. Las dos especies las distingue BAILEY así:

a) Hojas anchas, aovadas u ovado-redondeadas: *Caladium bicolor*.

b) Hojas estrechas, ovado-lanceoladas hasta ovado-oblongas: *Caladium picturatum*.

16) MARMOL: *Caladium picturatum* KOCH.

De peciolo verde, más o menos manchado; las hojas más o menos coloreadas por encima y por debajo pálidas, sagitado-lanceoladas con los lóbulos basales de un sexto a un cuarto la longitud total y separados por un seno triangular ancho. Espata verde por fuera y violáceo por dentro... Tiene menos variantes que *Caladium bicolor*. (BAILEY).

17) MAFafa, MALANGA BLANCA, MALANQUE: *Xanthosoma sagittaeifolium* (L.) SCHOTT. Sinónimo: *Arum sagittaeifolium* L.

De esta planta dice H. LEÓN en su Flora de Cuba (Pág. 271. Vol. I): "Planta alimenticia, extensamente cultivada. Antillas y Sur América.

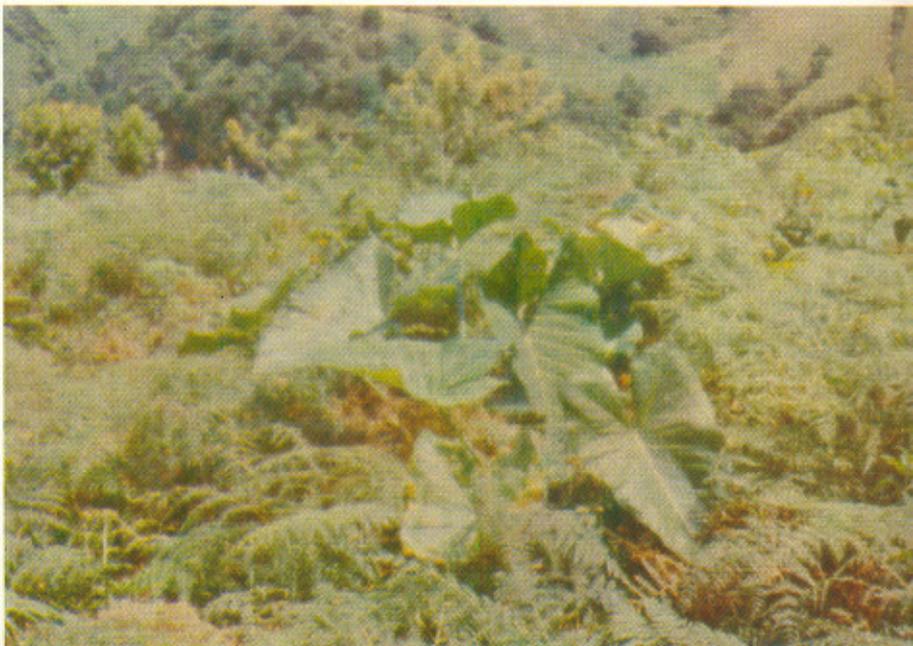
Limbo de las hojas de 40 a 70 cm. Peciolo hasta de 1 metro. Pedúnculo hasta de 20 cm. Tubo de la espata oblongo-ovoide, de 6-7 cm. Limbo blanco-verdoso, de 15 cm., acuminado. Espádice más cor-

1. Balazo: *Monstera dilacerata* C. KOCH. Nótese la curiosa orientación que van tomando las hojas a medida que van brotando de los nudos del tallo.



2. Corazón de Jesús: *Caladium bicolor* (AIT) VENT. Muy cultivada en los jardines de Bucaramanga. De esta especie se han producido algunas variedades hortícolas.

3. Chonque o Mafafa: *Colocasia esculenta* (L) SCHOTT. El nombre vulgar de "Chonque" se va popularizando cada día más. Sus tubérculos son también cada vez más abundantes en los puestos de los varios mercados, y constituyen así un recurso alimenticio más.



to que la espata. Ovario ovoide". "Muy semejante a *Colocasia* pero sin las hojas peltadas". (Bailey).

18) MAFafa MORADA, MALANGA MORADA: *Xanthosoma violaceum* SCHOTT.

Los nombres de Malanga y Malanque que se aplican a estas especies, lo son en las Antillas y en Cuba en donde también se las llama "Yautia". Esta Mafafa morada es también cultivada por sus tubérculos comestibles aunque en menor escala. Tiene la extremidad estéril del espádice, de color morado y por debajo de las hojas, en las nervaduras y en el pecíolo también se ve este color violáceo.

19) MAFafa, BORE o MALANGAY: *Colocasia esculenta* SCHOTT.

Es una de las especies más cultivadas debido a la abundancia de tubérculos que produce. Se distingue de *C. antiquorum* por tener el apéndice final del espádice mucho más corto que la parte correspondiente a la región de los estambres. Tiene las hojas peltadas (*Xanthosoma* no las tiene). En varios sitios de la Cordillera Oriental llaman a este vegetal "Chonque" y se ofrece al lado de la Yuca y de la arracacha en los puestos de mercado, por ejemplo en Corabastos, con el nombre citado de *Chonque*.

20) CHONQUE, MAFafa, BORE, MALANGAY, OREJA DE ELEFANTE: *Colocasia esculenta* (L.) SCHOTT. var. *antiquorum* (SCHOTT) HUBBARD & REHD.

Se trata de otra de las Mafafas o Bores o Chonques muy conocidas por sus tubérculos comestibles. Sobre esta especie anota en su voluminosa obra HERNANDO GARCÍA-BARRIGA "El rizoma es de tamaño más grande que el anterior, más suculento y contiene mayor cantidad de fécula (es igualmente alimenticio)". (Flora Medicinal de Colombia, pág. 152).

Se ve a esta especie crecer en cañadas, al lado de los cafetales, en las partes sombreadas de algunos potreros y a lo largo de los cercados. Tiene el limbo de la espata abierto, al contrario de la Mafafa anterior que lo tiene enrollado. El pedúnculo del escapo más corto que los pecíolos de las hojas. El espádice con un largo apéndice terminal; y las hojas se encorvan hasta tocar el suelo. A pesar de ser originaria del Viejo Mundo, se ha naturalizado perfectamente en nuestros climas hasta crecer en forma subespontánea.

El doctor PÉREZ-ARBELÁEZ anota sobre esta planta lo siguiente: "Recientemente se ha hecho así a la Mafafa como al Malangay el gravísimo cargo de ser alimentos leprizantes pues se ha comprobado que las regiones donde más se las consume, con exclusividad en ciertas épocas del año, son las que presentan en Africa y Filipinas mayor proporción de infecciones leprosas. Se atribuye ésto a un glucósido nocivo para los riñones".

Esta observación ha sido escrita en Calcuta. Por lo demás, en muchísimos otros sitios en donde se consume la Mafafa no se ha notado nada anormal. Algo parecido se había dicho en otro tiempo acerca de la carne de cerdo. De todos modos, no hay ninguna relación entre un alimento y la presencia de un bacilo, y así lo hace notar acertadamente el mismo doctor PÉREZ-ARBELÁEZ.

(BORE: Anolaima. Enero 1954: H. DANIEL & AUGUSTO).

21) BORE DE MONTE: *Xanthosoma helleboriifolium* (JACQ.) SCHOTT.

Interesante arácea por su forma y características de sus bulbos. Fue coleccionada en el municipio de Anolaima, cerca de la "Mesa de los Caballeros" (Anolaima, Col. H. DANIEL & AUGUSTO, enero de 1954).

Acerca de algunas plantas de este género *Xanthosoma* y del género *Colocasia*, pero de modo especial sobre la especie *Colocasia esculenta* var. *antiquorum*, afirma el ilustrado botánico Profesor ISMAEL VÉLEZ de Puerto Rico lo siguiente: "La hemos visto usar en el tratamiento de una enfermedad que les da en el ombligo a los becerros y que el jíbaro llama *buba*, y que posiblemente es carbunco. Se usa de la siguiente manera: Se embadurna la parte afectada del becerro con sebo de Flandes, luego se calienta el machete o algún otro objeto plano de hierro, y se embadurna con el rizoma de la malanga. Luego se frota el machete contra las partes afectadas. Puede que lo que cure sea la cauterización que provee el hierro y que la 'yautia' sea sólo un sedativo; pero así lo hemos visto hacer, y así lo relatamos" (Op. cit.).

22) TANIA: *Alocasia indica* SCHOTT. var. *metallica* SCHOTT.

Todas las plantas del género *Alocasia* se distinguen por sus hermosas hojas ornamentales de elegancia extraordinaria, de ahí el que se hayan extendido por todos los Continentes. Se han señalado cerca de unas 70 especies dentro de este género muy semejante a *Colocasia* y originario de varias regiones asiáticas. Entre nosotros, varias especies están ocupando su sitio de honor debido al gran poder ornamental de sus hojas.

Tenemos entre otras la *Alocasia sandariana* Bull. de hojas peltadas, con los bordes ampliamente ondulados y las nervaduras fuertemente notorias que dan la forma de una Y con la central y las dos divisiones de los dos lóbulos de la base. La especie *Alocasia indica* var. *metallica* no tiene las hojas peltadas y se hallan diversamente coloreadas con ciertos visos metálicos.

La especie *Alocasia zebrina* tiene los pecíolos llenos de pequeñas barras alternadas de blanco y verde oscuro.

23) LANZA: *Stenospermation longipetiolatum* ENGLER.

Interesante Arácea de hojas apergaminadas que prospera en lugares húmedos; tiene el tallo erecto, cuatro estambres, ovario bilocular con varios óvulos basales; hojas lanceoladas, pecíolo delgado y muy largo; a esta particularidad debe su nombre vulgar. (Localidad: Jericó, Antioquia, N° 2583, Colector: H. DANIEL).

24) RASCADERA: *Montrichardia arborescens* (L.) SCHOTT.

Muy característica esta Arácea debido a que tiene el tallo erecto, el cual se levanta en medio de los pantanos de las tierras cálidas hasta uno o dos metros de altura de donde se desprenden numerosas hojas sagitadas de largos pecíolos; más bien que sagitadas, podrían llamarse liradas o en forma de lira. Las espatas grandes de color verdoso amarillento. La forma tan especial de las hojas, especialmente la característica de ser sagitadas y tener los lóbulos basales agudos, hace decir a PAÚL STANDLEY en su Flora de la Zona del Canal, que es una forma de hoja no hallada en otra representativa de la familia.

(Ejemplares: N° 1131: H. ELÍAS. Barranquilla). El área de dispersión de esta especie se extiende por todo el litoral Atlántico y parte del Pacífico; por Panamá y América Central.

24) BALAZO: *Monstera deliciosa* LIEBM.

Respecto del origen del nombre genérico Bailey nos dice: "Monstera: nombre no explicado. En cambio, un latinista y botánico, el P. LORENZO URIBE nos dice: del latín *Mons*: monte; y *teres*: rollizo, torneado.

Esta hermosa planta es sin duda una de las Aráceas más atractivas y curiosas, inconfundible por sus grandes hojas llenas de perforaciones y por sus grandes espatas de un hermoso color crema las que encierran el espádice formado de flores numerosas, bisexuales, las que aparecen como depositadas dentro de una cuna formada por la espata. Al madurar los frutos hacen que el espádice se engruese y a medida que avanza la maduración va despidiendo un agradable y muy fuerte olor a piña, y de ahí otro de sus nombres vulgares de *Piñanona*. Al comer sus frutos, especialmente cuando no están suficientemente maduros, se siente de vez en cuando un ligero sabor acre o pequeñas picadas en la lengua debidas a la disolución de las cristalitos de oxalato de Calcio. Algunos, en lugar del olor a Piña madura, creen sentir más bien el aroma de la Guanábana.

Varias de las plantas del género *Monstera* tienen aplicaciones medicinales de interés; de la especie "*pertusa*" se ha sacado el extracto de las farmacias llamado "Llagas de San Sebastián". La raíz suministra una infusión antirreumática y las hojas se usan como antiinflamatorias.

Aquí, como en otras formas que hemos señalado, se presentan numerosas variedades hortícolas o el hecho, especial, de que los cultivadores de flores y en general de plantas ornamentales, aplican otra nomenclatura; así, por ejemplo, una forma de esta misma especie *M. deliciosa*, es llamada en jardinería: *Philodendron pertusum* L. o *Filodendro perforado*. (Ejemplares de "El Poblado" Medellín, N° 4505: H. TEÓFILO. Marzo de 1952).

25) BALAZO: *Monstera dilacerata* C. KOCH.

Se ha señalado a esta especie como propia de Costa Rica, también trepadora, se ha adaptado extraordinariamente —lo mismo que la anterior— a todos los climas en que se la cultive; en tierras cálidas así como en la Sabana de Bogotá en donde se ven ejemplares vigorosos en corredores y patios. Presenta, aunque no en forma regular, dos series de perforaciones en las hojas, la del exterior, o marginal, más grande. Crece como trepadora a lo largo de los troncos de los árboles. (Lo mismo que *M. deliciosa*) y a lo largo de los nudos del tallo van creciendo raíces caulinarias. La flor es amarilla o blanca con el espádice de unos 6 cm de longitud y sécil. Tiene una vasta distribución geográfica, en toda la parte tropical andina desde Centro América. (Ejemplares coleccionados en Barranquilla: H. ELÍAS, números 1108 y 1217).

26) PENTAGRAMA: *Homalomena picturata* (LIND. & ANDRÉ) REGEL.

Se conoce esta especie con el nombre de Pentagrama a causa de unas rayas finas blancas, paralelas, que se hallan adornando las hojas siguiendo la dirección de las nervaduras secundarias; aunque hay una escitamínea que tiene un adorno parecido y se le ha aplicado el mismo nombre vulgar, pero la hoja es mucho más pequeña. Especie originaria de Colombia, adorna hoy los jardines de muchas partes del mundo.

27) PIZARRA: *Homalomena wallisii* REGEL.

De hojas aovado-elípticas manchadas con pintas blancas y amarillas u ovado-oblongas de unos 7 cm. de anchura. Se halla también muy cultivada en jardines y parques. Y así mismo originaria de Colombia.

28) PIZARRA: *Homalomena peltata* (POEPP) MAST.

Especie también de gran poder ornamental, tiene las hojas peltadas, grandes y cordiforme-aovadas y acuminadas de unos 5 a 6 decímetros de longitud, por unos 4 decímetros de anchura; de pubescencia rojiza por debajo. Es más frecuente en las cordilleras del sur de Colombia y de allí extiende su área de dispersión hasta el Perú.

29) COL DE MONTE: *Anthurium crassinervium* (JACQUIN) SCHOTT.

El género *Anthurium* se caracteriza por tener flores completas, espata gruesa, espádice sentada o estipitada, cuatro segmentos del periantio; cuatro estambres; ovario bilocular con uno o dos óvulos en cada uno. Estigma a veces bilobulado. El vocablo *Anthurium* viene del griego que significa flor en forma de rabo. Se catalogan en este género unas 500 especies de la América Tropical.

La Col de Monte puede tener hojas hasta de algo más de un metro, salen del centro de la planta en todo sentido semejando una col. Por años tuve un ejemplar trasplantado desde Cocorná a Medellín. Era una planta vigorosa que se propagaba por las raíces. Este, como todos los demás Anturios, a primera vista llama la atención por las nervaduras de sus hojas que parecen ser más de una dicotiledónea que de una monocotiledónea. *A. crassinervium* (o de gruesas nervaduras) crece en lugares sombríos y húmedos; es frecuente en los sitios cálidos del litoral. Muy apreciada como planta ornamental por sus hojas alargadas, casi radicales, dispuestas como una lechuga enorme y no tanto por su inflorescencia, la que es muy poco conspicua. (Nº 1107, Usiacurí. H. ELÍAS: números 1477 y 4567; Anolaima: H. DANIEL & AUGUSTO, enero 1954).

Hay una serie nutrida de "Anturios" ornamentales conocidos mundialmente y originarios de Colombia. Entre otros podemos señalar los siguientes:

30) FLOR DE FLAMENCO: *Anthurium scherzerianum* SCHOTT.

Especie célebre en los tiempos de los viajeros científicos de mediados y finales del siglo pasado, cuando todavía se nombraba a la "Nueva Granada". Este anturio tiene el espádice retorcido amarillo y la espata de color escarlata brillante.

Y ya que aquí se ha nombrado varias veces al científico alemán SCHOTTIAN como clasificador de numerosas aráceas, es bueno recordar que todo su abundante herbario fue destruido a raíz de la pasada guerra mundial y solo se salvó un paquete y, por fortuna, los 3.282 dibujos de Aráceas (Nicholson).

31) TERCIOPELO: *Anthurium cristalinum* LINDLEY & ANDRÉ.

Sobre un fondo verde oscuro aterciopelado sobresalen las nervaduras blancas produciendo un bello efecto ornamental. Tiene el pecíolo bien cilíndrico, sin extensiones laterales aladas; no como en la especie *Anthurium magnificum* Lind. también de Colombia y que tiene los pecíolos cuadrangulares y un poco alados en la parte alta.

32) HOJA DE CORAZON: *Anthurium warocqueanum* MOORE.

De hojas largas, estrechas y acorazonadas con nervaciones bien destacadas; pecíolos muy largos,

nervios plateados, muy solicitada para adornar patios y corredores. Planta colombiana dedicada al botánico belga Sr. WAROCQUÉ.

33) ANTURIO DE HOLTON: *Anthurium holtonianum* SCHOTT.

Arácea semitrepadora de grandes hojas que alcanzan hasta un metro o más de anchura; profundamente divididas en cinco lóbulos o más, con los lóbulos ondulados o aún, a su vez lobulados; espádice cilíndrica; delgada de 40 a 50 cm de longitud. Es frecuente en las regiones del litoral hacia Panamá (Ejemplares N. 1106 de Usiacurí y 1463: H. ELÍAS).

34) ANTURIO INSIGNE: *Anthurium insigne* MAST.

De hojas trilobadas, profundamente divididas, pedúnculo algo prismático cuadrangular; espádice delgado, de un centímetro de diámetro por 154 mm de largo, en su parte más ancha. Ejemplares de Jericó (Sudoeste de Antioquia Nº 2584; colectores: TOMÁS & DANIEL).

35) ANTURIO DE INZA: *Anthurium inzanum* ENGLER.

De hojas coriáceas, marginadas, astadas; con el margen basal semilunar, lo cual da un aspecto muy característico al conjunto. Pedúnculo delgado, espádice así mismo muy delgado. (Ejemplares: Alto de la Unión, Carretera a Sonsón; Nº 3289; colector H. DANIEL).

36. ANTURIO: *Anthurium tenerum* ENGLER.

Especie pequeña de flor poco aparente coleccionada en los alrededores de La Ceja (Antioquia, Nº 4058; La Ceja, diciembre 1947. H. DANIEL).

37) HOJA DE CORAZON: *Anthurium nigrescens* ENGLER.

Hojas cordiformes con el ápice muy acuminado, nueve nervaciones más gruesas que se desprenden del punto de contacto con el pecíolo. Espádice delgado como de medio centímetro de diámetro a lo sumo. Es común en los montes vecinos al valle de Medellín y se cultiva también como ornamental (Ejemplares: Nº 2273 de la carretera del Retiro, cerca a Medellín, Finca Los Alpes: H. DANIEL).

38) HOJA DE CORAZON: *Anthurium sanguineum* ENGLER.

Se halla en condiciones y climas semejantes a los de la especie anterior, y es muy semejante en su configuración general; solo que la curvatura de los lóbulos cordiformes de la base de las hojas, es algo más amplia, el tamaño ligeramente más grande, tanto del follaje como de la espata y del espádice. (Nº 1298. San Pedro, Antioquia, 2600 metros de altitud. det: STANDLEY. Col: HH. TOMÁS y DANIEL).

39) HOJA DE CORAZON: *Anthurium nitidum* BENTH.

De hojas perfectamente cordiformes, siete nervaduras principales, los dos lóbulos cordiformes de la base, muy acentuados y tangentes entre sí; espádice de unos doce cm. (Nº 1226. Boquerón de la carretera al Mar, Medellín, a unos 26.50 metros sobre el mar. H. DANIEL).

40) ANTURIO TREPADOR: *Anthurium scandens* (AUBLET) ENGLER.

Es sin duda, una de las Aráceas nuestras de mayor distribución geográfica. Se le halla desde Centro América hasta el Brasil y Perú. Es planta trepadora, de hojas más bien pequeñas (unos 9 cm de longitud, por unos 6 o 7 de ancho). Poseen una nervadura a todo lo largo del margen foliar (curvinervia) y las hojas son ovado-lanceoladas con muy corto pedúnculo y espádice muy corto también. Nº 2371 de Sasaima (Cundinamarca). H. DANIEL; el Nº 3811 de nuestra colección, parece ser la variedad *angustifolium* (ENGLER) MACBRID, de los alrededores de Medellín. J. DGO. PENAGOS, colector, octubre 1945, (Nº 2586 otra forma aún más pequeña de esta misma especie procedente de Jericó: H. DANIEL).

41) ANTURIO DE MONTE: *Anthurium silvicolum* ENGLER.

Arácea de fisonomía peculiar, de hojas muy delgadas, de unos 45 cm de longitud, por unos 7 cm y medio en la parte más ancha, lanceoladas y con una nervadura marginal, como en la especie anterior. Es algo parecida a la que el Dr. EMILIO ROBLEDO colocó en la pág. 283 de sus "Lecciones de Botánica". Nº 3.300: Monte del Diablo (cerca de La Ceja) H. DANIEL. El ejemplar Nº 2516, menos vigoroso, fue coleccionado en Sta. Elena en sitios sombríos.

42) ANTURIO DE ANTIOQUIA: *Anthurium antioquiense* ENGLER.

Hojas delgadas, largas, trinervias, lanceoladas, con las nervaduras laterales curvinervias; espata de unos 4 cm de longitud y espádice de 3 cm. También algo parecida a las dos especies anteriores, fue coleccionado el ejemplar en Cocorná (RAMÓN J. SERNA col. Herbario Nº 2774).

43) ANTURIO DE TRIANA: *Anthurium trianae* ENGLER.

Tiene esta arácea hojas delgadas y largas (27 cm de longitud, por 5 cm en la parte más ancha). La nervadura marginal bien marcada, sobre todo en el envés de la hoja. ENGLER quiso honrar la memoria de nuestro sabio botánico JOSÉ JERÓNIMO TRIANA con la clasificación de esta especie. (Ejemplares: Nº 1275, carretera hacia El Retiro, Antioquia, Finca "Los Alpes". H. DANIEL).

44) ANTURIO DEL CAUCA: *Anthurium caucanum* ENGLER.

Arácea de tallo marcadamente trepador; hojas aovadas, de unos 19 cm de longitud por 7 cm de anchura; nervadura marginal bien marcada (Ejemplares: Nº 3433: Páramo de Somón. H. DANIEL. Ejemplares adicionales: RAFAEL GUARÍN).

Por último, he dejado para el final las siguientes aráceas coleccionadas por el diligente investigador de nuestra flora usada por los indígenas, Profesor RICHARD EVANS SCHULTES de la Universidad de Harvard, quien ha permanecido por muchos meses en compañía de las tribus del trapecio amazónico y ha logrado de este modo captar varios de sus valiosos secretos.

45) *Anthurium tikunorum* SCHULTES.

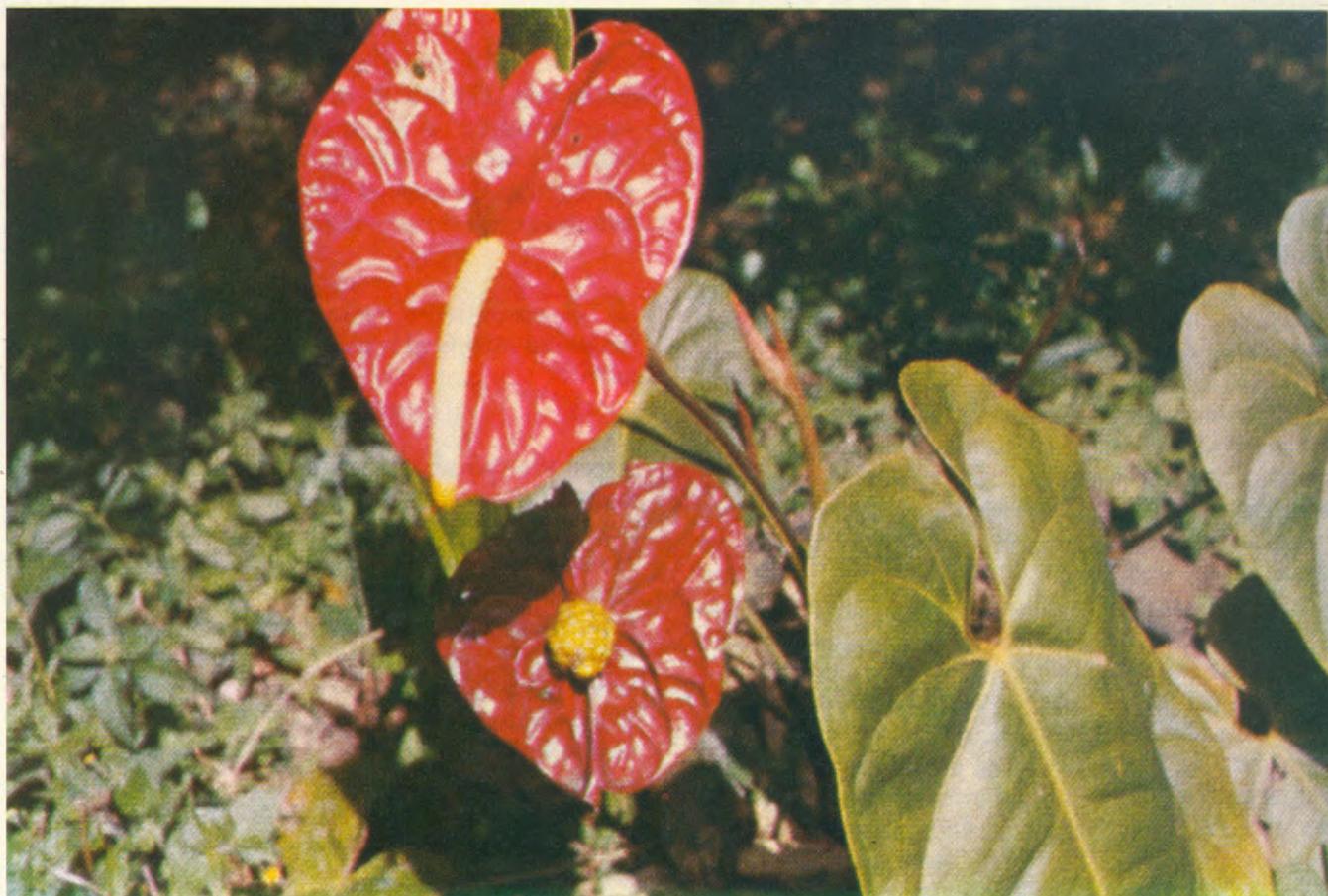
Propia del trapecio amazónico donde es empleada por los indígenas para combatir la piorrea; usan el zumo astringente de las bayas.

46) *Anthurium tessmannii* K. KRAUSE.

Arácea de hojas muy estrechas en la base hacia donde se van adelgazando por largo trecho, lo cual contrasta con la anchura del extremo opuesto. Según SCHULTES, esta es una de tantas plantas que utilizan los tikunas como poderoso anticonceptivo.

Pero dentro del género *Philodendron* es en donde se encuentran las plantas más usadas con este fin como la especie *Philodendron dyscarpium* R. E. SCHULTES. Lloydia 26:69, tab. 2-3, 1963.

En el idioma Makuna la denominan: *Jepe Kutatá* y en el lenguaje Kubeo la llaman *Odoká*. De esta planta dice HERNANDO GARCÍA-BARRIGA: "Subfrutex de 2 metros de alto, tallos erectos, arborescentes, de 6 cm de diámetro; hojas largamente pecioladas, peciolo de color verde rojizo de 60 cm de largo, canaliculados en la base y por la parte superior; lámina muy crasa y coriácea, oblongo-ovada u ovada; ápice brevemente acuminado; base rotundada de 40 cm de largo y 25 cm de ancho con el nervio principal prominente y de 1 cm de diámetro; pedúnculo anaranjado hasta rojo vivo, 10 - 15 cm de largo y 1 cm de diámetro. Espata purpúrea por fuera, por dentro de color rojo sangre, generalmente de 15 cm de largo y en la base 6 cm ancho; tubo 3 - 3.5 cms de diámetro; espádice rectocilíndrico, craso, con el ápice redondeado, inflorescencia femenina amarilla con manchas oscuras, 5 cms largo, 2 cms. diámetro, inflorescencia masculina angostamente claviforme, hasta 11.5 cm de largo, 2 cm de diámetro; flores masculinas 2 - 4 estambres muy pequeños, 4 - 5 de largo, anteras cerca de 2.7 mm de largo; estaminodios columnares, truncados, angulados, 2.3 cm de largo". Y, continúa el mismo GARCÍA-BARRIGA: "Usos: Según los indios Kubeos y Tukanos, usan las inflorescencias, previamente desecadas y pulverizadas, para controlar la fertilidad de las mujeres. Es pues un anticonceptivo que fre-



4. Capotillo o Anturio: *Anthurium andreaeanum* LINDL. Hermoso ejemplar de nuestro Capotillo. Escudo color escarlata y espádice blanco y amarillo. Maravilla de la Naturaleza, surgió de un rincón del Departamento de Nariño para invadir parques y jardines de todos los continentes.

5. Capotillo o Anturio: *Anthurium andreaeanum* LINDL. Una de las numerosas variedades que a lo largo del tiempo se han producido de nuestro Anturio, especie que posee numerosas posibilidades genéticas.



cuentemente lo toman con las comidas para evitar los hijos”.

47) Otro *Philodendron*, la especie *Philodendron haematinum*, dice el mismo SCHULTES, que tiene significado mágico a causa de la materia colorante intensamente roja que tiene en las espatas; y añade: “la conexión con la magia, siempre es razón suficiente de sospechar posibles propiedades tóxicas”.

48) Y la especie *Philodendron remifolium* R. E. SCHULTES, se utiliza para dar a la chicha un sabor un poco ácido echando las hojas coriáceas machacadas en la bebida.

49) También es un anticonceptivo la especie *Urospatha antisyléptica* R. E. SCHULTES, utilizada por los indios “Barasana” quienes la llaman “*Hepekku-tata*”. Según el mismo ilustrado botánico, quien ha realizado uno de los esfuerzos científicos más notables de los últimos años con su magistral obra en tres volúmenes, el Profesor HERNANDO GARCÍA-BARRIGA dice que los indígenas de la tribu “Barasana” colectan los espádices inmaduros para desecarlos y pulverizarlos; el polvo así obtenido se adiciona al alimento consumido por las mujeres de la tribu con el fin de evitar el embarazo”. (Flora Medicinal de Colombia, pág. 156, Vol. I).

50) Y continúa E. SHULTES refiriéndose a otra arácea del Vaupés: “Dos especies de *Philodendron* se usan para envenenar el pescado: Entre los “Desana” del Vaupés las hojas de *Philodendron craspedodromum* R. E. SCHULTES, son cortadas, atadas en bultos y colocadas en la selva por dos o tres días, para que se calienten, se pudran y fermenten; después se machacan antes de echar al agua; una especie nueva, aún no descrita, se emplea entre los “*Kuripakos*” del río Guainía para el mismo fin, pero las hojas y los peciolos se machacan y son usados en estado fresco”. (II Simposio y Foro de Biología Tropical Amazónica. Idrobo, editor).

51) ANTURIO: *Anthurium andreanum* LINDLEY.

Nombre vulgar en su sitio de origen: *Capotillo*. Es éste nuestro *Anturio* por antonomasia, nuestro *Capotillo*. Una de las más bellas flores que del desconocido sitio de Buenavista en el camino de Pasto a Barbacoas, trajinado por mulas y arrieros, surgió en el pasado siglo para aparecer de improviso en los más selectos jardines y floristerías de Europa. Pero, ¿cómo llegó allí? Es una larga historia que parece encubierta por cierto misterio, y todo, debido a la belleza mágica de nuestro Anturio.

Anturio de hojas cordiformes, flores en espatas notorias arredondeadas, de un bello color escarlata-anaranjado; espádice blanco o amarillento. Hojas ligeramente peltadas. Por aquella región la divisó y coleccionó nuestro gran botánico JOSÉ J. TRIANA y la marcó en su herbario que después

empacó para Europa con el número 702, según nos relata en una de sus mejores páginas descriptivas E. PÉREZ-ARBELÁEZ. Todo esto ocurría por los años de 1854, cuando la Expedición Corográfica exploraba los rincones de la Patria. Y el ejemplar en mención además del número llevó su localidad también marcada: Buenavista- Barbacoas.

Pasa el tiempo y la planta de TRIANA espera vanamente en los herbarios de París y de Montpellier que algún especialista la saque de aquel olvido mientras TRIANA se debatía trabajosamente en la clasificación de sus *Clusias* y *Melastomátaceas*. Continúa deslizándose el tiempo inexorablemente cuando en el año de 1876, en el mes de diciembre, llega a Tumaco el naturalista francés EDOUARD ANDRÉ patrocinado por M. L. LINDEN, director de los Jardines de Gante. Había llegado un año antes a Puerto Salgar, cerca de Barranquilla, había explorado el Quindío, y bajó hacia el Sur deteniéndose en muchos parajes de la Cordillera Central.

Veintitrés años después de la colección de TRIANA, ANDRÉ maravillado hacia en la *Illustration Horticole* un relato fantástico de su hallazgo, pero sin decir en qué sitio lo había hecho; solo afirmaba que lo había hallado en la Cordillera Occidental de los Andes de Colombia. Veamos parte de su relato para que nos demos cuenta del impacto que le causó el encuentro.

“Puedo declarar —decía ANDRÉ— que desde el momento en que esta planta admirable se presentó a mis ojos, me produjo una de las más vivas sensaciones que experimenté en mis exploraciones por la América Tropical. El violento escarlata de su espata era tal, que creí ver uno de esos lindos pájaros del género *Loxia* (cardenal) o de otra especie de un rojo minio llamado en Colombia “titiribí”.

“Me precipité sobre esa maravilla aún desconocida y arranqué los pies más bellos con el gozo que se comprenderá. Volvimos al campamento mi negro y yo, bajo una lluvia atronadora, cargados de flores, hojas y rizomas. Poco después las cajas de plantas vivas salían para la costa en dirección de Europa”.

La planta llegó a su destino y LINDEN, agradecido, bautizó la nueva planta con el nombre de André: *Anthurium andreanum* Lind.

Casi al mismo tiempo, otro explorador de nuestra Flora, KARL LEHMANN, descubría también la planta; era el año de 1878, en los mismos sitios y con el mismo peón —según nos refiere PÉREZ-ARBELÁEZ—. Y por el mismo tiempo, los grandes botánicos SANDER y BROWN atribuyeron el descubrimiento a TRIANA y posiblemente a KARSTEN; este detalle obligó a ANDRÉ a entrar en la liza.

Pero al mismo tiempo, una tercera circunstancia se presentó; la genética había dado pasos extraordinarios y los científicos y horticultores habían dado cuenta de las múltiples variantes y mutaciones que se producen en el mundo vegetal

a raíz de las hibridaciones y aun de cambios espontáneos producidos por mutación de genes debida a causas desconocidas. Se dieron así mismo cuenta de las variantes producidas por el cultivo de *Anthurium andreanum*; por esto, el gran taxonomista de la flora criptogámica, JOSÉ HOOKER, se estaba ya preguntando si las plantas coleccionadas por TRIANA serían las mismas o variantes de las enviadas por ANDRÉ, y a pesar de que la nomenclatura de los genes no estaba aún en el panorama científico, planteó sus dudas acerca de las posibilidades de algunas mutaciones.

Casi de inmediato, un cuarto paso se dio en el descubrimiento de la localidad del "Capotillo", lo cual debería obligar a ANDRÉ a soltar su secreto. Se celebraba en París la *Gran Exposición Internacional de 1878* y Bélgica estaba particularmente interesada en celebrar allí el cincuentenario de su independencia. ANDRÉ encargó desde Europa al vicecónsul francés y boticario Monsieur CARRÉ que desde Tumaco le enviaran una remesa de plantas con su rizoma a fin de plantarlas como centro de atracción de la Exposición. En esta circunstancia solemne —se decía— debería hacer su entrada al mundo de la jardinería esta planta y contribuir al esplendor de la Exposición. El valor de cada ejemplar —nos sigue diciendo PÉREZ-ARBELÁEZ— se fijó en 500 francos. Pero la distancia, y las dificultades de esa época, no permitieron el que llegaran sanas las plantas; solo unas pocas se salvaron y no estaban en condiciones de ser expuestas. Por otra parte, KARL LEHMANN hacía sus propios despachos y solo el de 1880 logró llegar en mejores condiciones con gran número de plantas, las que se distribuyeron en Alemania y en Inglaterra. El propio KARL LEHMANN conservó entre sus recortes de prensa lo que se dijo en esa ocasión al recibirse la remesa. Uno de esos recortes dice: "La planta que atrae todas las miradas es el *Anthurium andreanum*. Es la planta más pasmosa que hemos visto expuesta en Gante en donde llamó la atención, y el mismo sentir se experimentó aquí en Londres cuando se la presentó ante el Comité Floral de la Real Sociedad de Horticultura. No hay duda de que esta planta es uno de los más brillantes y notables descubrimientos de los últimos tiempos".

Y ocurrió además un hecho curioso muy característico de la época: aquella remesa que debería venderse a las 12 en punto del día 12 de mayo de 1880 en pública subasta, fue comprada por un solo postor que fue el Barón de ROTHSCHILD, según se dijo.

Dos años después, el infatigable botánico KARL LEHMANN envió desde Guatemala al periódico *Gartenflora*, una monografía muy concreta sobre el *Anthurium*: su historia, su descripción y su

área geográfica. Allí TRIANA ocupa el lugar que le corresponde como verdadero descubridor del "Capotillo".

En resumen, se supo que TRIANA había descubierto la planta 23 años antes que ANDRÉ. Este botánico francés la coleccionó en 1876 y solo en septiembre de 1880 publicó el sitio exacto de su hallazgo ante el cúmulo de datos que iban llegando por diversas vías. Y en 1882 se publicó su primera Monografía. Son ya numerosas las variedades que se han derivado de este *Anturio* entre las cuales sobresale el ya famoso *Anturio negro* *A. andreanum* Lind. var. *watermaliense* Hort. que llevó la primacía en la última exposición floral de hace pocos años llevada a cabo por el Club de Jardinería en Bogotá.

Nos encontramos ahora a un siglo de distancia de la clasificación del "Capotillo" y de todos estos pugilatos científicos y hortícolas. Desde nuestro mirador de la Sabana todavía contemplamos las plantas silvestres que en el sur del "Gran Cauca" y en los pequeños bosques que van quedando en el Departamento de Nariño y que ofrecen todavía a los ojos deslumbrados de los caminantes el pequeño escudo escarlata brillante de sus inflorescencias. Allí ocultas aquellas Aráceas continúan sus vidas escondidas y amables cimbrando delicadamente sus espádices ante el paso de las brisas tibias del río Telembí y de sus vecinos. Y en medio de esta visión bucólica nos viene el eco del habitante campesino que señala a la planta de sus mayores con el viejo nombre que conoció desde su infancia de "Capotillo".

Aquí salta el indefectible diminutivo tan propio del habitante de aquellas fértiles comarcas de la Patria. ¿Qué vieron los lejanos antepasados a través de la silueta radiante del *Anturio*? ¿Este nombre de tan castiza herencia les recordaba acaso el capote del torero y de su peligrosa faena? ¿O tal vez mejor el auténtico diminutivo de la pequeña capa que sirve de abrigo ante los rigores de la intemperie?...

Lo cierto es que el *Capotillo* desde sus montañas agrestes o desde los pomposos jardines o desde los floreros radiantes, seguirá su camino de sencillez bondadosa mostrando ante propios y extraños una de tantas excelencias de nuestra Patria. A su paso, llamémosle con el nombre de su primer bautizo el de *Capotillo* que nos recuerda la diminuta capa escarlata que abriga el espádice con sus inflorescencias magníficas y dejemos el de *Anturio* para los días de refinamiento de que nos habló el Filósofo de la Huerta del Alemán, Dr. FERNANDO GONZÁLEZ en su libro sobre *Los Viajes y las Presencias*.

BIBLIOGRAFIA

- ARCHER, W. ANDREW. *Exploration in the Choco Intendancy of Colombia*. Rev. The Scientific Monthly, May, 1937.
- BAILEY, L. H. *Manual of Cultivated Plants*. 14 Edition. New York, 1974.
- ESPINAL, LUIS SIGIFREDO. *Esbozo Geográf. de las Plantas*, Depto. de Ant. Univ. del Valle, 1966.
- GARCÍA-BARRIGA, HERNANDO. *Flora Medicinal de Colombia*. Tomo I. Bog. 1974.
- GUIBOURT, G. *Drogues simples*. París, 1869.
- FONT-QUER, Pío. *Botánica Pintoresca*. Ed. Sopena-Barcelona. 1960.
- FONT-QUER, Pío. *Plantas Medicinales*. (El Dioscórides renovado). Ed. Labor. Barcelona. 1943.
- LINDLEY, JOHN. *The Vegetable Kingdom*. London, 1847.
- NICHOLSON, HENRY. *A revision of the genus Aglaonema (Araceae)*, Smithsonian Contrib. to Bot. N° I, 1969.
- PÁEZ-PÉREZ, CARLOS. *Curso Práctico y Teórico de Botánica*. Bogotá, 1943.
- PÉREZ-ARBELÁEZ, ENRIQUE. *Plantas útiles de Colombia*. Bogotá, 1947.
- ROBLEDO, EMILIO. *Lecciones de Botánica*. Impr. Univ. Medellín, 1940.
- SCHULTES, RICHARD EVANS. *Notas etnotoxicológicas acerca de la Flora Amazónica de Colombia*. (II Simposio: Foro de Biolog. Trop. Amazónica).
- STANDLEY, PAUL C. *Flora of the Panama Canal Zone*. Washington, D. C., 1928.
- STRASBURGUER, EDUARD. *Tratado de Botánica*. M. Marín, Editor, Barcelona, 1943.
- TRANSEAU et al. *Textbook of Botany*. Harper & Bro. Publishers. London, 1940.
- URIBE, JOAQUÍN A., Ampl. URIBE LORENZO. *Flora de Antioquia*. Univ. Medellín, 1940.
- VÉLEZ, ISMAEL. *Plantas indeseables en los cultivos tropicales*. Edit. Univ. Río Piedras. Pto. Rico, 1950.
- VICTORIN, MARIE (F.S.C.). *Flore Laurentienne*. Presses Univ. Montreal, 1964.

PLANTAS INDIGENAS PARA FORRAJICULTURA TROPANDINA

Por: MISAEL ACOSTA-SOLIS *

INTRODUCCION

En el Ecuador, como en los otros países tropandinos de América, existe un buen número de forrajeras nativas o autóctonas, especialmente entre las *Glumifloras* (Gramíneas, Ciperáceas, Juncáceas) y *Leguminosas*, pero muchas de ellas no han sido divulgadas para su mejor conocimiento de país a país o de región a región. Hay especies que siendo buenas forrajeras en un área, no son conocidas como tales en otras regiones, y otras, que siendo conocidas por algunos agricultores, no lo divulgan por escrito, porque tienen recelo o "miedo" de escribir.

Por lo expuesto, este Autor no quiere dejar inéditas por más tiempo la *Lista* y la descripción respectiva de las especies forrajeras nativas o autóctonas que han sido colectadas y estudiadas desde hace 30 años, en excursiones fitogeográficas a través del territorio ecuatoriano, pero destacando principalmente a las gramíneas, que hasta ahora no han sido tomadas en cuenta como posibles forrajeras, ni por los agrónomos e ingenieros agrónomos, ni por los profesores de botánica de las universidades y escuelas politécnicas.

Brevísima explicación sobre la metodología de la presentación de las Especies Botánicas.

El orden seguido en la enumeración y descripción de las especies es el alfabético del género y dentro de éste, el alfabético de las especies. Cada especie va seguida del sistemático clasificador (y en ciertos casos con los sinónimos). Cuando hay algún nombre local o vernáculo, éste le sigue entre comillas (" ").

La descripción botánica de cada especie gramínea está hecha morfológicamente de acuerdo con las normas establecidas en la materia. A la descripción se añade el hábito y habitat, su palatabilidad e importancia como forrajera. Luego se indica la distribución geográfica de la especie, y

cuando ellas no son autóctonas, se menciona el origen de las mismas, y con el objeto de ayudar al agrónomo y veterinario interesado en la agrostología o en el estudio y mejoramiento de algunas de las especies, se completa cada una de ellas con el registro de las herborizaciones hechas por el autor, en las diferentes regiones, provincias y localidades del Ecuador, indicando la altitud en metros y el número de la colección MAS. Estos datos orientarán al agrónomo o al interesado en coleccionar la especie deseada en su habitat, para los estudios de propagación económica, o simplemente para formar su herbario económico.

Como fácilmente se comprenderá, esta nueva *Contribución agrostológica* completa la titulada *Glumifloras del Ecuador* (Catálogo de las Gramíneas, Ciperáceas y Juncáceas), publicada en *Flora*, Vol. XIII (diciembre, 1969), pero ahora con otras familias y dibujos que ilustran varias especies.

De acuerdo con el título, esta contribución se complementa con las "forrajeras potenciales" de otras familias botánicas, además, de las *Glumifloras* (gramíneas, ciperáceas y juncáceas) y leguminosas, con las agaváceas, cactáceas, amarantáceas, etc., que se las presenta en forma muy general. Al hablar de las leguminosas, se explica brevemente su importancia y generalidades sobre la inoculación nitrobacteriana. De las leguminosas indígenas se presenta no sólo herbáceas y anuales, sino también árboles, como los "algarrobos" de la Costa (*Prosopis* spp.) y la Sierra (*Acacia peltocantha*), las "guabas" (*Inga* spp.) y otras.

Este trabajo está dedicado al Gobierno Nacional, por medio de su Ministerio de Agricultura y Ganadería, porque si se planifica un *Programa Nacional de Forrajicultura*, debería hacerse constar, además del rubro del mejoramiento de los pastizales actuales, otro especial para el recono-

* Geobotánico-Forestal y Conservacionista. Quinta equinoccial, Quito, Ecuador.

cimiento de nuevas especies forrajeras dentro de la flora local o nacional, al propio tiempo que la investigación agronómica de las mismas.

En el Programa Nacional de Forrajicultura se debería, además, hacer constar un rubro o ítem de aclimatación, desarrollo y naturalización de las especies forrajeras utilizadas en los países de clima templado (de Europa y los Estados Unidos, principalmente), pero que entre nosotros se cultiva solamente como hortalizas para el humano. Entre otras especies, deberían merecer atención las siguientes forrajeras: la remolacha (*Beta vulgaris* L.), la colza (*Brassica campestris* var. *oleífera* L.), el nabo forrajero (*Brassica napus* L. var.), la mostaza blanca (*Sinapis alba* L.), algunas variedades de col (*Brassica oleracea* L. var.), zanahoria amarilla (*Daucus carota* L.) y variedades pivotantes, etc.

Finalmente, en el Programa Nacional Forrajero deberá establecerse programas ecológicos, con sus respectivas subestaciones agrostológicas experimentales, es decir, para los diferentes "medios ambientales", como por ejemplo: forrajicultura para las áreas xerofíticas de la Costa y de la Sierra: Península de Santa Elena y suroccidente del Ecuador; valles semiáridos y áridos del Chota,

Guayllabamba, Pelileo, Guano, Catamayo, Malacatos, Vilcabamba, etc. La forrajicultura para los pisos paramales sería otro capítulo importante, cosa que hasta ahora no se ha hecho nada por su mejoramiento, no obstante haber venido "técnicos" extranjeros, pero que ni siquiera supieron estudiar la botánica agrostológica de dichos páramos. Es por esto por lo que sugiero el estudio de las especies mencionadas en la primera parte de este trabajo, las gramíneas nativas descritas, para luego de experimentadas en sus propios habitats, se vea las que mejor convenga propagar agricolamente en los pisos altitudinales de los 3.500 a 4.000 m. s. m. En este subprograma deberían constar las experiencias para el mejoramiento de la "orejuela" (*Alchemilla pectinata*, *A. orbiculata*), que siendo degustada por el ganado, no existe en cantidad suficiente.

La cuestión en materia forrajera es seguir un programa planificado ecológicamente y, para que esto se realice, habrá que buscar o preparar jóvenes agrónomos con vocación científica o de visión investigadora; esto quiere decir, gente que trabaje e investigue y no tener agrónomos ociosos ni de escritorio. En agrostología económica o forrajicultura, hay mucho, muchísimo que hacer en nuestros países tropandinos y subdesarrollados.

GRAMINEAS NATIVAS QUE DEBEN SER INVESTIGADAS EN FAVOR DE LA FORRAJICULTURA

La Lista que a continuación se menciona está arreglada, siguiendo un orden alfabético de géneros y especies. Cada especie va citada con el nombre del clasificador, generalmente en forma abreviada, de acuerdo con las Reglas Internacionales de Nomenclatura. Cuando existe o se ha logrado captar el nombre vernáculo local, se menciona a continuación del científico. Después de la descripción botánica de cada especie, se indica el hábito de la misma y la calidad como forrajera. Al hablar de la *Distribución geográfica*, se indica las localidades donde han sido colectadas en el Ecuador, por el autor de esta Contribución, mencionando el número de la colección MAS respectiva, o si procede de otra fuente, se indica al colector y su número de colección.*

ACIACHNE PULVINATA BENTH. Nombre vulgar: "Paco" en el Perú. - Gramínea generalmente almohadillada, perenne, rizomatosa, densamente ramificada en la parte superior; cañas floríferas con numerosas hojas, de 7-10 mm de largo, plegadas o encorvadas, espiniformes, glabras, vaina de 6-11 mm de largo, cortamente pedunculadas, germinales, solitarias, unifloras; las glumas aproximadamente iguales, 3.3-3.6 mm de largo, endurecidas, 5-nerviadas, glabras; lemma de 5-6 mm de largo, fuertemente endurecida, de ápice espinoso.

Distribución geográfica: Esta gramínea almohadillada y cespitosa vive en la parte altoandina,

desde Venezuela hasta Bolivia, de los 3.600 a los 4.400 m.s.m., en habitats fríos y húmedos. En el Perú y Bolivia esta pequeña gramínea es buscada por las alpacas y por esto se le conoce como "paco", en el Cuzco. Económicamente hablando, esta gramínea no tiene importancia, primero por su talla reducida, y segundo, porque su regeneración es muy lenta; pero se le menciona, solamente por curiosidad para los agrónomos que estudian agrostología y forrajicultura.

En el Ecuador ha sido colectada la mencionada gramínea en Salinas de la Provincia de Bolívar, por JAMESON, pero parece que la especie no está muy difundida en los páramos ecuatorianos.

AGROPYRON ATTENUATUM (H. B. K.) R. et S. Gramínea perenne, cañas floríferas de 0.50-1 m de alto erguidas o decumbentes en la base; hojas de 8-27 cm de largo por 2-4 mm de ancho; vaina de 8-15 cm de largo, glabra; espigas de 8-15 cms de largo, erectas; espiguillas 3-4 floras en su mayor parte, solitarias, dispuestas en cada nudo del raquis continuo a ambos lados, sésiles, ascendentes; las glumas aproximadamente iguales, de 9-11.5 mm de largo, algo oblongo-lanceoladas, ligeramente cartilaginosas, 6-7 nerviadas, escabrosas en el envés; lemma de 9-11 mm

* Los dibujos que ilustran las especies, aparecen al final del artículo, en orden alfabético de géneros y de especies.

de largo, mucronada, escabrosa en el envés, 5-6 nerviada; pálea de 8-10 mm de largo, biaquillada y membranácea.

Crece asociada con arbustos bajos, el ganado la come con gusto; es escasa, pero parece buena forrajera.

Distribución geográfica: propia de los niveles medios de los Andes del Ecuador, Perú y Bolivia. En el Ecuador ha sido coleccionada por el autor en las siguientes localidades:

Atandahua (Guanujo), Provincia de Bolívar, Cordillera Occidental a 2.800 m.s.m., Colec. MAS 6297; Santa Rosa-Pataló, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.900-3.200 m.s.m., Colec. MAS. 9187; Ambato, Huachi, Provincia de Tungurahua, Región Interandina a 2.600 m.s.m., Colec. MAS 10205; sur de Salcedo, Provincia de Cotopaxi, Región Interandina, 2.600 m.s.m., Colec. MAS 9277; Cayambe, Hacienda San José, Provincia de Pichincha, Región Interandina, 2.850 m.s.m., Colec. MAS 10358; Shanchipamba- río Pisque, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 2.700 m.s.m., Colec. MAS 14353; Proántag-Pesillo, Provincia de Imbabura, Colec. MAS. 21125; Urbina-Nudo de Igualata Samanjos, Provincia de Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS. 21218; Tixán, Provincia de Chimborazo, Cordillera Oriental, 2.600 m.s.m., Colec. MAS. 21176; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental de 2.900 a 3.600 m.s.m., Colec. MAS. 18837; Cunro, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 2.800 a 3.300 m.s.m., Colec. MAS. 18201; San Antonio, La Providencia, Provincia de Pichincha, 2.400 m.s.m., Colec. MAS. 16541; San Juan, Provincia de Chimborazo, 2.800-3.300 m.s.m., Colec. MAS. 16769; Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, Cordillera Occidental 2.700-3.000 m.s.m., Colec. MAS. 17687; etc. etc.

Esta especie fue originalmente descrita con espécimen colec. en Quito (BONPLAND) el siglo pasado, y luego colec. por JAMESON (305, 306 sin localidades), SPRUCE (5925, sin localidad), en Riobamba (SODIRO 1891), páramo del Pichincha (HARTMAN 18, 61), Quito (MILLE 264); HITCHCOCK colectó en 1923 en los siguientes lugares: Tulcán, 21093; entre Malchinguí y Pomasqui 20856, entre Otavalo y Malchinguí 20818, en Ambato 21714, en Alausí 20722.

AGROSTIS BREVICULMIS HITCH. Gramínea perenne, densamente cespitosa; cañas floríferas de 6-10 cm de alto, erguidas o decumbentes en la base, rígidas, glabras; limbo corto, de 1-3 cm de largo por 1-1.5 mm de ancho, involuto, glabro, panículas de 1-3 cm de largo, en forma de espiga; espiguillas de 2 mm de largo, 1-floras, pediceladas; las glumas iguales, de 1.8-2 mm de largo, más o menos aquilladas, 1-nerviadas; lemma mítica, de 1.5 mm de largo, más o menos terete, de ápice truncado, membranácea, transparente, 5-nerviada; pálea ausente; rachilla inconspicua, no prolongada.

Esta gramínea vive en su habitat paramal formando césped y constituye un pasto agradable para el ganado vacuno y ovino.

Distribución geográfica: habita la parte altoandina desde el Ecuador hasta Chile. En el Ecuador se ha colectado en las siguientes localidades:

Pilahuín, Pajonal, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 3.300-3.500 m.s.m., Colec. MAS 9220; Páramo de El Angel, Provincia del Carchi, Región Interandina, 3.400-3.600 m.s.m., Colec. MAS 10537; Suro-Tambo, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 3.300-3.500 m.

m., Colec. MAS 17570; Hacienda Shical, Provincia del Cañar, 3.000 m.s.m. Colec. MAS 16975; Yuniungua, Provincia de Bolívar, 3.200 m.s.m. Colec. MAS 16721; Cerro Iguán, Provincia del Carchi, Cordillera Occidental, 3.400-4.000 m.s.m., Colec. MAS 21682; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, 2.900-3.600 m.s.m., Colec. MAS 18827; El Puno Santa Rosa, Provincia del Cañar, Colec. MAS 21440; Cunucyacu, Provincia del Tungurahua, 3.400 m.s.m., Colec. MAS 16684; Cunucyacu, Provincia del Tungurahua, 3.400 m.s.m., Colec. MAS 16688; Páramo de Palmira, Provincia de Chimborazo, 3.229 m.s.m., Colec. MAS 21485; Páramo de Urbina, Provincia de Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21184; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21221; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 19178; etc. etc.

Esta especie ha sido colectada anteriormente por otros botánicos: SPRUCE (sin localidad), ANTHONY, TATE, ROSE en Quito; HITCHCOCK entre Malchinguí y Pomasqui (208-57), en el páramo del Chimborazo; 21982, 21993, 22002; en Urbina, Provincia Chimborazo (2200, 22007, 22045), entre Loja y San Lucas (21457); Páramo de Sanancajas (DIELS 393), Páramo de Tililac, Provincia del Chimborazo (DIELS 718).

AGROSTIS TOLUCENSIS H. B. K. Planta perenne con cañas floríferas de 15-50 cm de alto, erguidas o decumbentes en la base, glabras; hojas con limbo angosto de 2.5-5 cm de largo por 1.5-2.8 mm de ancho, planas, a veces involutas; lígula de 3-4 mm de largo; panículas de 5-15 cm de largo, densas, angostas, semejantes a espigas, espiguillas de 2.6-3 mm de largo, pediceladas, 1-floras; las glumas iguales, de 2.5-3 mm de largo, agudas, que cubren completamente a las flores; ligeramente escabrosas; lemma de 2 mm de largo, mítica o a veces aristada; pálea ausente.

Distribución geográfica: Se extiende desde México hasta Chile en América. En el Ecuador existe formando parte de los pajonales del páramo, y constituye un buen pasto natural, aunque no es abundante.

Ha sido colectado en:

Valle del Pedregal, Hacienda Pataichubamba, Provincia del Pichincha, 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 8419; Valle del Pedregal, Hacienda Pataichubamba, Provincia del Pichincha, 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 8421; Paja Blanca, El Cucho, Provincia del Carchi, Región Interandina, 3.300 m.s.m., Colec. MAS 10533; Páramo El Angel, Provincia del Carchi, Región Interandina, 3.400-3.600 m.s.m., Colec. MAS 10542; alrededores de Tulcán, Provincia del Carchi, 2.954 m.s.m., Colec. MAS 13209; Tixán, Provincia del Chimborazo, 2.600 m.s.m., Colec. MAS 21181; Chiriacu, Provincia del Pichincha, 2.900 m.s.m., Colec. MAS 21163; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 3.500-3.800 m.s.m.; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21266; El Gun, Provincia del Cañar, colec. MAS 21333; Cerro Imbabura, 2.800-3.300 m.s.m., Colec. MAS 18223; Natabuela, Provincia de Imbabura, 2.412 m.s.m., Colec. MAS 17938; Chiriacu, Provincia del Pichincha, 2.900 m.s.m., Colec. MAS 21205; Palmira, Provincia del Chimborazo, Cordillera Oriental, 3.300 m.s.m., Colec. MAS 21482; Suro-Tambo, Provincia de Imbabura Cordillera Oriental, 3.300-3.500 m.s.m., Colec. MAS 17564; Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, Cordillera Occidental, Colec. MAS 17680; Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, Cordillera Occidental, 2.800-2.900 m.s.m., Colec. MAS 17891; Yuquín, Cebadal, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 2.800 m.

s.m., Colec. MAS 18831; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, 2.900–3.600 m.s.m., Colec. MAS 18835; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, 2.900–3.600 m.s.m., Colec. MAS 18847; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 3.500–3.800 m.s.m., Colec. MAS 19098; Puela, Provincia de Tungurahua, 2.000–2.900 m.s.m., Colec. MAS 20759; Alor, Provincia del Carchi, Cordillera Oriental 2.900–3.000 m.s.m. Colec. MAS 21018; Proántag, Provincia de Imbabura, Colec. MAS 19014; Proántag, Provincia de Imbabura, Colec. MAS 21115.

Esta especie ha sido ampliamente coleccionada en los Andes del Ecuador por JAMESON; SPRUCE en el Tungurahua y otros lugares, pero no señalados, SODIRO en las cercanías de Quito, HARTMAN (sin localidad); HITCHCOCK en Tulcán (21021, 21045), entre Otavalo a Malchinguí (20828), en Páramos de Urbina (22015 y 22016), entre Oña y Cuenca (21593). Por 1946 fue colec. en Argelia, Provincia Loja por R. ESPINOSA, N° 555.

SINONIMOS:

ALOPECURUS AEQUALIS SOBEL.

ALOPECURUS ANTARTICA.

ANDROPAGON ALTUS HITCH.

Nombre vernáculo: "Cola de gato".

Gramínea muy parecida a *Andropogon saccharoides* var. *parvispiculus*: de 0,60–180 m de alto, nudos de las cañas floríferas con densas barbas blancas; hoja glabrescente, de borde finamente escabroso; panículas verdoso-blanquecinas; espiguillas de 4,5–5,6 mm de largo; la gluma externa 7–9 nerviada con un hoyuelo verde-negruczo bien visible en el envés.

Constituye, según se ha visto, un buen pasto; y como habita sitios secos, especialmente los niveles medios de los valles interandinos, es posible propagarlo artificialmente y aún más, mejorarlo por medio de experiencias genéticas. Esto se hará en la "Quinta Equinoccial" de San Antonio de Pichincha.

Distribución geográfica: Especie difundida desde México hasta Bolivia. En el Ecuador se ha colectado en los siguientes lugares, y con algunas variedades, como:

De Huachi Bajo a Pishilata, Provincia de Tungurahua, 2.700–2.420 m.s.m., Colec. MAS 9241; Huambaló-Cotalo, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.900 m.s.m., Colec. MAS 9710; Arajuno, Provincia de Santiago Zamora, Región Oriental 537 m.s.m., Colec. MAS 9772; Ambato-Quillán, Provincia de Tungurahua, Región Interandina 2.550–2.480 m.s.m., Colec. MAS 10217; Ambato-Quillán, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, y en 18 localidades más, 2.550–2.480 m.s.m., Colec. MAS 10222. *A. saccharoides laguroides* HACK., Colec. entre Huigra y Naranjapata y en Portovelo por HITCHCOCK. *A. saccharoides parvispiculus* colectado por varios autores en diferentes áreas de la Región Interandina, hasta Huigra y Naranjapata. *A. saccharoides perforatus* (TRIN.) HACK. Colec. por HITCHCOCK entre Huigra y Naranjapata. Además han sido colectadas las dos especies congéneras siguientes: *A. semiberbis* (NEES) KUNTH otra especie parecida Colec. por HITCHCOCK entre Portovelo y el Tambo. *A. sp.*-San Antonio-La Providencia, Provincia de Pichincha, Región Interandina, 2.400 m.s.m., Colec. MAS 16466; *A. virgatus* DESV.-Algunos otros han mencionado su existencia en la Provincia del Guayas pero no existen registros de los colectores clásicos.

Esta especie ha sido ampliamente coleccionada en el Ecuador por los botánicos, y en 1946 Colec. en San Pedro de Loja (R. ESPINOSA 236 y 271).

AVENA STERILIS L. *Nombre local*: "Cebadilla". Gramínea anual, cañas floríferas de 0,50–1,20 mm de alto, erguidas, glabras, hojas de 20–30 cm de largo por 4 mm de ancho, ligeramente escabrosas, panículas de 20–30 cm de largo, laxas, largas y abiertas; espiguillas grandes, largamente pediceladas, colgantes, de 2–3 cm de largo, 3–4 floras; las glumas de 2–3 cm de largo, iguales y más grandes que las flores, 8–11-nerviadas, acuminadas, papiráceas, persistentes; lemma de 17–24 mm de largo de ápice bidentado, los dientes agudos o acuminados, membranáceas, envés densamente bidentado, los dientes agudos o acuminados, membranáceas, envés densamente hispido pubescente en la mitad inferior, 8–9 nerviada, aristada, la arista dorsal, de 3–6 cm de largo, pálea de 12–15 mm de largo, ligeramente biaquillada en la base y cóncava en la parte superior, ciliada por las quillas.

Constituye una maleza muy común de los triales y cebadales, pero a la vez es una forrajera de gran valor nutritivo, muy apetecida por el ganado caballar, vacuno y ovino.

Origen y distribución geográfica: Originaria de Europa, pero muy difundida en la América, desde los Estados Unidos hasta Chile y Argentina.

En el Ecuador, el autor la ha colectado en El Socavón, Provincia Bolívar, Región Interandina 2.740–2.640 m.s.m., Colec. MAS 5878; Atandagua, Guanujo, Provincia de Bolívar, Cordillera Occidental 2.800 m.s.m., Colec. MAS 6298.

BRIZA MONANDRA (HACK.) PILGER. *Nombre local*: "Tembleque". Gramínea perenne; cañas floríferas de 20–65 cm de alto, gráciles, glabras; hojas generalmente basales, limbo de 4–12 cm de largo por 1,5–3 mm de ancho, plano o más o menos involuto, ligeramente pubescente en la haz, lígula de 3–5 mm de largo; panículas de 5–12 cm de largo, laxas, con ramificaciones capilares flexuosas colgantes; espiguillas de 3,5–5 mm de largo, pediceladas, oblongo-elípticas, más o menos infladas, verdoso-purpúreas 4–6 floras; las glumas iguales de 2–2,5 mm de largo, aquilladas, ligeramente escabrosas por las quillas, 2-nerviadas; lemma de 2,5–2,8 mm de largo, anchamente aovadas, el ápice escarioso, transparente, escasamente pubescente en el envés, ciliada en la mitad inferior, 5-nerviada, pálea aproximadamente aplanada, doblada por los nervios, ciliada en la mitad superior.

La *Briza monandra* o "tembleque" es una gramínea de aspecto llamativo por sus gráciles panículas, por lo que la utilizan como planta ornamental; es también un buen pasto.

Distribución geográfica: Especie difundida desde Colombia hasta Argentina.

En el Ecuador se encuentra en el río Bobo, Tulcán, Provincia del Carchi, Región Interandina a 2.900 m.s.m.,

Colec. MAS 13161; Suro-Tambo, Provincia de Imbabura, Región Interandina, a 3.300 m.s.m., Colec. MAS 17675; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, Cordillera Oriental, a 3.300 m.s.m., Colec. MAS 21220; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental a 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 19195.

Esta especie ha sido colectada en el páramo de Tipococha, Provincia de Chimborazo (DIELS 606).

BROMUS CATHARTICUS VAHL - SYN. BROMUS UNIOLOIDES H. B. K. Nombre quichua: "Socolla". Gramínea anual o bienal a veces, hasta de 1.10 m de alto; cañas floríferas cilíndricas, glabras, erguidas o ligeramente procumbentes; hojas de 10-20 cm de largo por 2.5-4 mm de ancho, plano, más o menos escabroso, vaina de 5-12 cm de largo, glabra o ligeramente pubescente; panículas laxas, abiertas, colgantes, de 8-25 cm de largo, el eje y ramificaciones escabrosas; espiguillas de 17-29 mm de largo (incluyendo la arista de 2-4 mm), largamente pediceladas, 5-9 floras; las glumas aovado-lanceoladas, aquilladas, escabrosas, la gluma externa de 7-10 mm de largo, 5-nerviada, la interna de 8-11 mm de largo, 6-8 nerviada; lemma más o menos elíptico-lanceolada, de 12-15 mm de largo, 7-9 nerviada, coriácea, escabrosa en el envés, escariosa por los bordes; pálea de 8.5-11 mm de largo, aquillada, 2-nerviada, pestañeada a lo largo de los nervios, membranáceo-transparente.

Este *Bromus* o "Socolla" es una hierba muy estimada como forrajera; crece generalmente en los bordes de los terrenos de cultivo o dentro de éstos principalmente en los trigales y cebadales y, en este caso, constituye una maleza de difícil erradicación.

Distribución geográfica: Se extiende desde Chile hasta el sur de los Estados Unidos de Norteamérica.

En el Ecuador se halla en: Atandagua (Guanujo) Provincia de Bolívar, 2.800 m.s.m., Colec. MAS 6300; Rosas-Pamba, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 2.850-3.000 m.s.m., Colec. MAS 8043; Yambo-Cunchibamba (Chazaló), Provincia de Tungurahua, 2.600-2.730 m.s.m., Colec. MAS 8561; Huachi Bajo, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.700-2.420 m.s.m., Colec. MAS 9242; Bellavista, Ambato, Provincia de Tungurahua Región Interandina, 2.630 m.s.m., Colec. MAS 9323; Parques de Ambato, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.500-2.600 m.s.m., Colec. MAS 9376; Huambaló-Tocaló, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.900 m.s.m. Colec. MAS 9707; Quito, Provincia de Pichincha, Región Interandina 2.900 m.s.m., Colec. MAS 10032; Ambato-Quillán, Provincia de Tungurahua, Región Interandina 2.480 m.s.m., Colec. MAS 10225; Cayambe, Hacienda San José, Provincia de Pichincha, 2.850 m.s.m., Colec. MAS 10356; Paja Blanca, El Cucho, Provincia del Carchi, 3.200 m.s.m., Colec. MAS 10531.

Esta especie Colec. en las alturas orientales de Loja a 2.250 m.s.m., por R. ESPINOSA 279, según HITCHCOCK, esta especie es Syn. de *Bromus unioloides* H.B.K. y en este sentido, ha sido muy colectada desde principios del siglo pasado: SPRUCE 5.815 y 5.816 pero sin localidades exactas, lo mismo que HOWAY (864 y 901), HARTMAN en Quito (8,47), en Tixán (ROSE 22401), Cuenca (ROSE 22915) y Cumbe (ROSE 22958); HITCHCOCK Colec. en Tulcán 20974, 21027), en Alausí (20689), entre Loja y San Lucas (21488), etc. Originalmente *Bromus unioloides* fue descrita a base de especimen cerca de Quito (BONPLAND).

BROMUS LANATUS H. B. K. Nombre quichua: "paja", "ichu"; "puna" en el Perú. - Grama perenne; cañas floríferas de 15-60 cms de alto, erguidas, glabras o ligeramente pubescentes en la parte apical; limbo de 20-25 mm de largo por 1.5-3.7 mm de ancho, lineal, plano o involuto, pubescente, margen más pubescente (las hojas tiernas basales son ciliosas), vaina ligeramente pubescente, panículas laxas de 2-6 cm de largo, extendidas y colgantes, el eje y las ramificaciones flexuosas, finamente pubescentes; espiguillas de 12-16 mm de largo por 3.7-5 mm de ancho, comprimidos, 4-6 floras; las glumas lanceoladas u oblongo-lanceoladas, acuminadas, persistentes, gluma externa de 6-7.5 mm de largo, 1-nerviada, la interna de 7.5-9 mm de largo, 3-nerviada, algo pubescente en el envés; lemma de 8-9 mm de largo, acuminada, aristada, la arista subapical de 4-6 mm. de largo, 5-7, nerviada, villosa en el envés, los pelos gradualmente más densos hacia los bordes; pálea de 6.5-7.5 mm de largo, membranácea-transparente, ligeramente biaquillada en la base y plana en el ápice, 2-nerviada, con pelos cortos y rígidos a lo largo de los nervios en el envés.

Es un buen pasto de páramo, aunque escaso; habita de preferencia en los lugares pedregosos.

Distribución geográfica: Habita desde los páramos de Colombia hasta la región altoandina de Bolivia. En el Ecuador existe y se ha colectado en:

Culebrillas-Yanayacu, Provincia del Chimborazo, 3.320-2.450 m.s.m., Colec. MAS 7621; Páramo de El Angel, Provincia del Carchi, Región Interandina, 3.400-3.600 m.s.m. Colec. MAS 10536; Páramo de El Angel, Provincia del Carchi, Región Interandina 3.400-3.600 m.s.m. Colec. MAS 10539; Páramo de Motero, Provincia de Pichincha, 3.200 m.s.m., Colec. MAS 11210; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21219; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21200; Lloa, Provincia de Pichincha, Cordillera Oriental 2.900-3.100 m.s.m., Colec. MAS 20009; Cotacachi, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 300 m.s.m., Colec. MAS 19012; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, Región Interandina 2.900-3.600 m.s.m., Colec. MAS 18839; Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, Región Interandina, Colec. MAS 17677; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 2.900-3.600 m.s.m., Colec. MAS 18832.

Esta especie fue originalmente descrita como del Cerro Antisana por BONPLAND, ha sido también por los siguientes botánicos: SODIRO, en las faldas del Pichincha, en 1874 y en Chilligallo en 1887, MILLE en Pichincha, HARTMAN en las faldas del Atacazo, STÜBEL en la Provincia de Imbabura, HITCHCOCK en Tulcán, faldas del Atacazo, STÜBEL en la Provincia de Imbabura, HITCHCOCK en Tulcán, faldas del Chimborazo, en 1933 en el sotobosque de Tipococha, Provincia del Chimborazo (DIELS 608).

BROMUS PITENSIS H.B.K. Nombre quichua: "Socolla". - Gramínea perenne, erguidas; cañas floríferas de 20-60 cm de alto, glabras; limbo de 4-12 mm de largo por 2-4 mm de ancho, lineal-lanceoladas, plano, pubescente en la haz (solamente las hojas basales son pubescentes por ambas caras), vaina villosa; panículas de 6-9 cm de largo, laxas, abiertas y colgantes, las ramificaciones flexuosas; espiguillas de 19-23 mm de largo

por 3.8–4.3 mm de ancho, comprimidas, 5–8 floras; las glumas lanceoladas u oblongas, más o menos obtusas o subagudas, glabras, persistentes, gluma externa de 5.5–6.5 mm de largo, 3–nerviada, la interna de 7–8 mm de largo, 3–nerviada; lemma de 8–10 mm de largo, pubescente hacia los bordes en el envés, 6–7 nerviada, siendo 3 nervios más visibles, aristada, la arista subapical de 3–5 mm de largo; pálea de 7–8 mm de largo más o menos oblonga de ápice redondeado, ligeramente biaquillada en la base y acanalado o plano hacia el ápice, membranáceo-transparente, 2–nerviada, pestañeada en el envés a lo largo de los nervios.

Esta gramínea constituye un pasto muy apetecido por el ganado en general; vive entre chaparreros, cercos, quebradas y laderas.

Distribución geográfica: Se extiende desde el Ecuador hasta Bolivia, habitando los niveles medios. En el Ecuador la especie *Bromus pitensis* ha sido colectada por el autor, casi en toda la región andina:

El Carmen, Provincia del Chimborazo, Región Interandina, 2.450–2.700 m.s.m., Colec. MAS 5335; Gualilagua, Provincia de Pichincha, Cordillera Occidental, 3.000–3.200 m.s.m., Colec. MAS 7557; Cubillín, Provincia del Chimborazo, Cordillera Oriental, 3.300–3.400 m.s.m., Colec. MAS 7557; Alajua-Quisapincha, Provincia de Tungurahua, Región Interandina 2.850–3.100 m.s.m., Colec. MAS 8787; Camino Ambato-Pelileo, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.700 m.s.m., Colec. MAS 9280; Carretas, descenso río Guayllabamba, Provincia de Pichincha, 2.780–2.300 m.s.m., Colec. MAS 10326; Puente sobre el río Pisque-Cangagua, Provincia de Pichincha, 2.750–2.800 m.s.m., Colec. MAS 10344; Paja Blanca-Huaca, Provincia del Carchi, Región Interandina, 3.000–3.300 m.s.m., Colec. MAS 10490; río Bobo-Tulcán, Provincia del Carchi, Región Interandina, 2.900 m.s.m., Colec. MAS 13162; Shanshipamba, Macho Loma, Provincia de Imbabura, 2.900 m.s.m., Colec. MAS 14332; Shanshipamba, Macho Loma, Provincia de Imbabura, 2.900 m.s.m., Colec. MAS 14443; Angochagua, E. de Ibarra, Provincia de Imbabura, 2.500–3.150 m.s.m., Colec. MAS 14574; Picalquí, S. de Tabacundo, Provincia de Pichincha, 2.750 m.s.m., Colec. MAS 16360; Puéllaro, Provincia de Pichincha, Región Interandina, 2.100 m.s.m., Colec. MAS 16483; Proántag, Provincia de Imbabura, Región Interandina, Colec. MAS 21124; Páramo de Palmira, Provincia de Chimborazo, Cordillera Oriental 3.229 m.s.m., Colec. MAS 21486; Cotacachi, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 19009; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 2.900–3.600 m.s.m., Colec. MAS 18845; San Juan, Provincia del Chimborazo, Región Interandina, 3.300–2.800 m.s.m., Colec. MAS 16771; Hacienda Shical, Provincia del Cañar, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 16971; Natabuella, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 2412 m.s.m., Colec. MAS 17894; El Cunice, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 2.836–3.328 m.s.m., Colec. MAS 18191.

Esta especie fue originalmente descrita por BONPLAND con especimen Colec. en el río Pita, cerca de Quito, pero han colectado muchos otros botánicos extranjeros: SODIRO en las faldas del Pichincha, MILLE en Pifo y Quito, Riobamba; ROSE, HITCHCOCK en Tulcán, La Rinconada, entre Otavalo y Malchinguí, entre Malchinguí y Pomasqui, Ambato, Huigra, entre Loja y San Lucas; HARTMAN en Quito, Riobamba; DIELS 1357, etc.

CALAMAGROSTIS HETEROPHYLLA
(WEDD.) PILGER. *Nombre vulgar:* “paja de pára-

mo”. – Gramínea perenne; cañas floríferas de 20–60 cm de alto, erguidas o decumbentes en la parte basal, glabras; hojas con limbo de 3–6.5 cm de largo por 2–4 mm de ancho, plano, glabro; panículas de 5–14 cm de largo, densas, angostas, espiquillas cortamente pediceladas, 1–floras; las glumas ligeramente desiguales de 3–5 mm. de largo, agudas o ligeramente acuminadas, 1–nerviadas, aquilladas, escabrosas por la quilla, escariosas por las márgenes; lemma de 2.5–3.2 mm de largo, el ápice terminado en 4 dientes delgados, inconspicuamente 5–nerviada, aristada, esta de 4–5.5 mm de largo; pálea de 1.2–1.5 mm de largo, truncada, membranácea; rachilla prolongada, pubescente.

Esta gramínea es forrajera, vive de preferencia en los lugares semipedregosos, pero también en los páramos arcillosos y húmedos.

Distribución geográfica: Habita en campos abiertos y la estepa de gramíneas desde el Ecuador hasta Bolivia. En el Ecuador vive y ha sido colectada en los páramos de la Cordillera Occidental, en los siguientes lugares:

Pilahuín, Provincia Tungurahua, entre 3.300–3.500 m. s.m., Colec. MAS 92190; Tililac, Provincia de Bolívar, a 4.000 m.s.m., Colec. MAS 10856 en las faldas del Pichincha y sur de Quito a 3.200 m.s.m., Colec. JAMESON y HARTMAN, al occidente y sur de Tulcán, Provincia del Carchi, y entre Otavale y Malchinguí, etc.

CALAMAGROSTIS INTERMEDIA PRESL.
Syn. **CALAMAGROSTIS HUMBOLDTIANA** STEUD. *Nombre vulgar:* “Ichu”, “paja de páramo”. – Esta gramínea perenne; cañas floríferas de 0.30–1 m de alto; erguidas, divergentes, pálidas, glabras; hojas basales numerosas, limbo angosto de 20–40 cm de largo, rígido, punzante, enrollado o plegado, escabroso; panículas de 15–30 cm de largo, ligeramente abiertas, aproximadamente sueltas; las glumas más o menos iguales, de 6–7 mm de largo, agudas o acuminadas, aquilladas, glabras, la gluma externa 1–nerviada, la interna 3–nerviada; lemma de 4.8–5 mm de largo, aristada, 4–nerviada, ligeramente escabrosa, de ápice truncado o terminado en 4 dientes, aristada, la arista dorsal de 6 mm de largo; pálea de igual longitud que la lemma; rachilla prolongada, densamente villosa.

Esta gramínea es apreciada para el techado de las casas y chozas; el ganado come solamente las hojas tiernas y las panículas; para que sea mejor aprovechada, los indígenas de los Andes del Ecuador hacen anualmente quemadas, para que retoñe.

Distribución geográfica: Gramínea difundida desde Colombia hasta Argentina. En el Ecuador andino, esta gramínea habita casi en todos los páramos, como dominante. Ha sido colectada por el autor en las siguientes localidades:

Chillanes-Urcu, Provincia de Bolívar, Cordillera Occidental, 2.600–3.200 m.s.m., Colec. MAS 6625; Culebrillas-Yanayacu, Provincia del Chimborazo, 3.320–3.420 m.s.m., Colec. MAS 7616; Culebrillas-Yanayacu, Provincia del Chimborazo, 3.320–3.450 m.s.m., Colec. MAS 7622; Cule-

brillas-Yanayacu, Provincia del Chimborazo, 3.320-3.450 m.s.m., Colec. MAS 7624; Laguna de Chiqui, Provincia de Pichincha, Cordillera Oriental 3.800-3.880 m.s.m., Colec. MAS 8152; Faldas orientales del Cotopaxi, Provincia del Cotopaxi, 3.400-3.500 m.s.m., Colec. MAS 8226; Páramo Montero Urcu, San Francisco, Provincia de Pichincha, 3.200 m.s.m., Colec. MAS 11209; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 19188; San Juan, Provincia del Pichincha 3.000-3.500 m.s.m., Colec. MAS 20075; Alor, Provincia del Carchi, Cordillera Oriental 2.900-3.000 m.s.m., Colec. MAS 21012; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 21116; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 19186; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 19174; Mochapata, Provincia de Tungurahua, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 21315; El Pimo, Provincia del Cañar, Colec. MAS 21369; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21213; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21204; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21185; Proántag, Provincia de Imbabura, Región Oriental 3.000 m.s.m., Colec. MAS 19007; E. del Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 18285; Hacienda Shical, Provincia del Cañar, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 16966; Pogyo-Arenal, Provincia del Chimborazo, 3.800 m.s.m., Colec. MAS 16696.

Originalmente descrita con muestra del Pichincha, Colec. por varios botánicos en los Andes del Ecuador: KARSTEN en Quito, JAMESON en el Páramo alto del Pichincha, SODIRO en 1887 (sin localidad). STÜBEL en el Antisana, HITCHCOCK en el Chimborazo (21985); en Cajannuno, al S. de Loja (R. ESPINOSA 323, 333, 335).

CALAMAGROSTIS RECTA (H. B. K.) TRIN.

Nombre vulgar: "Ichu" o "paja de páramo". - Grama perenne; cañas floríferas erguidas o divergentes, de 0,45-1 m de alto, glabras, brillantes; hojas aproximadamente del tamaño de la mitad de las cañas floríferas; limbo rígido, punzante, enrollado, haz generalmente escabroso, envés glabro, brillante; panículas de 10-20 cm de largo, densas, interrumpidas hacia la base; espiguillas cortamente pediceladas, 1-floras; las glumas iguales, de 5-6 mm de largo, agudas o acuminadas, glabras o a veces escabrosas por las quillas; lemma de 4,5-5 mm de largo, con el ápice terminado en 4 dientes desiguales, delgados, 4-nerviada, aristada, la arista de 7-7,5 mm de largo; pálea de 4-5 mm de largo, membranáceo-transparente; rachilla prolongada, densamente pubescente.

Esta especie se relaciona mucho con *Calamagrostis intermedia*, de la que difiere fundamentalmente por las panículas más compactas, y por la rachilla y pelos más pequeños que la pálea. Es uno de los elementos que forman parte de los "pajonales" del páramo. Como pasto es utilizado solamente las hojas tiernas y las panículas; pero es apreciada por el ganado cuando la grama es algo tierna.

Distribución geográfica: Vive desde los páramos del Ecuador hasta los páramos peruanos. En el Ecuador andino ha sido colectada en los siguientes lugares:

Hacienda La Hamaca-Loma, Provincia de Loja 2.400-2.600 m.s.m., Colec. MAS 7959; Valle del Pedregal, Provincia de Pichincha, 3.800-3.500 m.s.m., Colec. MAS 8415; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 18329.

Esta especie fue originalmente descrita con espécimen de cera de Quito (BONPLAND) y ha sido Colec. por los siguientes botánicos en diferentes lugares andinos: SPRUCE en el Tungurahua, JAMESON en los alrededores de Quito, ANTHONY & TATE en el Antisana, HARTWEY, COUNTRY, WHYMPER (sin localidades), HITCHCOCK colectó en el Pichincha (21085) y en el Chimborazo (21980); en Horta-Naque, S. de Loja (R. ESPINOSA 1013).

CALAMAGROSTIS RIGIDA H. B. K. TRIN.

Nombre vulgar: "Ichu" o "paja de páramo". - Gramínea perenne; cañas floríferas de 40-60 cm de alto, glabras; hojas de limbo filiforme de 8-28 cm de largo, enrollado o plegado, finamente escabroso por los bordes, vaina de 15-30 cm de largo, aproximadamente membranácea, algo escabrosa; panículas de 10-14 cm de largo, densas, angostas, interrumpidas; espiguillas 1-floras, pediceladas; las glumas de 6-8 mm de largo, más o menos iguales, aquilladas, agudas, escariosas por los bordes, la gluma externa 1-nerviada, la interna 3-nerviada; lemma de 4,5-5,5 mm de largo, finamente escabrosa, 5-nerviada, aristada, la arista de 5-7 mm de largo; pálea de 4-5 mm de largo, hialina; rachilla densamente vilosa, los pelos largos y sedosos.

Esta gramínea es componente de la formación de los pajonales andinos; vive formando densos manojos. Es poco apetecible, pero cuando "tierna", constituye una forrajera aprovechable.

Distribución geográfica: Se encuentra en la región altoandina del Ecuador y Perú. En el Ecuador ha sido colectada por el autor en:

El Páramo de Antisana, al igual que BONPLAND, Provincia de Pichincha, Región Cordillera Oriental sobre los 3.600 m.s.m.

CALAMAGROSTIS RIGESCENS (PRESL.)

SCRIBN. Gramínea perenne, cespitosa; cañas floríferas de 10-30 cm de alto, rígidas, resistentes, pálidas, engrosadas, glabras; hojas involutas y angostas, panículas de 3-10 cm de largo, angostas, apretadas, más o menos interrumpidas, semejantes a espiga, verde-pálidas generalmente; espiguillas de 4,8-5,1 mm de largo, 1-floras; las glumas aproximadamente iguales de 4,8-5 mm de largo, agudas, a veces acuminadas, aquilladas, 1-nerviadas, escariosas por los bordes; lemma de 3,8-4,1 mm de largo, terete, aristada, con 4 dientes delgados en el ápice, 5-nerviada, con escasos pelos cortos en la base, la arista dorsal que nace por debajo de la mitad inferior, de 4-5 mm de largo; pálea de 2,7 mm de largo, completamente cubierta por la lemma; rachilla muy corta, glabra.

Especie muy relacionada con *Calamagrostis vicumarum*, de la cual se diferencia, sin embargo, por las cañas floríferas más gruesas y resistentes y por la rachilla glabra.

Distribución geográfica: Gramínea que se extiende desde el Ecuador hasta el norte argentino.

Vive de preferencia en los lugares húmedos y en bordes de acequias. En el Ecuador ha sido colectada en las siguientes localidades:

Pasa, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 3.500-4.000 m.s.m., Colec. MAS 8754; Cunuyacu, Provincia de Tungurahua, 3.400 m.s.m., Colec. MAS 16685.

Esta especie ha sido colectada antes por JAMESON en el páramo de Pichincha y otros lugares andinos.

CALAMAGROSTIS VICUNARUM (WEED.) PILGER. *Nombre vulgar*: "paja o mota". - Grama perenne, cespitosa; cañas floríferas de 5-20 cm de alto, delgadas, erguidas, glabras; hojas mayormente basales, limbo de 2-4.5 cm de largo, más o menos filiforme, arqueado, ligeramente escabroso; panículas apretadas en forma de espiga, verde-pálidas o purpúreas, de 3-6 cm de largo; espiguillas de 6-7.3 mm de largo, pediceladas, 1-floras; las glumas aproximadamente iguales, de 6-7 mm de largo, acuminadas, aquilladas, 1-nerviadas, glabras; lemma aristada, de 3.8-4 mm de largo, terete, el ápice con 4 dientes delgados, la arista dorsal que nace por debajo de la mitad de 6-7 mm de largo; pálea envuelta completamente por la lemma, membranácea, trasparente, de 2 mm de largo; rachilla de 0.7 mm de largo, hispido-pubescente.

Esta grama constituye, según las informaciones "in situ", una de las más características del páramo. Es un buen pasto, lo prefieren especialmente los auquénidos y luego el ganado ovejuno.

Distribución geográfica: Endémica de la Puna del Perú y Bolivia probablemente. En los páramos del Ecuador ha sido colectada por SPRUCE en Los Andes.

CORTADERIA RUDIUSCULA STAP. *Nombre vulgar*: "Sigse". - Planta perenne que forma densas matas; cañas floríferas ("sigses") de 1-2 m de alto. Hojas basales muy numerosas hasta de 1.3 m de largo por 4-10 mm de ancho, resistentes, duras, fuertemente escabrosas o finamente denticuladas por las márgenes (cortantes), vaina ensanchada resistente, estriada; panículas de 20-60 cm de largo, semejantes a plumajes, blanquecinas-amarillentas o algo rosadas (cuando jóvenes), con ramificaciones delgadas ligeramente colgantes; espiguillas de 15-17 mm de largo, 3-5-floras. Las hojas se utilizan para confeccionar soguillas, "huasquillas", que se empleaban como amarre para el techado de las casas, en la Región Interandina. Las panículas plumosas se usan como adorno, tiñéndolas de diversos colores, y las cañas floríferas para hacer cometas. Pero lo interesante es ver que es utilizado el follaje del "sigse" como forraje en los lugares secos de Salcedo, Huachi, Pelileo, Guano, etc., no obstante la aspereza de las hojas. Esto se debe a la escasez de forraje en dichas áreas.

Distribución geográfica: Su área de distribución comprende desde el Ecuador hasta la Argentina y Chile, pero también se cultiva como orna-

mental en California y en jardines botánicos de Europa.

En el Ecuador el "sigse" habita y se cultiva a orillas de acequias, riachuelos, manantiales o simplemente en terrenos húmedos, dando un aspecto pintoresco al paisaje por sus largas panículas que semejan grandes plumajes o panojas, fácilmente reconocibles aun a grandes distancias; altitudinalmente van de los 1.800 a los 3.200 m.s.m.; en el Ecuador el autor ha herborizado en los siguientes lugares:

Yambo-Cunchibamba, Provincia del Tungurahua, Región Interandina 2.750-2.800 m.s.m., Colec. MAS 9236; puente sobre el río Pisque, Provincia de Pichincha, Colec. MAS 10336; Shanchipamba, río Pisque, Provincia de Imbabura, 2.700 m.s.m., Colec. MAS 14528; alrededores de Loja, Colec. MAS 20535.

Esta especie, que se extiende hasta Chile y Argentina y que en la Región Interandina se conoce como "sigse", ha sido coleccionada en varios sectores del Ecuador, por ROSE en Ambato y Nabón, por SPRUCE, por HARTMAN en el Pichincha, por ANTHONY & TATE en Antisanilla, por HITCHCOCK en Alausí y en el Valle de 2 kms. al NE. de Loja a 2.100 m (R. ESPINOSA 1357), etc.

En la región andina del Ecuador, además de la *C. rudiuscula*, existen y han sido colectadas especies muy afines, como son: *C. aristata* PILGER.-Namanda, S. de Loja, Región Interandina, Colec. de 1.700-1.800 m.s.m., R. ESPINOSA Nº 1090; *C. mediunula* STAFF.-Colec. MAS 20535; *C. nitida* (H.B.K.) STEUDEL.-Colec. MAS 18862; Colec. MAS 18863; Colec. MAS 21676; Colec. MAS 20535; Colec. MAS 19015; Colec. MAS 19016; Colec. MAS 19017; Páramo de Carnicería, Provincia del Chimborazo 3.750 m. s.m., Colec. MAS 7659; Laguna de Chiqui, Prov. de Pichincha, Cordillera Oriental de 3.800-3.880 m.s.m., Colec. MAS 8131; Santo Domingo de Los Colorados, Provincia de Pichincha, Cordillera Occidental, 3.200 m.s.m., Colec. MAS 10863; Cerro Iguán, Provincia del Carchi, Región Interandina de 3.800-4.000 m.s.m., Colec. MAS 21676; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m. s.m., Colec. MAS 21212; Cotacachi, Provincia de Imbabura, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 19017; Cotacachi, Provincia de Imbabura, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 19016; Cotacachi, Provincia de Imbabura, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 19015; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 18862; Páramo de Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 18863; *C. bifida* LLOA, Provincia de Pichincha, Cordillera Oriental 2.900-3.100 m.s.m., Colec. MAS 20004; Tablón de Oña, Provincia de Loja, Región Interandina, 1.600 m.s.m., Colec. MAS 23102. Existe dentro de este mismo género otra especie semejante de *Cortaderia*, *C. sericantha* (STAUD.) HITCH. Sachafilo.-Faldas de Cazaguala, Provincia de Tungurahua, 4.000-3.200 m.s.m., Colec. MAS 8770.

Esta especie descrita originalmente con el tipo colectado por JAMESON en el Páramo de Antisana, pero la especie ha sido colectada por otros botánicos: JAMESON en la Cordillera Oriental a más de 4.000 m.s.m., SODIRO y MILLE en las faldas del Cotopaxi, STÜBEL en el mismo volcán y casi al borde nevado, MILLE y HITCHCOCK en los páramos del Chimborazo, etc., etc.

CHLORIS VIRGATA SWARTZ, Syn. **CHLORIS PUBESCENS** LAG. y *Chl. elegans* H.B.K. - Gramínea de cañas de 20 a 40 cm de alto, las hojas superiores ligeramente hinchadas y glabras en su vaina; espigas terminales de 5-6 cm y semi-erectas y algo caídas o flexuosas; lemmas vellosas, gran parte de ellas estériles. Como las otras congéneres,

esta *Chloris* es comida por el ganado, pero mejorándola puede transformarse en otra especie forrajera útil.

Distribución geográfica: Esta especie habita en las áreas tropicales y subtropicales de Ecuador, Perú y Bolivia. En el Ecuador ha sido colectada *Chl. virgata* entre Chanduy y Guayaquil (SPRUCE 6437, 6439) y entre La Toma y Loja (HITCHCOCK 21403) etc., donde hay casi medio año de sequía.

CHUSQUEA SCANDENS KUNTH, Syn. *Ch. Jamesoni* KUNTH, *Ch. quitensis* HACK.—Nombre vernáculo: En la Región Interandina del Ecuador: "Suro", "shibur", "chusque", "carrizo de monte", etc. Esta gramínea, de cañas macizas y muy resistentes, es propia de las formaciones inferiores a la Ceja Andina 2.600–3.200 m.s.m.; constituye un verdadero bambú andino y como vive asociado formando verdaderas "manchas", éstas constituyen los "surales" o "carrizales". Este bambú y todas las especies de este género son económicas, no solo por sus cañas, que tienen muchos usos (construcciones, techos, cubiertas, tumbados, paredes, cerramientos, cesterías, etc.), sino por su follaje, que es comible por el ganado bovino, asnal o mular; en los antiguos viajes de travesía por las cordilleras, el "suro" constituía un forraje buscado por los "arrieros" de entonces. Con los transportes motorizados de la actualidad, el "suro" ya no es utilizado como antes; pero se debería propagar, al menos en las proximidades de las haciendas de las estribaciones andinas, para forraje suplementario y por sus cañas útiles. El género *Chusquea* está bien desarrollado en el Ecuador andino, entre los 1.800 y los 3.200 m.s.m., que además de la especie *Ch-scandens* mencionada, existen otras más conocidas como "suross", "suriellos", "moñas", etc. He aquí los principales:

Ch. acuminata DOELL. del sector Pululagua-Nieblé, Provincia de Pichincha 2.500–2.200 m.s.m., Colec. MAS 20234 y 20239;

Ch. delicata HITCH. de la Cordillera Oriental de 2.600 a 2.900 m.s.m. Herborizaciones en Campanas, Provincia Santiago Zamora, Colec. MAS 5056; entre río Sordo y la Esperanza, Provincia de Santiago Zamora, Colec. MAS 7337;

Ch. Lehmannii de la Región de Oyacachi, Cordillera Oriental de la Provincia de Pichincha a 3.100 m.s.m., Colec. MAS 11150.

Ch. perligulata PILGER del sector El Pimo-Santa Rosa, Provincia Cañar, 2.950 m.s.m., Colec. MAS 21351.

Ch. peruviana CAMUS de la Cordillera Occidental de la Provincia del Chimborazo y de Pichincha, Colec. en Chanchán, Colec. MAS 6093, descenso a Huigra, Colec. MAS 20741; Guarumo, Provincia Pichincha, Cordillera Occidental, MAS 21743, etc.

Ch. serrulata PILGER, gramínea leñosa ampliamente distribuida en la Región Andina y Subandina de las dos Cordilleras de los Andes, de los 1.500 a 2.800 m.s.m. Las Colec. de especie hechas por ACOSTA-SOLÍS, son las siguientes: Río Sacramento-Era-Pata, Provincia Chimborazo, Colec. MAS 5369; Yanaurco, Provincia Bolívar, Colec. MAS 6720; Hacienda "Los Alpes", Provincia Pichincha, Colec. MAS 7058; Huambaló-Cotaló, Provincia Tungurahua, Colec. MAS 9725; Cerro del Italó, Provincia Pichincha, Colec. MAS 14085; Pilaló, Provincia Cotopaxi, Colec.

MAS 14784; Nanegalito, Provincia Pichincha, Colec. MAS 17158; Hacienda Caldera, Provincia del Carchi, Colec. MAS 21040; Zamorahuaico, Provincia de Loja, Colec. MAS 20532; Faldas de El Corazón, Provincia Pichincha, Colec. MAS 20532; Nanegalito, Provincia Pichincha, Colec. MAS 20633.

Ch. uniflora STEUD. Bambú con cañas de 4 o más metros de alto y gruesas, con internudos a 12–16 cm; hojas lanceoladas de 5 cm de largo y 1 cm de ancho, glabras a la haz y pubescentes al envés; panículas abiertas, floraciones de 5 cm largo, espiguillas glabras de 6 a 7 mm de largo y ligeramente mucronadas, glumas pequeñas. Esta especie, que vive asociada formando "manchas" se distribuye geográficamente desde Colombia hasta Bolivia. En el Ecuador fue colectada por primera vez cerca de Quito por SPRUCE (5940).

En general, las especies del género *Chusquea* y los otros bambúes andinos necesitan ser estudiados más detenidamente, no sólo en el sentido taxonómico, sino también desde el aspecto económico.

DISSANTHELIUM CALYGINUM (PRESL.) HITCHC.—Planta perenne, cespitosa; cañas floríferas de 3–10 cm de alto, decumbentes en la base, glabras; limbo de 1–3 cm de largo por 1.4–2.2 mm de ancho, involuto o plegado, glabro, vaina ligeramente ensanchada, glabra; panículas de 1–3 cm de largo, más o menos oblongas, a veces ligeramente extendidas; espiguillas de 3–3.5 mm de largo, 2-floras; las glumas iguales de 2.5–3.5 mm de largo, agudas, aquilladas, 3-nerviadas; lemma de 2–2.2 mm de largo, aquillada, 3-nerviada, glabra; pálea ligeramente biaquillada, casi de la misma longitud que la lemma, ligeramente membranacea.

Esta gramínea constituye uno de los elementos de la formación de "césped de puna", siendo un pasto suave es muy buscado por el ganado lanar en especial.

Distribución geográfica: Habita la Puna del Perú y Bolivia. En el Ecuador no ha sido colectado, pero en vista de que es un buen pasto, debería propagarse.

DISSANTHELIUM MINIMUM PILGER.—Planta anual, cespitosa; cañas floríferas de 3–14 cm de alto, erguidas o decumbentes, glabras; limbo de 1.5–5.5 cm de largo por 2–3 mm de ancho, plano, glabro, vaina de 2–5 cm de largo, glabra; panículas de 1–2.5 cm de largo, aproximadamente oblongas; espiguillas de 3.7 mm de largo, pediceladas, 2-floras; las glumas iguales de 3.2–3.6 mm de largo, aquilladas, agudas o ligeramente mucronadas, 3-nerviadas, visiblemente escariosas por los márgenes; lemma de 2–2.1 mm de largo, membranacea, 2-nerviada.

Es un pasto muy estimado de las alturas de la Región Andina; se parece mucho a *Dissanthelium calycinum*, de que difiere fundamentalmente por las hojas más anchas y planas y por ser anual.

Distribución geográfica: Propia de la parte altoandina del Perú y Bolivia. Esta especie tampoco ha sido registrada en el Ecuador, pero en vista de que se la ha mencionado como gustosa para el ganado, debería introducirse y propagarse.

DISSANTHELIUM PERUVIANUM (NESS & MEY.) PILGER. — Planta perenne, cespitosa: cañas floríferas de 4–14 cm de alto, glabras; limbo angosto de 1–5 cm de largo por 1.5–3 mm de ancho, generalmente erecto involuto, glabrescente, vaina bien desarrollada, de 4–6 mm de ancho, brillante, amarillento-pálido, imbricada, más o menos suelta; panículas de 2–3.5 cm de largo, aovadas, verde-pálidas; espiguillas de 5–6 mm de largo, 2-floras; las glumas iguales de 5–6 mm de largo, ligeramente arqueadas en el ápice, aquilladas, más grandes que las flores, finalmente escabrosas por las quillas, notablemente escariosas por los bordes, 3-nerviadas; lemma mútica, de 2.5–3 mm de largo, aovada, obtusa, 3-nerviada; pálea de la misma dimensión que la lemma.

Se parece mucho a *Dissanthelium calycinum*, pero se diferencia por las vainas de sus hojas bien desarrolladas, brillantes y sueltas, por las glumas más grandes (5–6 mm de largo). Generalmente vive en niveles comprendidos entre los 4.300–4.500 m.s.m. de altitud, siendo un buen pasto pero escaso.

Distribución geográfica: Crece en lugares rocosos de la Puna del Perú y Bolivia. Su propio habitat es la Puna de Bolivia y el Perú. En el Ecuador todavía no existen registros de herborización; entonces lo aconsejado sería su introducción para realizar las experiencias respectivas.

DISTICHLIS HUMILIS R. A. PHIL. Gramínea de talla pequeña, que crece a base de rizomas cundidores e indefinidos, cubriendo grandes extensiones a manera de césped; hojas pequeñas y angostas como las panículas (dioicas); espículas con varias flores.

Distribución geográfica: El habitat de esta especie es el país altoandino del páramo y la puna semidesértica, de los 2.900 a los 3.900 m.s.m., en los Andes del Perú y Bolivia, pero está registrada también para el norte de Argentina y Chile. En el Ecuador no ha sido colectada ni registrada.

Muy semejante a la especie anterior, pero un poco más desarrollada es la *Distichlis spicata* (L.) GREENE, Syn. *Uniola spicata* L., herborizada en Guano, Provincia del Chimborazo, por SPRUCE (Nº 5919). Propiamente las dos especies mencionadas de *Distichlis* no son forrajeras de primera pero no estaría demás introducir y ensayar en las alturas, dentro del programa nacional de investigaciones forrajeras, o por lo menos para ensayos de protección de suelos en las alturas andinas.

FESTUCA MEGALURA NUTT. Nombre vernáculo: “paja”, “socolla” en el Perú. — Gramínea anual, cañas floríferas de 16–55 cm de alto, erguidas o ligeramente extendidas, delgadas, glabras; limbo de 4–9 cm de largo por 1.5–2.5 mm de ancho, esparcidamente pubescente en la haz; panículas de 8–20 cm de largo, angostas, contraídas; espiguillas 5–7 floras, las glumas desiguales, aquilladas, la gluma externa de 1–2 mm de largo, 1-nerviada, la gluma interna de 4–6 mm de largo, 1–3

nerviada; lemma de 7–8 mm de largo lineal-lanceolada, aristada, la arista apical de 10–15 mm de largo, escabrosa en el envés, ciliada en la mitad superior, 5-nerviada; pálea de 5–6 mm de largo, biaquillada en la base, el ápice aplanado y agudo, finamente pestañeado por las quillas.

Gramínea estimada como pasto, crece en los campos abiertos o sombreados, bordeando los terrenos de cultivo, desde los 2.600 hasta los 3.400 m.s.m.

Distribución geográfica: Habita desde el suroeste de Norteamérica hasta Perú y Chile. En el Ecuador ha sido herborizada la especie en los siguientes lugares:

Cubillín, Provincia del Chimborazo, Cordillera Oriental, 3.300–3.400 m.s.m., Colec. MAS 7572; Hacienda Shical, Provincia del Cañar, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 16972; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21191; El Pimo-Santa Rosa, Provincia del Cañar, Colec. MAS 21363; Laguna de Colta, Provincia del Chimborazo, Colec. MAS 21498; Guaranda, Provincia de Bolívar, Región Interandina 2.800 m.s.m., Colec. MAS 16734; Tixán, Provincia del Chimborazo, Cordillera Oriental 2.600 m.s.m., Colec. MAS 21178.

Esta especie ha sido colectada anteriormente por HITCHCOCK en Baños (21923), Huigra (20762), LEHMANN (5286) sin localidad, SPRUCE (5958), en Riobamba; SODIRO en 1894, en Pomasqui (sin número); MILLE (279, sin localidad).

FESTUCA PROCERA H.B.K. Nombre vernáculo: “paja”. — Gramínea perenne; cañas floríferas de 0.70–1.40 m de alto, erguidas, glabras; limbo de 12–45 cm de largo por 3–4 mm de ancho, plano o ligeramente involuto, escabroso o pubescente en la haz; panículas de 12–25 cm de largo, laxas, extendidas, a veces colgantes; espiguillas de 10–12 mm de largo, corta o largamente pediceladas, 5–8 floras; las glumas desiguales, glabrescentes, la gluma externa lanceolada, de 4–5 mm de largo, acuminada, 1-nerviada, gluma interna aovada-lanceolada, acuminada o mucronada, 3-nerviada; lemma de 7–9 mm de largo (incluyendo la arista breve de 0.3 mm), 5-nerviada, ligeramente escabrosa en la parte apical; pálea de 6–7 mm de largo, biaquillada, de ápice bidentado y pubescente.

Esta gramínea constituye un buen pasto, pero es escaso; crece debajo de arbustos y en lugares protegidos naturalmente.

Distribución geográfica: Extendida desde Colombia hasta Bolivia entre los niveles medios y altos.

En el Ecuador se ha herborizado por el autor en el Nudo de Tiopullo, Provincia Pichincha, a 3.500 m.s.m., Colec. MAS 10206.

Esta especie ha sido colectada anteriormente por HITCHCOCK en Baños (21923), Huigra (20762), LEHMANN (5286) sin localidad, SPRUCE (5958), en Riobamba; SODIRO en 1894, en Pomasqui (sin número); MILLE (279 sin localidad).

FESTUCA RIGESCENS (PRESL.) KUNTH. Nombre vulgar: “Ichu” o “paja de páramo”. —

Gramínea perenne; cañas floríferas de 18-35 cm de alto, delgadas, rígidas, glabras, brillantes. Hojas basales numerosas, limbo angosto de 4-12 cm de largo por 2-2.5 mm de ancho enrollado, algo rígido, glabro, vaina glabra; panículas de 4-8 cm de largo, angostas, contraídas; espiguillas de 8.5-11 mm de largo, generalmente 3-4-floras, la gluma externa de 2.5-3.2 mm de largo, lanceolada, acuminada, 1-nerviada, gluma interna de 3-4 mm de largo, aovado-lanceolada, acuminada, 1-3 nerviada; lemma de 6-8 mm de largo (incluyendo la arista de 0.5-2 mm de largo), aovado-lanceolada, acuminada, 5-nerviada; pálea de 5-5.5 mm de largo, biaquillada, acuminada, 5-nerviada; pálea de 5-5.5 mm de largo, biaquillada, de ápice brevemente bidentado.

Esta gramínea es un elemento típico de la formación del "pajonal del páramo", y forma pequeños manojos; como pasto sirven solamente las hojas tiernas; de ahí que en el páramo los indígenas hacen quemadas del pajonal al final del "verano", para que "retoñe" pasto nuevo a la entrada de la época de lluvias.

Distribución geográfica: Habita en la parte altoandina del Perú y Bolivia. En el Ecuador, el autor ha colectado en:

Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, entre 3.500-3.800 m.s.m., Colec. MAS 19199.

FESTUCA SUBLIMIS PILGER. *Nombre local:* "Paja de páramo" - Gramínea perenne hasta de 1 m de alto, erecta y cespitosa; hojas envueltas o arrolladas, glabras; panículas abiertas, de 15 a 20 cm de largo.

Esta "paja" va del Ecuador a Bolivia, siguiendo los Andes, de los 2.900 a los 3.600 m.s.m., donde el ganado la come cuando está "tierna", razón por la cual el indígena o el paramero quema los pajonales en los meses secos, para que "retoñando" a la entrada de las lluvias, sirva de pasto al ganado.

Distribución geográfica: En el Ecuador ha sido colectada por el autor en los siguientes lugares:

Llangagua, Provincia de Tungurahua, Región Interandina 3.300 m.s.m., Colec. MAS 16678; Páramo Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, Región Interandina 2.900-3.600 m.s.m., Colec. MAS 18836; Páramo Mariano Acosta, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 2.900-3.600 m.s.m., Colec. MAS 18839; El Pimo-Santa Rosa, Provincia del Cañar, Colec. MAS 21439; El Pimo-Santa Rosa, Provincia del Cañar, Colec. MAS 21432-A; El Pimo-Santa Rosa, Provincia del Cañar, Colec. MAS 21439-B.

Esta especie ha sido anteriormente colectada por HARTMAN, JAMESON (sin localidad), por SODIRO en el Pichincha, Altar y Riobamba; por STÜBEL en el Pucará de Chisaló, por MILE (283 y 285 pero sin localidades); por HITCHCOCK (21688) entre Cuenca y Huigra, Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo (DIELS 415).

HORDEUM MUTICUM PRESL. *Nombre vulgar:* "Cola de ratón". - Gramínea perenne, cañas floríferas de 16-55 cm de alto, erguidas o postradas, geniculadas; hojas de 2-8 cm de largo, planas, glabras; espigas de 2-5 cm de largo, densas, plo-

mizo-purpúreas; espiguillas 1-floras dispuestas en grupos de 3 en cada articulación del raquis, la espiguilla media sécil, fértil y las 2 laterales estériles reducidas a glumas semejantes a aristas; la espiguilla fértil de 7-10 mm de largo; las glumas iguales, en forma de arista que generalmente no excede a la lemma, escabrosas; lemma acuminada o cortamente aristada, 3-nerviada, escabrosa; pálea algo más pequeña que la lemma, ligeramente acanalada, escabrosa hacia el ápice.

Esta gramínea tiene una amplia distribución altitudinal en los Andes peruanos: se la encuentra entre los 3.500 y 4.400 m.s.m., ocupando los bordes de las chacras y de los caminos. Según la información, constituye un buen pasto en los altos Andes del Perú; por lo tanto sería bueno introducirlo y experimentar su aclimatación y mejoramiento en otras áreas andinas.

Distribución geográfica: Habita en los campos abiertos, desde el Perú hasta Argentina y Chile. En el Ecuador no ha sido localizada ni herborizada.

ICHNANTHUS MINARUM (NEES) DOELL. - Gramínea perenne; cañas floríferas de 0.50-1.50 m de alto, procumbentes, muy ramificadas desde la base, más o menos leñosas, glabras, a veces purpúreas en la parte superior; limbo de 2.5-2 cm de largo por 3.5-10 mm de ancho, lanceolado o lineal-lanceolado, glabro, finamente denticulado por los bordes; panículas de 3.5-6 cm de largo, con 3-5 racimos de 1-2 cm de largo; espiguillas ligeramente arqueadas, 2-floras, siendo una flor fértil y otra estéril abajo; las glumas de 4.5-5 mm de largo, membranáceas hacia la base, pubescentes en el ápice, la gluma externa largamente acuminada, 3-nerviada, la interna aovado-lanceolada, 5-nerviada, lemma estéril semejante a las glumas en textura, lemma fértil oblongo-elíptica, de 2.6-2.8 mm de largo, ligeramente cartilaginosa, 5-nerviada. Se ha informado que esta gramínea es gustada por el ganado.

Distribución geográfica: Gramínea que va del Perú hasta Bolivia y Brasil. En el Ecuador no ha sido localizada ni herborizada. Su introducción debería hacerse para ver su aclimatación y rendimiento.

ESPECIES DEL GENERO LASIACIS. De este género, generalmente subandino, existen varias especies que son comidas por el ganado vacuno, ovejuno y por los mulares que caminan por los descensos de las cordilleras al Occidente o al Oriente. Las especies de *Lasiacis* alcanzan algunas buen desarrollo, hasta de 3 y 5 metros, en los claros de los bosques, de tallos enclenques decumbentes y ramificados con internudos leñosos; sistema foliar denso; hojas planas, lanceoladas, angostas o anchas, según las especies; panículas abiertas, grandes o cortas y subglobosas; primera gluma ancha, algo inflada y el tercio del largo de la espícula.

Las especies del género *Lasiacis* altitudinalmente se distribuyen desde casi el nivel del mar hasta los 2.000 m.s.m., o algo más, es decir, es un género macro y mesotérmico, y por su apego a la humedad, es higrófilo. Si se programa la investigación de algunas especies del género en favor de la forrajicultura, sería de iniciarse en el propio medio ecológico.

El autor ha colectado abundante material de este género en el Ecuador, pero hasta la fecha han sido determinadas 8 especies diferentes:

Lasiacis divaricata (L.) HITCH. en Arajuno a 537 m.s.m., MAS 9788; en Santo Domingo de los Colorados a 566 m.s.m., MAS 10895; en el Achiotal, descenso a Lita, Provincia de Imbabura, a 600 m.s.m., MAS 12337; pero también ha sido colectada entre La Chorita y Portovelo, HITCH. 21180 y 21184 y al occidente de Mera, río Pastaza, DIELS 1083.

L. leptostachya HITCH. en la Región Occidental.

L. ligulata HITCH. et CHASE, en Guadual, Provincia de Imbabura, Cordillera Occidental a 566 m.s.m., MAS 12433; entre Santo Domingo-Quinindé, Provincia de Esmeraldas a 300 m.s.m., MAS 13889; en las faldas del Pichincha, al lado occidental, JAMESON, sin número.

L. caxacensis (STEUD.) HITCH. Colec. en Bucay-Hacienda Rosa Mercedes, Provincia del Chimborazo de 345-850 m.s.m., Colec. MAS 5176; Arajuno, Provincia de Napo-Pastaza, Reg. Oriental, 537 m.s.m., MAS 10300; Pichilingue, Provincia de Los Ríos, Región Occidental, a 80 m.s.m. MAS 10703; Bucay-Hacienda Rosa Mercedes, Provincia del Chimborazo, 345-850 m.s.m., MAS 5216; Canches, Provincia de Napo-Pastaza, Región Oriental, 500-1.000 m.s.m., MAS 19841.

Esta especie ha sido colectada anteriormente en Guala (SODIRO en 1888), en Huigra (HITCHCOCK 20523, 20741, 20754), en Cashurco (HITCHCOCK 21856, 21863) y en Teresita (HITCHCOCK 20438).

L. ruscifolia (H.B.K.) HITCH. & C. - Arajuno, Provincia de Napo Pastaza, Región Oriental, 537 m.s.m., Colec. MAS 9773; Baños-río Verde, Provincia de Tungurahua, Cordillera Oriental, Colec. MAS 10263; Pichilingue, Provincia de Los Ríos, Región Occidental a 80 m.s.m., MAS 10696; Quinindé, Provincia de Esmeraldas, Región Occidental, a 30 m.s.m., MAS 19613; Concepción-Wimbicito, Provincia de Esmeraldas, a 25 m.s.m., MAS 19720. Esta especie ha sido colectada en varios otros lugares del trópico del Ecuador, desde el tiempo de JAMESON, ANTONY & TATE, EGGERS; en Guayaquil (HOLWAY 801), en Salinas y Ancón (HITCHCOCK 20057), Milagro (HITCHCOCK 20236), Teresita (HITCHCOCK 20432, 20524), etc.

L. sorghoides (DESV.) HITCH. - El Topo, Provincia de Tungurahua, Cordillera Oriental, 1660 m.s.m., Colec. MAS 10281; Tandayapa, Provincia de Pichincha, Región Occidental, 1.520-1.800 m.s.m., MAS 17008; Nanegalito, Provincia de Pichincha, Región Occidental 1.300 m.s.m., MAS 17148; Nanegalito, Provincia de Pichincha, Región Occidental, 1.300 m.s.m., MAS 17159.

Esta especie ha sido colectada en varios otros lugares tropicales del Ecuador. En el occidente ecuatoriano (JAMESON 703); río Piletón (SODIRO 311); Portovelo (ROSE 23374, 23401); Milagro (HITCHCOCK 20295), Huigra (HITCHCOCK 20362, 20376, 20607); Ashurco (HITCHCOCK 21775, 21806, 21808); entre Santa Rosa y la Chorita (HITCHCOCK 21146); entre La Chorita y Portovelo (HITCHCOCK 21196); en Guayaquil (HITCHCOCK 21133); en 1947 fue colectado en el Cerro Gordo de Zaruma (R. ESPINOSA 1726), etc.

ESPECIES DEL GENERO LOLIUM. El Género *Lolium*, representado por los pastos conocidos como "raygras" o Ryegrass, de origen eurasiático,

está representado en el Ecuador, además de *L. perenne* L. (raygras inglés), *L. multiflorum* L. Syn. *L. italicum* (raygras italiano) y *L. temulentum* L., por la *L. temulentum* L. var. *arvense* (WITH.) BAB. que están no sólo aclimatados, sino materializados en la Región Interandina del Ecuador, que tiene un clima templado, y en la faja altitudinal de los 2.400 a los 3.300 m.s.m.

La sugerencia del autor en cuanto a la extensión forrajera de las dos primeras especies de *Lolium*, es que se realicen amplias experimentaciones para ver la forma de avanzar altitudinalmente y reemplazar los pajonales naturales.

MELICA SCABRA H.B.K. - Gramínea perenne; cañas floríferas de 30-80 cm de alto, decumbentes, glabrescentes; hojas de 6-10 cm de largo por 2.5-4 mm de ancho, plano, escabroso, vaina escabrosa; panículas de 9-18 cm de largo, laxas, extendidas, las ramificaciones delgadas, ascendentes; espiguillas de 9-11 mm de largo aproximadamente, triangulares, dispuestas sobre flexuosos pedicelos, blanquecinas, verde-pálidas o purpúreas, generalmente con dos flores perfectas; las glumas ligeramente desiguales de 8-11 mm de largo, más o menos oblongo-lanceoladas o elípticas, de ápice obtuso o subagudo, conspicuamente escarioso, céreas, glabras, 3-4-nerviadas; lemma mítica de 7.5-9 mm de largo, convexa, de ápice conspicuamente escarioso, escabrosa en la mitad inferior, 6-8 nerviada; pálea de 9.5-10.5 mm de largo, biaquillada en la base y más o menos aplanada hacia el ápice, finamente pubescente por las quillas y el ápice.

Esta gramínea crece entremezclada con arbustos de chaparro, en niveles medios. Se ha informado ser un buen pasto, aunque escaso. Valdría la pena su cultivo experimental.

Distribución geográfica: Esta gramínea vive desde el Ecuador hasta Bolivia. En el Ecuador ha sido herborizada por el autor, en los siguientes lugares:

Shanchipamba-río Pisque, Provincia de Imbabura, 2.700 m.s.m., Colec. MAS 11440; el del Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, Región Interandina 2.836-3.338 m.s.m., Colec. MAS 18187.

Originalmente esta especie fue descrita como *M. pallida* H.B.K. (Quito), BONPLAND, pero la especie se distribuye a lo largo de los Andes rocosos y arbustivos del Ecuador a Bolivia. Ha sido colectada esta especie en Pomallacta, de Alausí, por BONPLAND, en Pifo por MILLE, en Cuenca por ROSE, en Huigra por HITCHCOCK.

MUHLENBERGIA PERUVIANA (BEAUV.) STEUD. - Gramínea anual, cespitosa; cañas floríferas de 3-18 cm de alto, filiformes, erguidas, glabras, limbo angosto de 1-3 cm de largo generalmente plano o a veces involuto; panículas de 1-6.5 cm de largo, algo compactas; espiguillas pediceladas, 1-floras; las glumas desiguales, glabras, la gluma externa lineal-lanceolada, de 1-5 mm de largo, 1-nerviada, gluma interna de 1.8 mm de largo, 3-dentada, 3-nerviada; lemma de 2 mm

de largo, exteriormente pubescente en la mitad inferior, aristada, la arista subapical de 6-8 mm de largo, flexuosa; pálea del mismo tamaño que la lemma, aovado-lanceolado.

Esta gramínea ha sido reportada como gustada por el ganado, por lo tanto debería ser experimentada artificialmente en los mismos páramos o habitats con fines económicos.

Distribución geográfica: Especie difundida desde México hasta la Argentina, formando céspedes de pequeña extensión en lugares rocosos o en campos abiertos. En el Ecuador ha sido colectada por el autor en los siguientes lugares:

Loma Larga, Provincia de Loja, Región Interandina, 2.400-2.200 m.s.m. Colec. MAS 7861; El Pedregal, Provincia de Pichincha, 3.800-3.500 m.s.m., Colec. MAS 8408; Otón, Provincia de Pichincha, Región Interandina, 2.500-2.600 m.s.m., Colec. MAS 11230.

Especie colectada anteriormente por SODIRO en el Copaxi, en 1891, y en Tigua, Cordillera Occidental, y por MILLE en el páramo del Chimborazo; páramo inferior de Tipococha (DIELS 542).

MUHLENBERGIA RIGIDA (H.B.K.) KUNTH.

Nombre vulgar: "Ichu", "paja de páramo". Planta perenne, forma densos manojos; cañas floríferas de 40-80 cm de alto, erguidas, rígidas, finamente escabrosas; limbo de 12-30 cm de largo por 2.5-4 mm de ancho, más o menos rígido, involuto o plegado, escabroso; panículas de 15-30 cm de largo, pardo-purpúreas, con ramificaciones capilares ascendentes, espiguillas largamente pediceladas, 1-floras; las glumas aproximadamente iguales, de 2 mm de largo, aovado-lanceoladas, purpúreas; lemma de 5 mm de largo, escabrosa, 3-nerviada, aristada, la arista de 13-20 mm de largo, flexuosa; pálea lanceolada, del mismo tamaño que la lemma. Gramínea utilizada como "escoba" por sus cañas floríferas duras, pero cuando tiernas o jóvenes, es comida por el ganado ovino y bovino, para lo cual hacen quemadas a fines de verano a fin de que produzca forraje apenas lleguen los meses de lluvias.

Distribución geográfica: Se extiende desde México hasta la Argentina, habita lugares rocosos de preferencia, siendo más o menos subxerofítica. En el Ecuador vive de los 2.200 a los 3.000 m.s.m., y el autor ha colectado en los siguientes lugares:

Shanchipamba-Pimampiro, Provincia de Imbabura, 2.750 m.s.m., Colec. MAS 14531; Pistú, La Paz, Provincia del Carchi, 2.700-2.800 m.s.m., Colec. MAS 16551; Chunchi, Alausí, Provincia del Chimborazo, Cordillera Oriental, 2.200-2.400 m.s.m., Colec. MAS 21457; Alor, Provincia del Carchi, Cordillera Oriental 2.900-3.000 m.s.m., Colec. MAS 21038;

Especie colectada por BONPLAND en el Páramo del Chimborazo, Cordillera Occidental.

NASSELLA MEYENIANA (TRIN. & RUPR.)

L. PARODI. - Gramínea perenne, más o menos cespitosa; cañas floríferas delgadas, de 12-25 cm de alto, glabras; limbo de 2-5 cm de largo, filiforme, enrollado o plegado, vaina de 2-6 cm de largo,

glabra; panículas de 3-6 cm de largo, laxas, angostas, a veces purpúreas-grisáceas; espiguillas pediceladas, 1-floras; las glumas aproximadamente iguales de 2.5-2.8 mm de largo, 3-nerviadas, glabras, purpúreas; lemma de 2.7-3 mm de largo, endurecida, glabrosa, aristada, la arista de 6-8 mm de largo, de inserción excéntrica, caduca, retorcida, escabrosa; pálea membranácea, envuelta completamente por la lemma. Esta especie peruana es muy diferente de la *N. pubiflora*, no sólo por la talla, que en esta última es de 2 a 3 veces más alta.

Esta gramínea es un pasto suave, preferido por los ganados, según información peruana.

Distribución geográfica: Esta especie está reportada como peruana y generalmente entre los 3.400 y 3.800 m.s.m., habita la formación de la estepa gramínica con arbustos dispersos. En el Ecuador no ha sido localizada; pero como se sabe que es una grama apetecida por el ganado, debería introducirse y tratar de mejorar su rendimiento en favor de los pastizales de los páramos.

ESPECIES DEL AMPLIO GENERO PANICUM.

El género *Panicum* es numeroso en el Ecuador; pues, según las herborizaciones del autor, 44 especies están registradas en las 3 Regiones Naturales del país, desde el nivel del mar de la Región Costanera (*Panicum breviletum* MILL., *P. molle* SW., *P. maximum* JACQ., *P. laxum* SWARTZ, *P. polygonatum* SCHARD., *P. purpurascens* RADDI., *P. reptans* L., *P. trichoides* SWARTZ), a la Región Interandina, entre los 1.800 y 3.000 m.s.m. (*Paspalum geminatum* FORSK., *P. purpurascens* RADDI., etc.), etc. Dentro del casi medio centenar de especies de *Panicum* existentes en el Ecuador, las 5 siguientes han sido introducidas, aclimatadas y propagadas económicamente como forrajeras:

PANICUM ANTIDOTALE RETZ. ("Pánico azul"), originario de Australia, Afganistán y la India, pero magníficamente naturalizado en el trópico ecuatoriano; en la costa y el Oriente alcanza hasta 2.50 m de altura y con sistema radicular profundo; sus hojas longiespadiformes y de color algo azulado son comidas por el ganado; debido a su buen sistema radicular es resistente a la sequía de los 6 o 7 meses de "verano" y al pisoteo del ganado; prospera bien en terrenos areno-arcillosos. Esta especie es común en la costa y últimamente se ha propagado en la Región Oriental.

P. BARBINOIDE TRIN. ("Pasto pará"), originario de Africa, pero descrito originalmente como especie del Brasil y luego propagado en toda la América tropical. En el Ecuador esta especie introducida probablemente desde Colombia, existe cultivada y propagada en tierras abandonadas de la Cuenca del Guayas y otros lugares del litoral o costa. Fue mencionada su presencia en la costa ecuatoriana por HITCHCOCK en 1927, con muestras colectadas en Guayaquil (Nº 19914) y en

Milagro del Guayas (20199). Esta gramínea es de talla robusta, perenne, muy ramificada, ramas largas y decumbentes que originan en estolones; hojas anchas, planas y glabras, con numerosos racimos de 10 cm de largo, espículas glabras de 3 mm generalmente purpúreas; es de inferior calidad que la otra especie conocida también como "pasto pará" (*P. purpurascens*) y que se menciona más adelante.

P. MAXIMUM JACQ. ("Pasto guinea" o de "la India"), originario de la India y Africa del Sur; forrajera propagada muy extendida en el neotrópico, y en el Ecuador es el país donde más se ha difundido desde la cuenca del Guayas a El Oro y a Esmeraldas, y desde el nivel del mar hasta los 1.800 m.s.m. En la Región Oriental se propaga desde 1936, con la terminación de la carretera Baños-Puyo, etc.

P. PURPURASCENS RADDI ("Pasto pará"), originario de Africa Central, introducida a nuestra América por medio del Brasil y luego al Caribe y Colombia. Al Ecuador se introdujo este pasto a mediados del siglo pasado, primero en Guayaquil, de donde se propagó a toda la región litoral y costanera y últimamente a la región oriental; altitudinalmente avanza del nivel del mar a los 1.600 m.s.m. Este pasto es propio de terrenos húmedos y resiste las inundaciones de la época de lluvias; en cambio, soporta la prolongada sequía. Es un buen pasto y el ganado lo come con mucho gusto, sobre todo cuando está joven, de 60 a 80 centímetros.

P. VIRGATUM L. ("Pasto gengibrillo"), originario del trópico africano y sudeste asiático, pero naturalizado en el mundo neotropical desde México, Centro América, el Caribe y América tropical. Esta gramínea está en la región costanera, pero no ha sido propagada comercialmente.

En cuanto al valor económico o de rendimiento forrajero de las gramíneas mencionadas del género *Panicum*, es ya conocido en las estaciones experimentales y por los ganaderos del trópico, pero la intensificación de los cultivos deberá ser aconsejada por los técnicos de las estaciones experimentales, y si aquí se las ha mencionado sin embargo de no constituir especies nativas, es solamente para que el interesado en la forrajicultura se preocupe de su importancia.

PAPPOPHORUM ALOPECUROIDEUM VAHL., Syn. *P. luguroideum* SCHRAD. - Gramínea perenne de 0.80 a 1.20 m. de altura, de hojas largas y angostas; panículas como espigas angostas de 20 a 30 cm de largo, espiguillas 1-3 flores, la superior estéril. Su follaje es apetecible por el ganado. Sería interesante conducir experiencias de mejoramiento con diferentes secciones del territorio, no sólo por investigación científica sino con visión utilitaria. Actualmente habita en forma

natural en las áreas xerofíticas de Huigra, Salinas de Imbabura, Gualupe, Parambas, Catacocha, Catamayo, etc., de la región interandina y estribaciones.

Otra especie de *Pappophorum* existente en el Ecuador es la *P. pappiferum* (LAM.) K. que habita en las áreas templadas y abrigadas xerofíticas de la región interandina, en el valle de Guayllabamba, Chota, Catamayo, etc. No es apetecible por el ganado, pero es una especie que se podría aprovechar como protectora de las tierras semiáridas, contra la erosión.

PASPALUM BONPLANDIANUM FLÜGGE, Nombre vulgar: "Gramínea ceniza"; en el Perú se conoce como "Sara-sara". Gramínea perenne, rizomatosa; cañas floríferas de 20-40 cm de alto, suberguidas, decumbentes en la base, glabras, hojosas; hojas de 2-8 cm de largo por 2-6 mm de ancho, viloso por ambas caras, vaina de 2-8 cm de largo, ligeramente pubescente o glabrescente; panículas de 4-8 cm de largo con 5-9 racimos de 1.5-3 cm de largo, ascendentes, raquis alado de 1.5-2 mm de ancho, finamente pubescente en el dorso, purpúreo-oscuro; espiguillas más o menos oblongo-elípticas, de 2.3-2.5 mm de largo, verdepálidas o purpúreas; la gluma y lemma estéril más o menos iguales, membranáceas, 3-nerviadas, glabras, lemma fértil algo cartilaginosa, 5-nerviada, doblada por los bordes; pálea oblongo-elíptica, ligeramente cartilaginosa.

Esta gramínea vive en los niveles medios del páramo; según lo observado, parece ser un buen pasto, pero nadie ha experimentado haciendo potreros artificiales. Sería bueno que se interesara por su mejoramiento alguna de las Estaciones Agrícolas Experimentales de nuestros países andinos, pero principalmente Colombia, Ecuador y Bolivia.

Distribución geográfica: Especie propia del Perú y Ecuador. El autor ha herborizado esta especie en las siguientes localidades:

Olivo-Gualicón, Provincia de Bolívar, 2.850-3.240 m.s.m., Colec. MAS 6270; Páramo de El Angel, Provincia del Carchi, 3.400-3.600 m.s.m., Colec. MAS 10535; Angacocho, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 3.150 m.s.m., Colec. MAS 14636; Valle del Pedregal, Provincia de Pichincha, Cordillera Oriental 3.200-2.500 m.s.m., Colec. MAS 8449; Alor, Provincia del Carchi, Cordillera Oriental 2.900-3.000 m.s.m., Colec. MAS 21013; Concepción-Wimbicito, Provincia de Esmeraldas, Región Occidental 25 m.s.m., Colec. MAS 19712; Puela, Provincia de Tungurahua, Cordillera Occidental 2.000-2.900 m.s.m., Colec. MAS 20757; Hacienda Shical, Provincia del Cañar, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 16961; Cotacachi, Provincia de Imbabura, Región Interandina, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 18896.

Esta especie ha sido colectada anteriormente por otros botánicos y en diferentes lugares: en Lloa (SODIRO 309), en Quito (HITCHCOCK 1147), sin localidad (MILLE en 1917), en Atacazo (HOLMGREN 597), en la Rinconada, Carchi (HITCHCOCK 20782), en Tulcán (HITCHCOCK 20989). Entre San Lucas y Oña (HITCHCOCK 21536). En agosto de 1933 se colectó en Tipococha, Provincia del Chimborazo (DIELS 611).

PASPALUM CANDIDUM (HUMB. & BONPLAND) KUNTH. *Nombre vulgar*: "Gramma blanca" del Cerro; "maicillo" en los Andes del Perú. - Gramínea anual; cañas floríferas de 35-60 cm de alto, ramificaciones desde la base, glabras; limbo de 3-6 cm de largo por 3.5-6 mm de ancho, ligeramente pubescente, vaina de 4-8 mm de largo, glabrescente, a veces purpúrea; panículas sueltas de 5-11 cm de largo, con 8-20 racimos de 2-3.5 cm de largo, raquis conspicuamente alado, de 2.3-2.5 mm de ancho; espiguillas de 2.3-2.6 mm de largo, oblongas, blanquecinas; las glumas ausentes, lemma estéril membranácea, obtusa, doblada hacia el ápice, 3-nerviada, glabra, lemma fértil oblongo-elíptica de 2.3-2.4 mm de largo, ligeramente endurecida, brillante, pálea de igual consistencia que la lemma.

Habita en lugares algo húmedos y sombreados del páramo inferior y parece un buen pasto, pero es necesario realizar experiencias controladas.

Distribución geográfica: Gramínea extendida desde México hasta Bolivia. En el Ecuador ha sido herborizada por el autor en las siguientes localidades:

Cotacachi, Provincia de Imbabura, Región Interandina, Colec. MAS 8449; Hacienda "Indújel", Provincia del Carchi, 2.990 m.s.m., Colec. MAS 16634; Sigsipamba, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 2.250 m.s.m., Colec. MAS 18487; Puela, Provincia de Tungurahua, Cordillera Occidental 2.000-2.900 m.s.m., Colec. MAS 20667.

Esta especie ha sido colectada anteriormente en los Chillos y Nono por SODIRO, en Huigra; Las Juntas, por ROSE (22582, 23219 y 22957), respectivamente, en Quito por HEILBORN (539), etc.

PASPALUM CERESIA (KUNTZE) CHASE. - Gramínea perenne; cortamente rizomatosa; cañas floríferas erguidas agrupadas, decumbentes en la base; limbo de 5-15 cm de largo por 4-10 mm de ancho, divergente, lanceolado, de ápice enrollado, generalmente con pelos ralos cerca a las márgenes, plano, racimos de 1-4 en cada caña, ascendentes, arqueadas, raquis acintado de 3.5-6 cm de largo por 5-9 mm de ancho, pardusco-purpúreo o bronceado-amarillento, membranáceo por los bordes; espiguillas de 3-3.2 mm de largo cubiertas completamente por largos pelos plateados sedosos de las glumas; lemma de 3 mm de largo, glabra, oscuramente 5-nerviada; pálea anchamente aovada, doblada por los bordes, membranácea.

Esta gramínea es de lugares rocosos y secos entre los 2.800 y 3.000 metros de altitud. Fácilmente reconocible por sus racimos de raquis conspicuamente acintado. Como pasto no parece ser bueno, porque los animales prefieren a las otras gramíneas que están juntas; con todo, habrá que realizar experiencias más concretas.

Distribución geográfica: Especie propia del Ecuador, Perú y Bolivia. En el Ecuador fue colectada entre Loja y San Lucas, Provincia de Loja (HITCHCOCK 21491).

PASPALUM HUMBOLDTIANUM FLÜGGE. *Nombre vulgar*: "grama de páramo", en los páramos del Ecuador; "Sara-sara" y "Maicillo" en los Andes del Perú. Planta perenne; cañas floríferas de 45-75 cm de alto, erguidas, ligeramente leñosas y decumbentes en la base, ramificadas desde los primeros nudos basales; limbo de 5-12 cm de largo por 7-13 mm de ancho, elíptico-lanceolado, endurecido, divergente, plano, viloso, vaina villosa hacia la parte superior; racimos de 2-5, adentes o divergentes, más o menos sueltos, de 4.5-9 cm de largo; raquis alado membranáceo, purpúreo, de 1-1.5 mm de ancho; espiguillas de 3.5-4 mm de largo, plano-convexas, 1-floras, pardo-purpúreas, con largos pelos sedosos blanquecinos; las glumas y lemma estéril 3-nerviadas lemma fértil de 3 mm de largo, oscuramente 5-nerviada, pálea 2-nerviada, ambas cartilaginosas.

Habita los lugares rocosos más o menos secos de preferencia; como pasto es poco estimado.

Distribución geográfica: Esta especie se extiende desde México hasta la Argentina. En el Ecuador ha sido herborizada por el autor en los siguientes lugares:

Huachi Bajo, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.700 m.s.m., Colec. MAS 9239; Cerro Imbabura, Provincia de Imbabura, 2.800-2.900 m.s.m., Colec. MAS 17878; Chunchi, Provincia del Chimborazo 2.200-2.400 m.s.m., Colec. MAS 21454; Cerro Ilalá, Provincia de Pichincha, Región Interandina 2.500-3.100 m.s.m., Colec. MAS 14094.

Esta especie originariamente descrita por muestra de Puembo, Provincia de Pichincha (BONPLAND). Además ha sido colectada por HARTMAN en Quito (65), por HITCHCOCK entre Huigra y Naranpata (20656), en Ambato (21710), por ROSE en Huigra (22639) y Portovelo (24027), Pucala, N. de Loja, a 2.300 m.s.m., (R. ESPINOSA 63) San Pedro de Loja (R. ESPINOSA 114).

PASPALUM PILGERIANUM CHASE & HITCH. - *Nombre vernacular*: "Gramma maicillo" en la Región Interandina del Ecuador; "Sara-sara" en el Perú. Gramínea perenne, con rizomas delgadas, cañas floríferas de 10-40 cm de alto generalmente, glabras, hojosas en la base; limbo de 2-10 cm de largo por 2-6 mm de ancho, vaina y limbo pubescentes en la parte basal; panículas de 3-6 cm de largo, con 3 a 10 racimos de 1-3 cm de largo, ascendentes o divergentes; raquis de 1.5-2 mm de ancho, negruzco-purpúreo, glabro; espiguillas de 2.2-2.6 mm de largo, ovales; gluma y lemma estéril glabras, membranáceas; lemma fértil y pálea aproximadamente cartilaginosas.

Esta gramínea constituye un buen pasto natural, pero para mejorarlo habrá necesidad de las experiencias de las estaciones respectivas.

Distribución geográfica: Crece en los niveles medios de los Andes del Ecuador, y en los terrenos agrícolas abandonados y a lo largo de los caminos de las haciendas de la Región Interandina; el autor ha colectado en los siguientes lugares:

Pungalá-Alao, Provincia del Chimborazo, 2.900–3.200 m.s.m., Colec. MAS 7603; Quito, Provincia de Pichincha, Región Interandina 2.850 m.s.m., Colec. MAS 10068; Nudo de Cajas, Provincia de Pichincha, 3.000 m.s.m., Colec. MAS 10367; Tulcán y alrededores Provincia Carchi, Región Interandina 3.000 m.s.m., Colec. MAS 13192; Shanchipamba-río Pisque, Provincia de Imbabura, 2.750 m.s.m., Colec. MAS 14432; Pidalpí (S. de Tabacundo), Provincia de Pichincha, 2.750 m.s.m., Colec. MAS 16361; Proántag, Provincia de Imbabura, Región Interandina Colec. MAS 21123; Páramo de Urbina, Provincia del Chimborazo, 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21203; Yuquín-Candal, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 2.800 m.s.m., Colec. MAS 18830; Yuquín Cebadal, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental 2.800 m.s.m., Colec. MAS 21197.

Esta especie fue colectada anteriormente en San Pablo (STÜBEL 102), en Ambato (PACHANO 152), en Riobamba (MILLE 53), en Tulcán (HITCHCOCK 20967) y (Baños HITCHCOCK 22285).

ESPECIES DEL GENERO PENNISETUM.

En el Ecuador existen, además de las 10 especies nativas o indígenas de *Pennisetum* [*P. bambusiforme* HEMSL., *P. ciliare* (L.) LINK, *P. intectum* CHASE, *P. latifolium* SPRENG, *P. nervosum* (NEES) TRIN., *P. occidentale* CHASE, *P. peruviana* TRIN., *P. setosum* (SW.) L. RICH., *P. tristachyum* (H.B.K.) SPRENG., y *P. weberbaueri* MEZ], otras especies introducidas como el "Kikuyo" (*P. clandestinum* HOCHST.) de Kenia, Africa; el "pasto Buffel" [*P. ciliare* (L.) LINK, de Africa y el "pasto elefante" (*P. purpureum* SCHUMACH), también de origen africano]; especies que no sólo se han aclimatado, sino que están naturalizadas como forrajeras, en la Sierra y en las regiones tropicales de la Costa y el Oriente.

Con excepción del "Kikuyo", que es cespídico y casi rastrero, y que ha llegado a constituirse en invasor de los terrenos agrícolas, las otras especies de *Pennisetum* son de hojas anchas, largas y planas, de panículas densas y angostas, terminales o auxiliares; de espículas solitarias o en grupos de 2–3, de cuya base nace un involucre de apéndice, a veces plumosos; tamaño variable del follaje, de 1 a 2 m de más de altura; su distribución altitudinal desde casi el nivel del mar a los 2.600 m.s.m., es decir, de macrotérmica a mesotérmica.

Varias de las especies nativas de *Pennisetum* son apetecidas por el ganado, pero merecen ser experimentadas con fines de mejoramiento forrajero las siguientes: *P. nervosum* y *P. occidentale*, para las áreas tropicales, y *P. intectum* y *P. weberbaueri* para la región interandina. La especie *P. bambusiforme* debería ser experimentada en los valles abrigados de la Sierra y en los descensos externos de las Cordilleras, de los 1.200 a los 2.400 m.s.m. De acuerdo con la índole de este trabajo, presentaré la descripción de *P. weberbaueri*, que puede ser recomendada para las experiencias de mejoramiento forrajero, no sólo en el Ecuador sino también en los otros países tropandinos (Colombia, Perú, Bolivia).

PENNISETUM WEBERBAUERI MEZ. Nombre vulgar: "Sara-sara" en quichua. Gramínea

perenne; cañas floríferas de 0.80–2 m de alto, erguidas, a veces geniculadas, leñosas en la base, ramificadas, las ramas delgadas, cañas y vainas comúnmente purpúreas; limbo de 8–22 cm de largo por 6–15 mm de ancho, plano, margen finamente escabroso; panículas de 5–7 cm de largo, terminales y auxiliares, más o menos sueltas, generalmente purpúreas; espiguillas solitarias, 1-floras, cortamente pediceladas, de 5–6 mm de largo, rodeadas en la base por cerdas escabrosas del tamaño o más largas que las espiguillas; las glumas desiguales, membranáceas, gluma externa de 2 mm de largo, la interna de 4–4.3 mm de largo, oblongo-lanceolada; lemma estéril y lemma fértil casi iguales, 5–nerviadas, escabrosas, de 5–6 mm de largo; pálea fértil de 5 mm de largo, 2–nerviada, encerrada dentro de la lemma.

Esta gramínea parece ser un buen pasto porque el ganado le come con gusto; por lo mismo, debe procurarse la investigación en su propio habitat subtropical y luego en otras áreas con la misma ecología en el país y en los otros países tropandinos.

Distribución geográfica: En el Ecuador fue colectada *P. weberbaueri* en el camino de Baños al Topo, curso del Pastaza, estribación externa de la Cordillera Oriental, entre 1.800–1.500 m.s.m., Colec. MAS 20831.

POA BREVIS HITCH. – Gramínea baja cespitosa, perenne; cañas floríferas de 5–10 cm de alto, erguidas, ligeramente inclinadas, glabras; limbo de 3–5.5 cm de largo por 2–3 mm de ancho, plano o aproximadamente plegado, vaina glabra, lígula membranácea de 0.5–2 mm de largo; panículas de 2–3 cm de largo, angostas, apretadas, parduscas; espiguillas de 4.5–5 mm de largo, cortamente pediceladas, 2-floras; las glumas más o menos iguales, anchas, de 2.5–3 mm de largo, aquilladas, 3–nerviadas, con el nervio central más visible, glabras; lemma de 3–4 mm de largo, aquillada, ancha, finamente escabrosa por la quilla, 5–nerviada; pálea biaquillada del mismo tamaño que la lemma, glabra. El aspecto general de esta grama es cespídico.

Esta grama es un componente de la formación del "césped de puna"; se la encuentra entre los 4.100 y 4.500 m de altitud sobre el nivel del mar y es un buen pasto.

Distribución geográfica: Especie hallada en el Perú, pero hasta ahora no ha sido localizada en el Ecuador ni en Colombia. Pero teniendo en cuenta que es una grama apreciada por el ganado, debería introducirse y propagarse experimentalmente.

POA CANDAMOANA PILGER. – Planta perenne; cañas floríferas erguidas de 20–40 cm de alto, glabras; limbo de 3–8 cm de largo por 2–2.5 mm de ancho, plano, algo escabroso en la haz, vaina de 2–4 cm de largo, glabrescente; panículas de 4.5–8 cm de largo, laxas, extendidas, ligeramente

colgantes, verdosas o a veces algo purpúreas; espiguillas de 5-5.5 mm de largo, por lo general 3-floras; las glumas desiguales, aovadas, glabras, gluma externa de 2.8-3.2 mm de largo, 1-nerviada, gluma interna de 3-4 mm de largo, 3-nerviada; lemma mútica de 3.5-4 mm de largo, 5-nerviada, villosa en el tercio inferior; pálea de igual longitud que la lemma, biaquillada, de ápice bidentado, glabra.

Esta gramínea es muy similar a *Poa horridula* PILGER, de la que se diferencia fundamentalmente por su porte más pequeño, sus hojas angostas y escasas. Habita los lugares rocosos o pedregosos, pero también en terrenos negro-arcillosos. Es comida por el ganado.

Distribución geográfica: Extendida desde el Ecuador hasta Bolivia. En el Ecuador ha sido *P. candamoana* colectada por el autor en las faldas del Cerro Cotacachi, Provincia de Imbabura, a 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21196.

POA HORRIDULA PILGER. - Planta perenne; cañas floríferas de 0.60-1.40 m de alto, erguidas, a veces ligeramente decumbentes en la base; glabras; limbo de 6-14 cm de largo por 4-7.5 mm de ancho, plano, escabroso, vaina ligeramente escabrosa, lígula membranácea de 2.5-3.5 mm de largo; panículas de 13-20 cm de largo, más o menos piramidales, con ramificaciones verticiladas extendidas, muy delgadas, flexuosas, colgantes, escabrosas; espiguillas agrupadas en el ápice de las ramificaciones, 3-4-floras; las glumas aovado-lanceoladas, glabras, la gluma externa de 2-3 mm de largo, 1-nerviada, gluma interna de 3-3.5 mm de largo, 3-nerviada; lemma de 3.5-4.1 mm de largo, villosa en la mitad inferior del envés, 5-nerviada; pálea más o menos del mismo tamaño que la lemma, biaquillada, de ápice bidentado, finamente pestañeado por las quillas.

Esta gramínea andina crece entre los 3.500 y 3.850 m.s.m., en los lugares rocosos o junto con arbustos bajos. Constituye un buen pasto, según la información del Perú.

Distribución geográfica: Habita desde el Ecuador hasta Bolivia. En el Ecuador ha sido herborizado por el autor en la ladera de "Gallo-rumi", Provincia del Chimborazo, Cordillera Occidental, a los 4.000 m.s.m., Colec. MAS 16760.

SETARIA CERNUA H.B.K. SYN. *Chaetochloa cernua* (H.B.K.) HITCH. - Nombre vernáculo en la Provincia de Tungurahua: "Gramalote". - Gramínea perenne que vive formando un ancho conjunto asociado de hojas y ejes florales desde la base; el conjunto alcanza de 30 a 80 cm de alto, de color verde claro, destacándose del resto de la vegetación xerofítica de su habitat; hojas espadiformes, de 25 a 40 cm de largo por 16 a 22 mm de ancho, pero estrechas a la base; ejes florales destacados en el conjunto, panículas de 25 a 40 cm de largo, nudosas del ápice y con ramificaciones cortas; espiguillas de 3 mm de

largo y el conjunto floral color pálido o ligeramente pardo. El conjunto o cúmulo, cuando se abre o cava, se separa en varias plantas con su raíz-rizomática bien desarrollada; cada una de estas piezas o esquejes constituye una planta para la propagación vegetativa de la especie, que en las áreas secas se podría utilizar como forrajera y como controladora de la erosión.

Distribución geográfica: La *S. cernua* es una gramínea de las tierras secas y laderas de los valles xerofíticos del Chota, Salinas-Balacara, Guayllabamba, San Antonio de Pichincha, áreas secas de Puembo, Pifo, Yaruquí, Tumbaco, noroeste de Ambato, descenso de Huigra, etc.; altitudinalmente va de los 1.200 a los 2.500 m.s.m. El autor de esta contribución ha colectado muestras de la especie, en todo el callejón interandino, desde la frontera con Colombia hasta la Provincia de Loja.

SETARIA GENICULATA (LAM.) BEAUV. - Gramínea perenne; cañas floríferas de 15-55 cm de alto, erguidas, geniculadas en la base, ramificadas en la parte inferior; hojas mayormente basales, limbo de 3-15 cm de largo por 3.5-8 mm de ancho, glabrescente, excepto los limbos tiernos, que son esparcidamente villosos en la base; panículas de 2.5-5 cm de largo, densas, en forma de espiga, cilindráceas, verde-pálidas o purpúreas; espiguillas de 2.7-3 mm de largo por 1.8 mm de ancho, abrazadas por 5-7 cerdas involucrales más grandes que las espiguillas; las glumas membranáceas, gluma externa anchamente aovada, de 1.5-1.7 mm de largo, la interna de 2 mm de largo; lemma estéril de 2.8 mm de largo, membranácea, lemma fértil de 2.8-3 mm de largo, convexa, endurecida, coriácea, finamente rugosa; pálea de igual longitud que la lemma y membranácea.

Aunque esta especie es común a lo largo de la Sierra e invade los alfalfares constituyendo una maleza, debería probarse como forrajera económica, previo mejoramiento genético. Esto deben hacer las Estaciones Experimentales del Estado.

Distribución geográfica: Se extiende desde los Estados Unidos de Norteamérica hasta la América tropical. El autor la ha colectado en la región interandina del Ecuador y el subtropico, cosa de 50 especímenes en localidades diferentes, desde la frontera con Colombia hasta la frontera peruana. Las principales muestras representativas son:

Sigsipamba, Provincia de Imbabura, 2.550 m.s.m., Colec. MAS 18435; Nanegalito, Provincia de Pichincha, Región Occidental 1.300 m.s.m., Colec. MAS 17155; Yaguarcocha, Provincia de Imbabura, Región Interandina, Colec. MAS 19045; Yaguarcocha, Provincia de Imbabura, Región Interandina, Colec. MAS 19046; Yaguarcocha, Provincia de Imbabura, Región Interandina, Colec. MAS 19052; Zamora-Huaico, Provincia de Loja, Cordillera Oriental, Colec. MAS 20498; Zamora-Huaico, Provincia de Loja, Cordillera Oriental, Colec. MAS 20511; Zamora-Huaico, Provincia de Loja, Cordillera Oriental, Colec. MAS 20509; Puella, Provincia de Tungurahua, Región Occidental, 2.000-2.900

m.s.m., Colec. MAS 20750; Baños-El Topo, Provincia de Tungurahua, Región Oriental, 1.800-1.200 m.s.m., Colec. MAS 20807.

Esta especie está completamente distribuida en el Ecuador; en el sur del Ecuador, Colec. en Argelia, Provincia de Loja (R. ESPINOSA 25), San Pedro de Loja (R. ESPINOSA 228), altura oriental de Loja (ESPINOSA 276), Chiguango, S. de Loja (R. ESPINOSA 1223).

ESPECIES DEL GENERO STIPA. El género *Stipa* es geográficamente tropandino y de clima temperado, y muchas de sus especies son aprovechadas como forrajeras en sus respectivas áreas tropandinas de los páramos de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y hasta el norte argentino.

La mayoría de las especies de *Stipa* constituyen los "pajonales" de los páramos, el graminetum paramal de las divisiones fitogeográficas de los países tropandinos.

En el Ecuador tropandino, de acuerdo con el censo realizado por el autor, existen 15 especies indígenas de *Stipa*: *S. brachyphylla* HITCH., *S. depauperata* PILGER., *S. hansmeyeri* PILGER., *S. ichu* KUNTH, *S. ibarrensensis* H. B. K., *S. inconspicua* PRESL., *S. milleana* HITCH., *S. mucronata* H. B. K., *S. neesiana* TRIN., *S. pittiere* HACK., *S. rosea* HITCH., *S. tulcanensis* MEZ., *S. spicata* SCHARD. Estas plantas son características o inconfundibles por su aspecto en forma de macollas o mechones apretados de color verde o verde amarillento cuando jóvenes, y luego amarillentas, cuando maduras; talla de 30 cm a 1.20 m, según el suelo y lugar; hojas enrolladas; ejes florales destacados, panículas largas y angostas, espículas unifloras; glumas membranáceas y agudas; aristas plumosas, villosas o pubescentes.

Altitudinalmente las especies del género *Stipa* van de los 1.800 m.s.m., como la *S. mucronata* H. B. K. colectada en Baños de Tungurahua (MAS 20830) a los 4.000 m.s.m., como la *S. inconspicua* PRESL., *S. mucronata* H.B.K. y la dominante *S. ichu* KUNTH que va más arriba.

A continuación se presenta la descripción de algunos datos de las gramíneas que, en concepto del autor, deberían ser experimentadas en cultivos controlados en favor de la forrajicultura para las tierras altas del Ecuador: *S. brachyphylla*, *S. ichu* y *S. obtusa*.

STIPA BRACHYPHYLLA HITCH. - Nombre local: "Paja de páramo", "Ichu" en quichua. - Gramínea en forma de mechón; perenne; cañas floríferas de 20-40 cm de alto, erguidas o decumbentes en la base, glabras; hojas mayormente basales, limbo de 3-8 cm de largo, angosto, casi filiforme, involuto, plegado, glabro; panículas negruzco-purpúreas, angostas, generalmente con pocas flores, de 5-10 cm de largo; espiguillas subsésiles o largamente pedunculadas; las glumas desiguales, glabras, purpúreas, oblongo-lanceoladas, 3-nerviadas, la gluma externa de 8-9 mm de largo, la interna algo más pequeña y más angosta;

lemma de 3.5 mm de largo, endurecida, terete, de ápice que termina en una especie de coronita dura bordeada de cilios, aristada, la arista de 10-15 mm de largo; pálea de 2 mm de largo, membranacea; rachilla de 1 mm de largo.

Habitante de los páramos bajos, constituye una buena forrajera andina. Es buena forrajera, pero escasa; sus hojas son palatables para el ganado ovino y bovino.

Distribución geográfica: Difundida desde el Ecuador hasta la Argentina. El autor ha coleccionado en diferentes sectores del Ecuador andino, con los números 9892, MAS 9827, MAS 9835, MAS 16344, MAS 16233, MAS 16469.

Esta especie fue colectada anteriormente por HITCHCOCK entre Oña y Cuenca (21590).

STIPA ICHU (R. et P.) KUNTH. - Nombre vernacular: "Paja de páramos", "Ichu"; en el Perú le denominan "Pecco". - Gramínea perenne, en mechón; cañas floríferas de 0.50-1 m de alto, erguidas, glabras; densamente hojosas, el limbo angosto, enrollado o plegado, rígido, punzante; panículas de 18-35 cm de largo, angostas, apretadas, blanquecinas o plateadas, a veces pardopurpúreas; espiguillas pediceladas; las glumas membranáceas, transparentes, blanquecinas, lineal-lanceoladas, gluma externa de 6-7 mm de largo, la interna de 5-7 mm de largo; lemma de 3 mm de largo, terete, endurecida, densamente villosa en el ápice, aristada, la arista de 12-15 mm de largo; pálea de 1.5 mm de largo, oblongo-lanceolada, membranacea.

Especie común en la región alto-andina, a donde forma parte de los "pajonales". A veces baja hasta los 300 metros de altitud. Esta gramínea es muy apreciada para el techado de las casas y chozas, ya que forma densos manojos. Como pasto son utilizadas solamente las hojas tiernas; por esto la costumbre de los indígenas de quemar los pajonales en los meses de verano y próximos a los de lluvias para obtener pasto tierno para el ganado vacuno y lanar.

Distribución geográfica: Esta gramínea está difundida desde México hasta la Argentina. En el Ecuador puebla o cubre todos los páramos, pero avanza desde los 2.400 hasta los 3.300 m.s.m.; el autor ha herborizado 45 especímenes en 45 localidades diferentes, siendo las principales las siguientes:

San Antonio de Pichincha, Región Interandina, 2.400 m.s.m., Colec. MAS 16543; Llangagua, Provincia de Tungurahua, Cordillera Occidental 3.300 m.s.m., Colec. MAS 16677; Guaranda, Provincia de Bolívar, Región Interandina, 2.800 m.s.m., Colec. MAS 16732; San Juan, Provincia del Chimborazo, Región Interandina, Colec. MAS 16768; alrededores de Loja, Provincia de Loja, Región Interandina, 2.000-2.900 m.s.m., Colec. MAS 21761; Puela, Provincia de Tungurahua, Región Occidental, Colec. MAS 20536; Proántag, Provincia de Imbabura, Cordillera Oriental, Colec. MAS 21114; a 2.600 m.s.m., Colec. MAS 21175; a 2.600 m.s.m., Colec. MAS 21177; a 3.600 m.s.m., Colec. MAS 21194; Mochapata, Provincia de Tungurahua, Región Interandina, 2.900-3.000 m.s.m., Colec. MAS 21267;

Páramo de Palmira, Provincia del Chimborazo, Región Interandina 3.200 m.s.m., Colec. MAS 21481; Páramo de Palmira, Provincia del Chimborazo, Región Interandina 3.200 m.s.m., Colec. MAS 21487; Páramo de Palmira, Provincia del Chimborazo, Región Interandina, 3.200 m.s.m., Colec. MAS 21480. Esta especie ha sido colectada antes por SPRUCE, LEHMANN, HOLWAY (sin localidad), SODIRO en el Cotopaxi, en 1890, MILLE en Riobamba y posteriormente por HITCHCOCK entre Malchinguí y Pomasqui, Ambato, Baños (21913).

STIPA OBTUSA (NEES & MEY.) HITCH. *Nombre vulgar*: "Ichu", "paja de páramo". - Gramínea en mechón perenne; cañas floríferas de 25-45 cm de alto, divergentes, finamente escabrosas; hojas mayormente basales, numerosas, llegando a tener la altura de los $\frac{2}{3}$ de las cañas floríferas, o a veces tan largas como éstas; limbo filiforme, escabroso, plegado; panículas de 8-18 cm de largo, las ramas extendidas, casi divergentes con pocas flores; espiguillas pediceladas, 1-floras; las glumas de 3 cm de largo, aproximadamente iguales, obtusas o a veces algo subagudas, glabras; lemma de 2 mm de largo, endurecida, aristada, terete, escabrosa y ligeramente pubescente, la arista de 8-11 mm de largo; pálea más o menos endurecida de 2 mm de largo, encerrada dentro de la lemma.

Crece formando densos manojos aislados los unos de los otros; es uno de los más importantes de la formación de los "pajonales de la puna" del Perú, es una buena forrajera.

Distribución geográfica: Habita la parte altoandina del Perú y Bolivia. En el Ecuador todavía no ha sido registrada, pero en vista que ha sido mencionada como buena forrajera, debería introducirse y experimentarse en los páramos más altos.

TRisetum spicatum (L.) RICHT. - Gramínea perenne, cespitosa; cañas floríferas de 10-35 cm de alto, puberulentas, a veces glabrescentes. Hojas mayormente basales, limbo de 3-13 cm de largo por 2-3 mm de ancho, puberulento o finamente viloso; vaina de 4-17 cm de largo, también puberulenta en el envés; panículas de 5-12 cm de largo, interrumpidas, angostas, semejantes a espiga; espiguillas de 5-6 mm de largo, pediceladas, 2-4-floras; las glumas generalmente iguales, de 4-4.5 mm de largo, aquilladas, glabras o ligeramente escabrosas por las quillas, la gluma externa 1-nerviada, la interna algo más ancha, 3-nerviada; lemma de 3-4 mm de largo, glabra o inconspicuamente escabrosa, aristada, la arista dorsal, de 4.5-5.5 mm de largo; pálea membranácea de 2.5-3 mm de largo.

Esta gramínea es un pasto muy apreciado y buscado por el ganado, pero escaso, razón por la cual debe procurarse estudiarla "in situ" y luego propagarla anticipadamente en parcelas experimentales, para conocer su comportamiento, y luego tener otra forrajera económica para nuestros páramos.

Distribución geográfica: Está distribuida en las regiones Artica, Antártica y Alpina; en Sudamérica se extiende desde Colombia hasta el sur de Chile.

En el Ecuador ha sido herborizada por el autor en el cerro de Imbabura, Provincia de Imbabura, sobre los 2.900 m.s.m., Colec. MAS 17673. Esta especie ha sido colectada anteriormente por JAMESON, SPRUCE, SODIRO, MILLE y HARTMAN, pero sin localidades, HITCHCOCK Colec. en los páramos de Urbina (22029) y ARCADE en los alrededores de Quito.

CIPERACEAS

Dentro de esta familia, incluida por algunos autores en el Orden de las *Glumifloras*, así como también las *Juncáceas* y *Gramíneas*, existen algunas especies que son comidas o buscadas por el ganado. Las ciperáceas viven de preferencia en los medios húmedos, generalmente asociadas; sus tallos aéreos suelen carecer de nudos y son generalmente de sección triangular, con hojas dispuestas en 3 planos o trísticas; las vainas foliares son cerradas (lo contrario de las gramíneas) y carecen de lígula, que es la característica de las gramíneas; a veces las hojas se reducen a pocas vainas sin limbo, en la base del tallo, dando la apariencia de carecer completamente de hojas, como es el caso de las "totoras", cuyos débiles tallos triangulares, porosos y aéreos, terminan en un penacho de flores bracteales poco a nada vistosas.

La mayoría de las ciperáceas son herbáceas perennes, fasciculadas, con o sin rizomas cundidores. En el Ecuador la familia de las Ciperáceas está constituida por los siguientes géneros: *Ancilema* (con 2 especies), *Bulbostylis* (2 o 3 especies), *Calyptrocarya* (2), *Carex* (9), *Cyperus* (30), *Dichromena* (2), *Fimbristylis* (6), *Heleocharis* (6), *Hemicarpha* (2), *Kyllinga* (5), *Oreobolus* (3), *Rhynchospora* (9), *Scirpus* (3), *Scleria* (3), *Uncinia* (3).

Las ciperáceas o "totoras" y "totorillas" van desde casi el nivel del mar hasta los 4.000 m.s.m., pero casi siempre en los terrenos húmedos o pantanosos o a los bordes de las lagunas y charcas. La más destacada de las ciperáceas en el Ecuador y los países tropandinos es la "totora" de las lagunas de Yaguarcocha, Cuicocha, San Pablo, Colta, etc., cuyos tallos triangulares fofos, que forman asociaciones tupidas, alcanzan hasta 2.50 m, constituye planta útil o económica para los pobladores indígenas de los pueblos circunvecinos, pues la utilizan en la manufactura de esteras y cestería, en la elaboración de pequeñas canoas o juncos, las casas, etc.; y como forrajera local, el ganado come sus tallos tiernos y los rizomas. Lo interesante de esta especie sería realizar investigaciones concernientes a su mejor rendimiento, no solo como posible forrajera autóctona y local, sino por sus muchas otras aplicaciones o usos; hasta ahora no existe un estudio especial de la fisiología y propagación de las "totoras", pero valdría la pena hacer investigaciones.

JUNCACEAS

Las especies de esta familia botánica son de habitat húmedo o parecido a las ciperáceas: prefieren vivir junto a las lagunas, charcas y terrenos pantanosos. En los países tropandinos, las juncáceas viven desde el nivel del mar hasta los 4.000 m.s.m. En el Ecuador están registrados los siguientes géneros: *Juncus* con las especies *J. andicola*, *J. bufonius*, *J. brunneus*, *J. capillaceus*, *J. cyperoides*, *J. chamissonis*, *J. densiflorus*, *J. effusus*, *J. imbricatus*, *J. microcephalus*, *J. tenuis*, etc. *Luzula*, con *L. gigantea* y *L. peruviana*, y el género *Distichia* (*D. muscoides*), herbácea altoandina perenne, que vive formando asociaciones almohadilladas (cushion plants) compactas, de hojas de 3 a 8 mm de largo en tallos cortos y ramificados. Esta juncácea almohadillada es forraje buscado por las llamas y alpacas de los páramos-punas del Perú y Bolivia.

Las especies de *Juncus* son comidas por el ganado en las alturas, pero nunca ni nadie se ha preocupado de la experimentación en favor de su mejoramiento para los páramos altos y húmedos, como son los de la Cordillera Oriental. Aquí menciono, con la idea de que alguna persona se interesará por su investigación.

Con los resúmenes hasta aquí presentados, se termina el capítulo de las forrajeras del amplísimo Orden botánico de las Glumifloras que abarca a las familias *Gramíneas*, *Ciperáceas* y *Juncáceas*. Este estudio preliminar es una invitación a los agrónomos y estudiantes de las Facultades de Agronomía del país para que se interesen por la investigación agrostológica en sus respectivos sectores, regiones y países, en favor de la forrajicultura nacional y continental.

OTRAS FORRAJERAS MONOCOTILEDONEAS

AGAVACEAS

EL CABUYO NEGRO Y AFINES

Las observaciones hechas en varias áreas de la Provincia de Tungurahua, el sur de la de Cotopaxi y parte de la del Chimborazo (Guano-Penipe, etc.), han demostrado que el "cabuyo negro" (*Agave americana* y *Agave*, sp.) sus "pencas" u hojas carnosas constituyen no sólo un representativo forrajero en dichas tierras secas, sino que las hojas del agave o cabuyo, tajadas en pedazos o "lonjas", sí constituyen un buen alimento para el ganado vacuno.

En las áreas semixerofíticas del callejón interandino y principalmente en las arriba mencionadas, el uso de la "cabuya picada" o "pencas picadas" es práctica diaria, no solo para el ganado en desarrollo, sino para las "vacas lecheras".

La obtención de la materia prima para hacer las "tajas" de cabuya, se hace de los agaves o cabuyos de los cercos de sus respectivas propiedades o de los cercos de los caminos. Las hojas o "pencas" se cortan a la base de las mismas, con hoz o cuchillo; se elimina los bordes espinosos y el ápice mucronado, y luego se corta en piezas transversales, piezas que los nativos denominan "tajas" o "lonjas"; éstas son piezas de 5 a 8 cm de ancho. Los cortes en lonjas se hacen al momento de dar de comer al ganado.

Lo que siempre me impresionó desde niño, pues inclusive ayudaba a mis abuelitos a "repartir" la cabuya "tajada" a las vacas de la pequeña hacienda situada en Huachi, era ver que a las 5 de la tarde de todos los días se daba a cada vaca una cantidad de "tajas" (12 libras más o menos a cada animal) como única ración de la tarde, y sólo con este forraje las vacas daban una buena leche. El

ganado de las áreas secas interandinas come con gusto esta clase de forraje.

Las observaciones hechas en la Provincia de Tungurahua me hicieron pensar en la necesidad de propagar en mayor cantidad el *Agave* o "cabuya negra" en las tierras xerofíticas, porque lo que se consumía era sólo lo natural o lo espontáneo, pero no cultivado especialmente para forraje. Entonces, desde 1930 comencé a publicar algunos artículos para sugerir a los campesinos de dichas áreas el cultivo o propagación artificial de la "cabuya negra"; proponía que aprovecharan, plantando cabuya, los terrenos laderosos y las quebradas; pero muy pocos practicaron; sólo en Huachi, Alobamba, Picaigua y Salasaca hicieron tal ensayo cosa de 116 campesinos e indígenas con visión. Desde entonces aproveché varias de mis excursiones para insinuar y enseñar el uso de las tierras secas y la conservación de las mismas contra la erosión. Indicaba la manera de plantar más racionalmente, ya en Tungurahua, ya en Cotopaxi, ya en Carchi, Chimborazo, etc. Hacía una labor de divulgación conservacionista y de enseñanza práctica en favor de la propagación de la cabuya desde mi primera juventud. Esto es lo que ahora llaman los norteamericanos Extensión Agrícola (Agriculture Extension).

Pero ahora que se habla en todas partes de la necesidad de alimentos para llenar los requerimientos de la cada vez creciente "explosión demográfica", se debe pensar al mismo tiempo en la producción de los alimentos necesarios, y en el caso concreto del desarrollo de la ganadería para producción de carne y leche, se debería pensar en el fomento del respectivo forraje. El fomento de las forrajeras se hará, como es lógico, de acuerdo

con la ecología de cada región, sector o área, como por ejemplo con agaváceas, tunas, cactáceas o crasuláceas en las tierras secas o de fisonomía xerofítica, que en el Ecuador suman no menos de 400 mil hectáreas.

El seleccionamiento de las especies adecuadas para cada sector o medio geográfico, lo harán, por supuesto, el geobotánico, el ecólogo, el agrónomo y el propio agricultor con experiencia.

DICOTILEDONEAS

LAS CACTACEAS COMO FORRAJERAS

En los últimos años, las cactáceas han ocupado puesto principal en la alimentación del ganado. Las muchas experiencias llevadas a cabo han hecho vislumbrar en esta extensa familia de plantas un contingente valiosísimo para el campesino, por cuanto son propias de climas xerofíticos, en donde el agua es escasa, como las vastas extensiones de la península de Santa Elena y los valles interandinos xerofíticos del Chota, Guayllabamba, Cutuchi-Ambato, arenales de Pelileo, Guano, arenales altos de la Provincia del Chimborazo, Catamayo, Malacatos, Vilcabamba, etc.

En el Ecuador se halla bien representada esta importante familia, aun cuando la mayor parte de sus variedades, si no han pasado inadvertidas, ocupan lugar muy limitado como forrajeras.

Como veremos a continuación, hay medios más o menos adecuados para privar las espinas de las tunas y cactus, pero siempre se da preferencia, cuando se explota con fines forrajeros, a las variedades sin espinas, mejor dicho, las que están casi libres de ellas. Las "tunas" (*Opuntia* spp.) se hallan diseminadas en todas las regiones tropicales y subtropicales del globo. En el Ecuador encontramos desde la zona tórrida hasta la templada fría. La más comúnmente conocida es la "tuna de castilla" (*Opuntia ficus indica*), por ser planta habitual de los huertos de la región temperada fría y de la fría. Su existencia en casi todas las localidades del país hace resaltar las pocas dificultades que han de encontrarse para principiar a formar pequeños tunales o nopaleras, que sirvan de base a cultivos forrajeros. Entre las variedades prácticamente sin espinas o de pocas espinas cultivadas en México con fines forrajeros, figuran como principales las siguientes:

Opuntia grassa HAW., *Opuntia fuliginosa* GRIFF., *Opuntia decumana* HAW., *Opuntia inamoena* K. SCH., *Opuntia pseudo-tuna* SALM. y DYCK., *Opuntia lanceolata* SALM. y DYCK., *Opuntia fusciculis* GRIFF., *Opuntia inermis* D. C., *Opuntia robusta* WEND., *Opuntia tomentosa* SALM. y DYCK., *Opuntia monacantha* GRIFF., *Opuntia rubescens* S. C., *Opuntia tuberculata* SCHUM., *Opuntia coccimillifera* MILL., *Opuntia tuberculata* SALM. y DYCK., *Opuntia canapa* GRIFF., *Opuntia nudosa* GRIFF., *Opuntia streptacantha* GRIFF., *Opuntia ellisiana* GRIFF., *Opuntia stricta* GRIFF., etc.

Todas y cada una de estas especies reúnen muy buenas cualidades como productoras y de rápido desarrollo, a la vez suaves y apetecidas por el ganado.

En nuestro medio tropandino con 3 regiones naturales con las especies y variedades sin espinas que tenemos y las espinosas en mayor número, ya se puede iniciar la experimentación, formando tunales y cactales forrajeros. Entre las especies espinosas, distribuidas en toda la República, pueden citarse como principales, no sólo por su producción de tunas, sino también por su desarrollo y rendimiento en "palas" o artejos, las siguientes: *Opuntia lareaeyi* WEB., *O. ficus-indica* L., *O. leucotricha* D.C., *O. bonplandii*, *O. aequatorialis*, *O. quitensis*, *O. soederstromiana* etc., estas especies son menos espinosas o por lo menos factibles de eliminación por medios físicos y por atención cultural. De entre las *Opuntia* cilindriformes podrían mejorarse las *O. cilindrica* de las fajas altitudinales sobre los 2.800 m.s.m.

De las llamadas "pitahayas" de las áreas secas y abrigadas del Ecuador las más comunes son *Borziactus sepius* del Chota, *B. morleyanus* de Tixán y el arbóreo *Lemairocereus godingianus* de Chunchi.

La cactácea columnar de Ambato, Ibarra, etc., conocida localmente como "Aguacolla" (*Cereus pachansi*), debe ser una de las preferidas como forrajera en las haciendas de los valles abrigados de la región interandina, juntamente con variedades de tuna.

No podría fijarse en determinada región del país el clima más conveniente para el tunal. Quien esto escribe ha encontrado tunales normalmente desarrollados en toda la República, desde la región cálida y seca de la Península de Santa Elena y El Oro, hasta la fría de los arenales del Chimborazo. En la región tórrida son más comunes las especies del género *Cereus*. En general, conocemos que el tunal sin espinas es menos resistente a la carencia de agua y elementos fertilizantes que el espinoso, y por lo tanto a las temperaturas extremas, so pena de que el tunal vuelva a su condición de espinoso.

Aun cuando ha prevalecido la creencia de que el tunal sin espinas puede crecer en los suelos más secos y pobres, las observaciones hechas en las diferentes localidades del país ponen de manifiesto lo erróneo de esta creencia; ya que, si se trata de una planta que puede vivir perfectamente con la mitad del agua que necesita cualquiera de nuestra gramíneas forrajeras, ello no quiere decir que pueda llegar a ser un tunal o cactal productivo el formado en suelos áridos. Por otra parte, es de hacer notar, y como mero ejemplo, que las pequeñas agrupaciones de tunales más uniformes y robustos corresponden, en el área norte y central de la provincia de Imbabura, a las ubicadas en los valles de Otavalo, Cotacachi e Ibarra, de cuya fertilidad no puede dudarse. En el centro interandino, como en las provincias de Tungurahua y Chimbo-

razo y en Azuay, los mejores tunales son los cultivados en los terrenos de Ambato, Huachi, Pelileo, Guano, Alausí, alrededores de Cuenca, etc., donde los terrenos son arenosos y con buen porcentaje de materia orgánica. Pero el hecho de que el tunal al parecer viva bien en las condiciones más adversas, no confirma su perfecta adaptación a tal medio, ya que no se han comprobado su producción y calidad. Para afirmar que una planta cualquiera se adapta a un medio agrológico determinado en condiciones explotables, deben indagarse primero su producción y la calidad del producto, para no fracasar económicamente. Muchas plantas viven en las condiciones de medio más variadas, pero su producción sólo es digna de tomarse en cuenta en condiciones especiales. Es cierto que las especies silvestres espinosas son poco exigentes, pero son también de crecimiento más lento.

De manera que se puede asegurar que en los suelos donde otras forrajeras no prosperan por falta de agua, los cactus son precioso recurso para el ganadero. En el mismo caso están las localidades donde los pastos se agotan totalmente durante la marcada estación seca de la Costa; sin embargo, los suelos húmedos y flojos no le son propicios porque, debido a la debilidad de su sistema radicular y a su peso, caen la mayor parte de las plantas adultas.

PROPAGACION DE LOS TUNALES

La propagación del tunal puede hacerse por semilla o por palas (pencas). En el primer caso es indispensable la formación de semilleros o almácigos. La obtención de plantas mayores por semilla toma casi el doble de tiempo que cuando en la propagación se utilizan "pencas". Además, requiere mayores cuidados en todo sentido. Se recomienda únicamente para los casos en que haya de transportarse a grandes distancias, circunstancia posible en la introducción de nuevas variedades. Al efectuar la propagación por medio de plantitas procedentes del almácigo, se tiene cuidado de dividir las en la forma más conveniente, controlable dentro del plantío, porque de lo contrario, dan producto inferior. En todo caso es necesario que el terreno se labore perfectamente.

Para la propagación en pequeños cultivos, se acostumbra hacer fragmentos de la planta constituidos por dos o tres palas a la vez, obteniendo pronto plantas grandes en producción; pero este método no resulta práctico cuando se trata de plantaciones mayores. En este último caso se prefiere seleccionar las palas más robustas, de 1 a 3 años de edad, cortándolas tan cerca de las articulaciones como sea posible. Cuando las palas se hallan debidamente preparadas, se procede a distribuir las en el terreno. La distancia más conveniente entre filas, en nuestro medio agrológico, es de 2 metros. Las "pencas" se colocan en el surco mecánicamente o a mano a una distancia media

de 80 cm. Hecho esto, no queda sino pasar un arado cuya vertedera vaya cubriendo parcialmente las "pencas".

Por el método anterior, las palas quedan de plano sobre el terreno, y es muy variable la parte de la penca que queda expuesta a la luz y por consiguiente, a pesar de operarse el enraizamiento en forma casi uniforme, las plantitas a que dan lugar no hacen su aparición del mismo modo. Este inconveniente puede abolirse en los plantíos más reducidos, efectuando la siembra a mano, colocando las pencas de canto en posición inclinada y cubriendo con la tierra en el surco abierto las dos terceras partes de ella; el resto queda expuesto a los elementos exteriores. Por este método se obtiene el enraizamiento en menos tiempo y la plantación resulta uniforme. Desde luego, el llevarlo a la práctica supone mayores gastos que los indispensables en el método anterior.

En ambos sistemas de siembra indicados deben formarse los plantíos en la estación seca, para evitar que se pudran las "palas" y fragmentos.

En los suelos demasiado secos y pedregosos, en las pendientes, donde la labor es imposible, se acostumbra colocar las palas en la estación lluviosa que en 4 o 5 meses deposita el 90% de su total anual (Chota, Guayllabamba, etc.). En la estación seca no es posible, porque los cortes de las palas se secan y no emiten fácilmente las raíces.

CUIDADOS CULTURALES

Formados los plantíos, los cuidados de cultivos se reducen a los indispensables para evitar que las hierbas espontáneas se propaguen y perjudiquen las tunas en crecimiento. El estado de las hierbas adventicias determina el número de limpiezas anuales. Siempre que se pueda, son muy provechosas las limpiezas efectuadas con cultivadoras mecánicas, haciéndolas pasar entre las filas. Como es lógico, esta práctica sólo puede efectuarse cuando se inicia el crecimiento del plantío; más tarde hay que conformarse con la limpia a machete o con el azadón, porque el ensanchamiento de las matas no deja paso para el tiro y por consiguiente es imposible el trabajo mecanizado.

Fundándose en las observaciones hechas en la Quinta Equinoccial, en los tunales hechos, puedo afirmar que en la xerofilia equinoccial una buena recolección de palas de tuna no es posible sino hasta después de dos años. En el primer año, por razones económicas, puede intercalarse entre las filas de nopales, un cultivo cualquiera, con tal que su producción no requiera más de un año (maní, maíz, frijol, arveja, etc). De esta manera se subsanan los gastos que durante el primer año supone la limpieza del tunal.

A fines de la estación seca se revisa el plantío, se reponen las matas muertas y se substituyen las caídas, débiles y mal constituidas, por palas nuevas.

Las variedades de tunas sin espinas, resultado de cuidadosa selección llevada a cabo por plantadores dedicados y entusiastas, pueden ser pastadas por el ganado en el campo, y por eso se prefieren para cualquiera explotación forrajera. Pero cuando los tunales se combinan en alguna forma con los potreros donde las otras forrajeras mueren al iniciarse la estación seca, las variedades espinosas mantienen alejado el ganado, que sólo puede aprovecharlo cuando el ganadero lo prepara para que el ganado lo coma.

PREPARACION DEL TUNAL COMO FORRAJE

Son muchos los métodos ideados para la preparación de la tuna espinosa en la alimentación del ganado, y entre ellos podemos citar los de uso corriente en las "nopaleras" ubicadas en los Estados del Norte de México, donde el cultivo de estas forrajeras se extiende progresivamente.

Para las nopaleras reducidas se acostumbra "chamuscarse" las pencas con hojarasca o cualquier otro material, siempre que no sea resinoso. Este método dista mucho de ser práctico en explotaciones mayores, donde se emplean picadoras especiales, merced a las cuales se reducen las palas a rodajas muy delgadas, y a la vez se elimina parte de las espinas y se hacen inofensivas las que quedan en la masa de nopal picado.

En el sur de los Estados Unidos se hallan muy en boga el uso de una especie de lanzallamas pequeño, muy parecido en su mecanismo a los sopletes corrientes, pero cuya llama cubre más extensión que éstos, y facilita la destrucción de las puntas de las espinas. Como combustible se emplea casi siempre la gasolina. La obtención de uno de estos equipos resulta siempre muy provechosa al ganadero, aun cuando sus nopaleras sean formadas a base de palas de variedades sin espinas.

Siendo las variedades existentes de tuna sin espinas el resultado de largo trabajo de selección y cultivo, no pueden ser consideradas estables, sino, por el contrario, está comprobado que, por falta de cuidado en la plantación, pueden volver rápidamente a su estado primitivo, es decir, a "espinosas". Este es el caso de los tunales abandonados de ciertos lugares de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Azuay, donde las plantas son tan espinosas como rústicas, agregándose a esto los casos de inversión, debidos a la herencia ancestral, que dan lugar a matas en pequeñas agrupaciones de tunas espinosas en plantíos formados con palas sin espinas. A esta misma circunstancia se atribuye la aparición de matas mixtas, las que siendo de variedad sin espinas presentan pencas muy espinosas en la misma mata. De manera que no basta obtener variedades sin espinas, sino que es indispensable prodigar los mejores cuidados en el cultivo, para asegurar la estabilidad de las características de la o las variedades. Sin embargo, no debemos pensar en que

todas las variedades espinosas puedan, mediante el cultivo, transformarse, ya que en algunos casos, al intentar el mejoramiento de una variedad silvestre a base de cultivo, se halla que los efectos son contrarios a los buscados, es decir, se hacen más espinosas. De ahí que los cuidados del cultivo sean los mismos aconsejados para cualquier otra planta cultivada. Sin embargo, para disimular el costo de los trabajos, puede utilizarse en el primer año el terreno del plantío, con la explotación de cualquier cultivo anual de los ya mencionados anteriormente.

CORTE O COSECHA

La recolección del tunal debe efectuarse en tiempo seco para que las heridas cicatricen y la planta no se resista. Recolectando en tiempo húmedo, se corre el peligro de perder una cantidad de matas, como consecuencia de la pudrición causada por la introducción del agua en las heridas del corte; la recolección será en nuestro medio en la estación seca (entre julio y agosto, en las hoyas de la región interandina), precisamente cuando las otras forrajeras escaseen o se hallen desmejoradas por la falta de humedad del suelo.

Al hacer el corte se procurará que el instrumento cortante empleado para el objeto no hiera las pencas madres (las de la base), sino corte en la inserción de las palas, para asegurar la perpetuación de las cosechas del plantío.

En los países de América, donde las cactáceas se utilizan en la alimentación del ganado (México Guatemala, el norte de Argentina, etc.), los cortes se efectúan con intervalos de dos años. En nuestra región interandina un tunal en buenas condiciones de cultivo puede dar cosechas de importancia con intervalos de 18 meses, excepto el primer corte, que requiere mayor tiempo. La recolección en tiempo seco puede hacerse parcialmente, según lo exijan las necesidades del ganado. Si al final de la estación seca queda parte de la nopalera sin utilizar, puede recolectarse en su totalidad, ya que las pencas, guardadas en un local fresco y aireado, pueden conservarse hasta dos o tres meses en buenas condiciones para el ganado. Debe evitarse que el ganado paste en el tunal, pues aun cuando se acostumbra, no es recomendable para la vida de la plantación.

En las raciones puede suministrarse las hojas o "pencas" de tuna en proporciones variables, teniendo en cuenta sus constituciones y ciñéndose a las circunstancias imperantes, como son: estado y clase del ganado; como alimento de emergencia o como componente habitual en las mezclas, etc. De manera que sería algo azaroso sentar reglas fijas al respecto. Mejor será que cada ganadero o propietario busque la mejor forma de aprovecharlo, de acuerdo con las circunstancias, sin olvidar la relación que debe existir en la masa de las mezclas alimenticias y más en la explotación lechera.

Los efectos del tunal en el organismo animal son similares a los de cualquier alimento verde y succulento, con la ventaja, sobre éstas, de ser alimento de fácil digestión. En el ganado de leche aumenta la producción y mejora la calidad de los productos (leche y grasa respectivamente).

Sobre el rendimiento de las palas de tuna no puede darse dato estable, ya que depende de la especie o especies cultivadas y de las condiciones ambientes en que crece y los cuidados de cultivo que se suministren a las plantaciones. Según datos, en los plantíos pobres se obtienen por término medio 40 toneladas de palas verdes por corte y por hectárea; en los plantíos medianos, la producción suele oscilar entre 100 y 125 toneladas, y en las mejores plantaciones se eleva con frecuencia a 200, 250; sin embargo, se dan casos en que la producción es sumamente exigua, por la mala elección del terreno y la falta de cuidados culturales. Pero los resultados visibles en las pequeñas agrupaciones de nopales en nuestros países tropandinos, abrigan grandes esperanzas para el futuro. Sólo falta que unos cuantos ganaderos entusiastas y progresistas emprendan en la experimentación, para que la generalidad los imite, aprovechando las cualidades excepcionales de estas forrajeras. El consejo y la insinuación están dirigidos a todos los propietarios de las áreas

xerofíticas de la región interandina y de manera especial a los que viven en los valles secos del Chota, equinocciales del Guayllabamba, Huachi, Pelileo, Guano, Catamayo, Malcatos, Vilcabamba, etc.

En un tunal formado para el aprovechamiento del fruto, las plantas se siembran a tres metros en cuadro; por lo tanto, serían aproximadamente 1.110 plantas por hectárea. De acuerdo con lo observado, el rendimiento anual por hectárea sería de 40 toneladas, cantidad que puede competir con la producción de otras forrajeras de alta producción y que requieren cuidados especiales en el cultivo. Las tunas como las palas de la plantación son bien aceptadas por el ganado, siempre que estén desprovistas de espinas; sólo el caballo no gusta los productos alimenticios del tunal.

Así lo que se ha hablado de la tuna y los tunales se puede extender a otras cactáceas, como las "pitahayas" del género *Cereus* y varios cactus piramidales y arbóreos, tanto de la xerofilia de la costa seca, como de las tierras secas de la región interandina.

Por vía ilustrativa presento a continuación algunos datos de análisis químicos, sobre el contenido químico de frutos y palas de tuna de pitahayas.

ANÁLISIS DE ALGUNAS TUNAS Y PITAHAYAS, AL ESTADO FRESCO

	Agua	Prto.	Carbo- hidratos	Grasa	Celulosa	Ceniza	Total
Pitahaya (<i>C. trigonus</i>)	87.76	0.94	6.88	0.34	2.08	2.00	100
Tuna blanca (<i>O. ficus indica</i>)	87.28	0.90	7.14	0.34	2.18	2.16	100
Tuna roja (<i>O. leucotricha</i>)	91.72	0.49	5.49	0.16	1.06	1.01	100
Palas de tuna castilla (<i>O. robusta</i>)	93.54	0.45	3.90	0.14	0.75	1.13	100
Pitahaya (<i>C. undatus</i>)							
Fruto	92.20	0.50	4.98	0.18	1.12	1.10	100
Tallo	89.15	0.38	5.09	0.12	3.02	2.24	100

(1) Datos obtenidos en la Secretaría de Agricultura de México, en 1948.

LEGUMINOSAS

Al presentar el estudio forrajero de un país corresponde a las leguminosas el segundo lugar, tanto por la calidad del forraje que proporciona el follaje de muchas de ellas, como por el fruto altamente nutritivo de otras, de doble aplicación; las leguminosas constituyen forraje y alimentación humana.

En nuestra flora tropandina encontramos, en los potreros naturales, multitud de leguminosas forrajeras que, sin duda alguna, contribuyen en gran parte al desarrollo y engorde de todos los ganados que en ellos pastan. Por otra parte, tenemos leguminosas cuyas semillas han sido impor-

tadas y ensayadas con buenos resultados en nuestro medio, pero que, como muchas de las criollas, sólo crecen normalmente en determinadas localidades o regiones, y otras que requieren cuidados especiales en su cultivo y manejo.

Debido a que nuestros potreros naturales, aparentemente llenan su cometido en el mantenimiento del ganado, pocas personas hasta la fecha han venido ensayando plantas forrajeras leguminosas. Pero ahora ya debe pensarse seriamente en su propagación sin distinción de extranjeras y criollas, siempre que sean de comprobadas cualidades nutritivas y de buena aceptación por el ganado. Estas forrajeras son las que en su constitución llevan más elementos proteicos, y por consiguien-

te, las más indicadas para emplearse en el balance de las raciones para el ganado de estabulación, o de forraje mixto y pastoreo.

Con algunas excepciones, las leguminosas poseen raíces profundas que les permiten defenderse mejor que las gramíneas de los rigores de la sequía. Esta particularidad es muy marcada en las criollas, sujetas al medio natural de nuestros campos, a la ecología tropandina, y a sus cualidades de forraje de primera clase se agrega su gran poder fertilizante, debido a la fijación de nitrógeno del aire, merced al intercambio existente entre la

planta y las bacterias nitrificadoras (*Pseudomonas radicales*) que parasitan, forman concreciones o abultamientos en sus raíces, con las cuales sostienen intercambio de materia.

De los estudios agrobacteriológicos realizados se conocen muchas variedades de bacterias, entre las cuales se encuentran algunas especiales para un grupo determinado de leguminosas. De acuerdo con estos mismos estudios, se pueden hacer agrupaciones entre las más conocidas, como las siguientes:

Bacteria A.	{	Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
		Alfalfa arbórea	<i>Medicago arborea</i>
		Trébol manso	<i>Medicago lupulina</i>
		Trébol manchado	<i>Medicago maculata</i>
		Trébol amarillo dulce	<i>Melilotus officinalis</i>
Bacteria B.	{	Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>
		Trébol híbrido	<i>Trifolium hybridum</i>
		Trébol común, rojo	<i>Trifolium pratense</i>
		Trébol encarnado	<i>Trifolium incarnatum</i>
Bacteria C.	{	Trébol de altura, japonés ..	<i>Lespedeza striata</i>
		Maní o cacahuete	<i>Arachis hipogea</i>
		Frijol aterciopelado	<i>Macuma utilis</i>
Bacteria D.	{	Arveja	<i>Vicia sativa</i>
		Arveja cimarrona	<i>Lathyrus pratensis</i>
		Arveja blanca	<i>Vicia alba</i>
		Pipirigallo	<i>Onobrichis sativa</i>
Bacteria E.	{	Guisante de paloma (gandul)	<i>Cajanus indicus</i>
		Engordacabras	<i>Meibomia rensoni</i>
		Caw Pea	<i>Vigna sinensis</i>
		Soja o soya	<i>Soja max</i>
		Frijol colorado	<i>Phaseolus sphaericus var. haematocarpus</i>
		Frijol negro	<i>Phaseolus vulgaris var. gerrinus</i>

Inoculación nitrobacteriana del suelo y de la semilla.

La inoculación consiste en introducir, en terreno preparado para el cultivo de una leguminosa cualquiera, las bacterias u organismos más adecuados para estimular el mejor desarrollo de la planta en cuestión. Así, por ejemplo, si se trata de propagar el *Trifolium pratense* en un terreno donde no se ha cultivado con anterioridad ninguna de las de su grupo, es indispensable la inoculación de bacterias, si no de las del trébol rojo, de una de las de su grupo.

La inoculación más práctica y fácil consiste en llevar tierra de terrenos donde se ha cultivado la

leguminosa con anterioridad para esparcirla y mezclarla en la tierra destinada a recibir la nueva plantación. Este método es el de *inoculación natural*. La cantidad de tierra conveniente para esparcir por hectárea, es de 300 kilos por término medio. Se riega uniformemente sobre la superficie laborada y luego se efectúa un rastrilleo; si es posible, es más efectivo el paso de una grada o arado de discos, para que se mezcle, pues al quedar expuestos al sol, mueren la mayor parte de los microorganismos y, por consiguiente, queda sin efectos la operación. Por esta razón debe hacerse la inoculación de preferencia en día nublado, o en las últimas horas de la tarde. No debe olvidarse que al realizar este método, debe llevarse la tierra

de plantaciones sanas, porque de lo contrario, se plagaría a las nuevas plantaciones con las plagas de la plantación original.

Como no siempre es posible efectuar la operación anterior, se recurre al sistema de "Cultivos", por medio del cual se obtiene la bacteria apta para la inoculación. En los países donde el cultivo de las leguminosas es extensamente explotado, los cultivos de sus bacterias se hallan en el comercio, ya sea en preparados sólidos, sólido-solubles, o en líquidos especiales. En estos preparados, las bacterias viven, se desarrollan y se multiplican durante tiempo variable. La inoculación artificial se efectúa agregando a la substancia del cultivo la cantidad de agua prescrita por las indicaciones adjuntas al preparado; hecho esto, se agregan cuatro cucharadas de azúcar a la solución destinada a remojar la semilla que ha de utilizarse para una hectárea. Luego la solución se vierte sobre la semilla contenida en una tina o cualquier otro recipiente, cuidando de removerla, para que impregne uniformemente.

La siembra de la semilla inoculada se hace en un día nublado para evitar la acción del sol. Este sistema tiene la ventaja de garantizar la ausencia de gérmenes nocivos que hay en el método de "inoculación natural".

ALGUNAS LEGUMINOSAS NATIVAS PARA LA FORRAJICULTURA LOCAL

En la rica familia de las Leguminosas existe un apreciable número de especies indígenas o nativas que deberían ser experimentadas en favor de la forrajicultura regional y local, y si los resultados fueran óptimos, debería tratarse de divulgar en el mundo. En este problema deberían presentarse muchas personas que tengan cariño por la investigación, aparte del terrible apego al "empleo por sueldo". El investigador puede ser un agrónomo, un ecólogo, un botánico, un naturalista general y un simple observador, pero que se interese por la investigación agropecuaria, como son los agricultores progresistas de los diferentes sectores del país y de América.

Entre las *Leguminosas papilionáceas* que merecen ser estudiadas y experimentadas en favor de la forrajicultura, tenemos principalmente las del género *Crotalaria* y del *Desmodium*, géneros que avanzan desde la costa hasta los valles interandinos; esto es desde casi el nivel del mar hasta la faja altitudinal de los 2.600 m.s.m.

Especies del género Crotalaria.

En el Ecuador las crotalarias son muchas, pero desgraciadamente no distinguidas y menos utilizadas por los agricultores, ni por los agrónomos, porque no les conocen prácticamente en el campo; por otra parte, tampoco las Facultades de Agronomía del país se han preocupado de hacer la clave morfológica de las especies del género *Cro-*

talaria, como tampoco de conducir experiencias dirigidas en pro del comportamiento de las varias especies del género en pisos altitudinales diferentes y, menos aún, del mejoramiento genético.

Algunas de las *Crotalarias* no sólo son gustadas por los animales (follaje y frutas tiernas), sino que sus granos son apetecidos para alimento humano, como el "chipilín" de Guatemala y Centro América, *Crotalaria longirostrata* HOOK, y otras especies y variedades conocidas como "chipilínis" (*C. hirsuta*, *C. striata*, *C. maypuriensis*, *C. incana*, *C. vitellina*, *C. pumila*, *C. sagittalis*, etc.).

En las áreas secas del callejón interandino del Ecuador existe tanto entre los cultivos como en los terrenos abandonados, una *Crotalaria* pequeña (todavía no determinada) que valdría la pena propagarla artificialmente para heno o "charque" del ganado o para, después de seca, reducirla a harina gruesa para alimentos balanceados. Esta *Crotalaria* es común y hasta abundante en las tierras equinocciales de Puenbo, Pifo, Yaruquí, Quinche, Calderón, Pomasú, San Antonio, Guayllabamba, Puéllaro, Pusuquí, etc. El autor ha realizado algunas experiencias de propagación artificial y utilización de las plantas con legumbres tiernas, secadas al sol y luego molidas y mezcladas con afrecho, para las aves y caballos, con resultados magníficos.

Las *Crotalarias* de la costa son de mayor talla que las de la región interandina, pero hasta ahora no existen observaciones de ninguna clase. El campo en este aspecto está virgen para las experimentaciones.

Especies del género Desmodium.

Este grupo genérico comprende herbáceas anuales y perennes y algunas sufrutescentes; plantas de hojas 1-3 foliadas, con estípulas y pecioladas, de textura suave, glabras o poco pubescentes. Inflorescencias racimosas o paniculadas, terminales o axilares, con brácteas estriadas o ciliadas; cáliz, generalmente rosado, con estandarte orbicular u ovalado; estambres diadelfos, 9 a 1; fruto sésil, articulado característico.

Varias especies del género alcanzan un buen desarrollo folioso, hasta de 1.50 m de alto. Viven tanto en la costa como en la región interandina (de 50 a 2.400 m.s.m.), por lo mismo, con un buen seleccionamiento y trabajo cultural dirigido, se podrá obtener variedades adecuadas para los diferentes pisos altitudinales de nuestros países tropandinos. Las experiencias hasta ahora conducidas con este género, en Argentina y Brasil, han dado buenos resultados.

Un género muy afín al *Desmodium* y a veces considerado como sinónimo, por algunos autores, es el *Meibomia*, que comprende cosa de una veintena de especies, casi todas forrajeras aprovechadas en Guatemala y Centro América. Las especies son desde rastreras hasta viváceas, arbustivas y aun casi arbóreas. Las Estaciones Experimentales

de nuestros países tropandinos y de América en general, son las llamadas a conducir experimentaciones de cultivo y mejoramiento del importante género *Meibomia*.

Forrajeras arbóreas y arbustivas de la Subfamilia Mimosáceas.

Acacias: Dentro de este importante género xerofítico y subxerofítico, existen en la costa y valles secos del Callejón Interandino, especies arbóreas cuyo follaje y frutos-legumbres constituyen un magnífico alimento para el ganado, como es la *Acacia macrocantha* o algarrobo del sur de la costa ecuatoriana y del valle semiárido del Catamayo, y la *A. pellacantha* de los valles secos del Chota y Guayllabamba, en la región interandina. El autor de esta Contribución tiene un estudio casi completo sobre estas especies, que será publicado posteriormente.

El *Algarrobo* equinoccial del Chota y Guayllabamba, conocido también como "espino", corresponde botánicamente a *Acacia pellacantha*; es un árbol de tronco irregular o retorcido y con una amplia corona aparasolada; alcanza hasta 4 y 5 m de altura; es el árbol representativo de la xerofitia ecuatoriana y en las tierras de su habitat, el algarrobo constituye sombra y forraje para los animales y combustible para los nativos, y todavía con otra gran ventaja, la regeneración o "retoño" sobre el tronco talado; de tal manera que, cortando a machete, cada año los nativos obtienen renuevos para su ganado y ramas para leña, y en esta forma aprovechan los algarrobos silvestres y los plantados al contorno de los "llanos" y potreros.

Muy semejante al "algarrobo" mencionado es el "algarrobo" o "jarque" del Catamayo y sur de la costa ecuatoriana: *Acacia macrocantha*, distinguiéndose solamente por las espinas y botones florales más grandes, y por ser árboles muy conocidos y distinguibles en sus áreas geográficas no hay necesidad de hacer o presentar descripciones botánicas en este trabajo de carácter general.

De las observaciones que he venido realizando en los valles secos del Chota y Guayllabamba (con *A. pellacantha*) y en el Catamayo (con *A. macrocantha*), puedo decir que valdría la pena hacer plantaciones artificiales dirigidas y en gran escala, no sólo en los valles de su propio habitat, sino también en otras tierras y lugares con ecología semejante, hasta por cambio del paisaje, aparte de su leña, carbón, follaje y sombra para los animales.

El follaje y los frutos-legumbres constituyen un magnífico alimento para el ganado, y según los análisis químicos realizados, aun para el hombre, en forma de harina. Se han hecho ensayos positivos al respecto: el follaje secado en un piso de cemento o en tablas, luego recogido y reducido a polvo, se mezcla con harina de cualquier cereal (maíz, trigo, cebada, avena) para el hombre, o simplemente en salvado o "afrecho" para alimen-

to balanceado de aves y animales. Un alimento de esta clase de mezcla constituye lo que se conoce como "algarrobina", aunque también se prepara con este nombre una bebida alcohólica, que es hecha a base de los frutos-legumbres.

Los algarrobos tropicales del género Prosopis.

En el litoral ecuatoriano, entre las áreas sabanas y la xerofitia, existen unos arbolitos característico de copa aparasolada o de forma ancha, aplanada y de color verde claro. Estos arbolitos de las sabanas y de las formaciones caducifolias, pertenecen al género botánico *Prosopis*: *P. chilensis* (MOL.) SCHUNTS ("algarrobo colorado" de Manabí y norte y noroccidente de la Provincia de Guayas); *P. inermis* H.B.K. ("algarrobo" común de la Península de Santa Elena, Provincia del Guayas, y *P. juliflora* (SW.) D.C., el "algarrobo común" de la sabana del Guayas y Manabí, de la caducifolia a las formaciones xerofitas de la península de Santa Elena. Esta especie, que existe desde el norte de México y que se conoce como "mezquite", avanza hasta Chile.

El algarrobo tropical o "mezquite" es contensor de la erosión debido a su gran desarrollo radicular; produce madera para leña y carbón, y su follaje y sus frutos-legumbres constituyen un magnífico alimento para el ganado; pero todo lo que existe es silvestre y nadie lo cultiva. Su propagación material se hace por la dispersión de las semillas por medio de la defecación de los animales; por esta acción se forman "asociaciones de algarrobo" por doquier de la sabana y la xerofitia de la península de Santa Elena.

El follaje de los algarrobos constituye un excelente alimento forrajero para el ganado, pero sobre todo suple una gran necesidad durante los meses secos o de verano, en la costa en general; pero lo importante sería hacer cultivos dirigidos en las tierras invadidas de plantas inútiles, y las cárcavas de la xerofitia.

Leucaenas: En la costa ecuatoriana existen dos especies arbóreas de *Leucaena* bien destacadas: la "chakra" (*L. canescens* BENTH.) y *L. trichoides* (JACQ.) BENTH; la primera que se extiende desde la caducifolia de Guayaquil a Arenillas, en la Provincia de El Oro, y la segunda, es más propia de la Provincia de Manabí. El follaje de ambas especies es apetecido por el ganado vacuno, asnal y caballar; pero aquí se describe especialmente la *Leucaena trichoides*, porque es la preferida como árbol forrajero.

L. trichoides es un árbol de 5 a 8 m de alto, bastante ramificado irregularmente; hojas pinnadas divaricadas, de 2-5 pares de hojuelas, ovaloblicuas, algo coriáceas; cabezuelas floridas blancuecinas de 1 cm de diámetro; frutos-legumbres delgados, membranosos, de 8 a 10 cm de largo y 2 cm de ancho, lustrosas y glabras.

En los valles abrigados de la región interandina se observa una *Leucaena* arbustiva que es muy

apetecida por el ganado; su follaje es de color verde claro y sus cabezas florales son blanco-crema. ¿Por qué no se propaga artificialmente en las tierras secas, donde tanto se necesita?

LAS INGAS O "GUABAS"

Posiblemente ningún agricultor habrá pensado hasta la fecha en las semillas de las Ingas o "guaba" como elemento importante en la alimentación del ganado. Recientes análisis han puesto de relieve su riqueza en principios nutritivos, y muy especialmente proteínas. Estas particularidades me inducen a incluirla en estas notas, no dudando de las muchas ventajas que el campesino puede sacar si se propone con tales plantas. Las semillas de nuestras "guabas" se pueden emplear como alimento concentrado, en las mezclas de raciones de granos, en la misma forma acostumbrada con los granos de las otras leguminosas aquí citadas.

Ensayos efectuados últimamente con las semillas de "guaba" han demostrado que la forma más ventajosa de emplearlas en la alimentación animal consiste en cocerlas y, en ciertos casos especiales, como el racionamiento del cerdo, es conveniente agregar una pequeña cantidad de sal común. En esta forma es acogida mejor por el ganado; pero, como es lógico suponer, esta operación es bastante molesta cuando se trata de la alimentación en ganadería en grande escala. Sin embargo, recogiendo las vainas, secándolas y extrayéndoles las semillas con cuidado, se despulpan a mano o mecánicamente, y luego sometiénolas a la desecación completa, puede prepararse harina de muy buena calidad para el balanceo de las raciones en toda clase de ganado.

Las diferentes formas de cultivo, adecuadas a cada variedad de Ingas, son bien conocidas por nuestros agricultores, cuyas plantaciones de café están casi exclusivamente sombreadas con esta planta y, muy especialmente, con las variedades de frutos-legumbres pequeños.

Las Ingas más conocidas en nuestro país pasan de una docena, pero taxonómicamente el número de especies del género *Inga* pasa de 60, siendo las identificadas por el autor las siguientes:

I. bonplandiana H.B.K. - "Guabo blanco". - MAS 13674. Arbol de la sección de Santo Domingo de los Colorados, Provincia de Pichincha, 300 m.s.m.

I. cycladenya PITTIER. - ELBERT LITTLE JR. - 6692. Arbol de Playa de Oro, Provincia de Esmeraldas.

I. coruscans HUMB. - BONPL., E. LITTLE JR. 6737. - Arbol de la Provincia de Bolívar, cerca de Bucay.

I. edulis MART. ? - "Guaba". MAS 8889. - Arbol cultivado alrededor de Ambato, Provincia del Tungurahua 2.550-2.850 m.s.m.

I. heteroptera BENTH. - "Guabo de mono". MAS 13668. Arbol de la sección de Santo Domingo de los Colorados, Provincia del Pichincha 300 m.s.m.

I. heteroptera BENTH. ? "Guaba de mono". MAS 15768. Arbol del área de Pichilingue, Provincia de Los Ríos 40 m.s.m.

I. ingoides (RICH.) WILLD. "Guaba" E. LITTLE JR. 6231. Arbol de Quindé, Provincia de Esmeraldas.

I. marginata WILLD. "Guaba chiquita". - E. LITTLE JR. 6321. - Arbol de Pichilingue, Provincia de Los Ríos, 6363; árbol de cerca de Piedras, Provincia de El Oro.

I. nobilis WILLD. "Guaba". Arbol maderable del litoral ecuatoriano, Colec. en el sector noroccidental, cuenca del R. Santiago, Provincia de Esmeraldas.

I. obscura MACBR. - E. LITTLE JR. 6153. - Arbolito de Santo Domingo de los Colorados, Provincia del Pichincha.

I. ornifolia H.B.K. "Guaba". - MAS 5688. - Arbol de Salya, faldas de la Cordillera Occidental, Provincia del Pichincha, 1.800-2.000 m.s.m.

I. ornifolia H.B.K. - "Guabo". - MAS 7869. - Arbol de Loma Larga, Cotacocha, Provincia de Loja, 2.200-2.400 m.s.m.

I. ornifolia H.B.K. - "Guaba". - MAS 11625. - Arbol usado en Quito y otras ciudades del Ecuador central.

I. punctata WILLD. - E. LITTLE JR. 6738 - Arbolito de cerca de Bucay, Provincia de Bolívar.

I. ruizina G. DON. - E. LITTLE JR. 6388. - Arbol de Borbón y Concepción, Provincia de Esmeraldas.

I. schimffii HARMS. - "Guaba de machete". MAS 15776. Arbol frutal del área de Pichilingue, Provincia de Los Ríos, 40 m.s.m.

I. semiglabrata PITTIER. (?) - MAS 6126 - Arbol del valle de Tablas, estribaciones de la Cordillera Occidental, Provincia de Bolívar, 800-1.400 m.s.m.

I. sodiroe HARMS. - (?) "Guaba". - MAS 7780. - Arbol de Lamirán, Cerro Negro, Provincia de Bolívar, faja de la Cordillera Occidental, 900-1.400 m.s.m.

I. sodiroe HARMS. - "Guabo". - MAS 7850. - Arbol de Pucará de Telimbol, a Provincia de Bolívar, 2.600-3.000 m.s.m.

I. spurea HUMB. & BONPL. - "Guabo". - E. LITTLE JR. 6515. - Arbol mediano de Pichilingue, Provincia de Los Ríos.

I. ruizina G. DON. - E. LITTLE JR. 6388. - Arbol de Borbón y Concepción, Provincia de Esmeraldas.

I. tibatina D.C. - E. LITTLE JR. 6202. Arbol de San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas.

I. tenuirama HARMS. - "Guabo negro". - MAS 2748. Arbol de la sección de Santo Domingo de los Colorados, Provincia de Pichincha, 300 m.s.m.

La Inga edulis MART. es entre los más conocidos la que en menos proporción se halla en nuestras plantaciones. El colocarla en primera línea al hablar de las plantas de su género se debe a que sus vainas son las más apreciadas como frutos de consumo en nuestras plazas. En cuanto a la constitución química de sus semillas, no tienen sino muy pequeñas diferencias entre una especie y otra, y todas pueden utilizarse en forma similar.

La Inga marginata WILLD. o "guaba chiquita" y la *Inga heteroptera* BENTH. o "guaba de mono" son las que predominan como arboleda de sombra en las grandes plantaciones de café. Año tras año producen estas prolíferas plantas grandes cantidades de vainas con semillas, que al caer ya maduras, forman con el follaje, gruesa alfombra destinada a descomponerse y formar el mantillo orgánico, mientras algunas de las semillas germinan para ser detruídas por las limpias o desyerbas de las plantaciones. No se puede calcular, ni aproximadamente, la cantidad de semilla que se pierde anualmente en todo el país, pero sí se puede presumir que se trata de muchas toneladas que constituirían entrada efectiva si las semillas hoy des-

perdiciadas fueran transformadas en carne, leche, grasa, etc., por la "máquina animal".

La *Inga schimpffii* HARMS. o "guaba de mache-te", aun cuando ocupa el tercer o cuarto puesto en abundancia en el trópico del país, no produce vainas en gran número; de manera que su rendimiento en semilla es algo limitado.

Inga ornifolia H.B.K., se diferencia principalmente de las otras porque da tal vez tres o cuatro veces más vainas que éstas; pero mucho más pequeñas o menos robustas. En cantidad existente en las plantaciones corresponde a ésta el cuarto puesto. En peso total puede producir tanta semilla como la *Inga marginata* y la *Inga heteroptera*.

La descripción detallada de esta leguminosa resultaría de más en esta reseña, ya que los nombres vulgares dados son los que sirven para designarles en las regiones donde crecen; pero las especies aquí mencionadas son comúnmente conocidas en las zonas tórridas y la templada cálida; pero suelen encontrarse con mucha frecuencia la *Inga edulis* y la *Inga marginata* en los climas temperados de los valles interandinos. Ambas *Ingas* muy menguadas en desarrollo y producción, debido sin duda a la imperfecta adaptación al medio, en cambio abundan *Inga ornifolia*, *I. bonplandiana*, *I. sodiroi* e *I. marginata*.

Es de esperar que agricultores entusiastas traten cuanto antes de aprovechar los recursos que nos brinda nuestra rica flora tropical, subtropical y de la selva de los lados externos de las Cordilleras.

Como se ha explicado, en la importantísima familia de las Leguminosas existen verdaderas maravillas botánicas que deben ser estudiadas no sólo desde el aspecto forrajero, sino también medicinal y alimenticio para el hombre, tanto en las simples herbáceas, como en las arbustivas y arbóreas de nuestra flora. Pero, repito, esta gran tarea está llamando a los agrónomos de las Estaciones Experimentales de cada uno de nuestros países.

OTRAS FORRAJERAS NATIVAS QUE DEBEN SER ESTUDIADAS

Amaranthus o "bledos". Son muy comunes las herbáceas conocidas como "bledos", tanto en la región interandina, como en la costa; casi todas las especies constituyen "malas yerbas" de los cultivos, y algunas de ellas son invasoras o dominantes. En las partes altas de la región interandina, los indígenas conocen a los "bledos" como "cuchimicuna" (conocida como alimento de puercos), porque es un alimento gustado por los chanchos; pero también es comido por el ganado vacuno. Sin embargo de esta particularidad, nadie (en estos países tropandinos) se ha preocupado del aprovechamiento racional o técnico de estas herbáceas, y menos que alguien haya hecho experiencias de propagación artificial o agrícola.

De los ensayos y observaciones hechos por este autor, el bledo o, mejor dicho, las diferentes va-

riedades de *Amaranthus*, han dado buenos resultados como "forraje mezclado" para el ganado de corral, y en forma seca y molida se ha mezclado o incluido en el alimento de las vacas lecheras; los resultados han sido buenos.

En algunos lugares sin pastos disponibles o secos por el "verano" he sugerido que se diera como forraje algunas yerbas de los cultivos del arroz, del maíz, etc., de los rastrojales; el ganado ha comido con gusto y en ciertos casos se ha ido acostumbrando.

En el Ecuador han sido identificados los siguientes bledos: *Amaranthus blitoides*, *A. caudatus*, *A. crassipis*, *A. paniculatus*, *A. spinosus*, etc. Quedan los agrónomos invitados o aun obligados a continuar las investigaciones sobre la materia. Puede ser que de estas investigaciones resulte una nueva materia prima en favor de la alimentación ganadera del país y de América. Actualmente los "bledos" constituyen sólo "malas yerbas".

"Papa chirma" o "ñames". En el trópico noroccidental del Ecuador (higrofitia macrotérmica) existen y se cultivan en pequeña escala dos especies de trepadoras o enredaderas con pseudotubérculos farinosos que son aprovechados por los habitantes de la localidad. Estos pseudotubérculos son conocidos allí como "papa chirma", porque se comen picados y cocidos como o, en vez, de papas. En Colombia, el Brasil y Centro América se conoce como "ñame".

La "papa chirma" o "ñame" es de dos clases o mejor dicho dos especies del género *Dioscorea*, *D. tuberculifera* L., Syn. *D. bulbífera* BR. y *D. sativa*, Syn. *D. globosa*, *D. alata* y *D. aculeata*.

La primera especie, *D. tuberculifera* o *bulbifera*, se le conoce también como "papa del aire", porque la reserva farinosa o pseudotubérculo es aéreo, lo que lo distingue de las otras especies. Los indígenas del lugar la aprovechan como si fuera patata, y por ser tan rica en carbohidratos, es adecuada para el ganado en ceba, y especialmente para el porcino; sin embargo, los habitantes negros no se preocupan de su cultivo comercial o económico.

La segunda especie, *D. sativa*, tiene sus raíces muy engrosadas y de consistencia más suave que la yuca; estas raíces farinosas recién colectadas pesan hasta 50 libras, y según informan los negros del lugar, han cosechado hasta 1 quintal (100 libras) cuando han sido cultivadas en tierra fértil. Según la variedad, la *D. sativa* es conocida como "chirma" o "ñame blanco" y la *D. alata* como "chirma o ñame morado". Las otras especies o variedades silvestres son menos productivas pero sus pseudotubérculos son también nutritivos.

Como el grupo de los "ñames" nunca ha sido estudiado en el Ecuador y en los otros países tropandinos, valdría la pena que los nuevos agrónomos investiguen en su "medio" o "in situ" y luego realicen experimentos de propagación artificial, con el objetivo de tener nuevas materias primas para la alimentación del presente y del futuro.

Además de los grupos y especies botánicas mencionadas en pro de la forrajicultura tropandina, existen muchas otras más por mencionar y docenas más que necesitan reconocimiento e investigación dentro de la flora nativa. Este autor se compromete a ir presentándolas poco a poco en nuevos artículos. Quizás los agrónomos también lo hagan.

Si se planificara un *Programa Nacional de Forrajicultura*, debería hacerse constar, además del rubro de mejoramiento de los pastizales actuales, un ítem especial para el reconocimiento de nuevas especies forrajeras dentro de la flora local o nacional y luego la investigación agronómica de las mismas. ¿Habrá un Ministro de Agricultura que se interese y dirija trabajos de esta clase? Hago esta pregunta, porque en nuestros países subdesarrollados, con contadas excepciones, los Ministros son sólo políticos o unos pobres improvisados en una cartera que es esencialmente técnica y de amplia visión agro-económica.

En el Programa Nacional de Forrajicultura se debería, además, hacer constar un rubro o ítem de aclimatación, desarrollo y naturalización de las especies forrajeras utilizadas en los países de clima templado (de Europa y los Estados Unidos, principalmente), pero que entre nosotros se cultiva solamente como hortalizas para el humano. Entre otras especies, deberían merecer atención las siguientes forrajeras: la remolacha (*Beta vulgaris* L.) la colza (*Brassica campestris* var. *oleífera* L.), el nabo forrajero (*Brassica napus* L. var.), la mostaza blanca (*Sinapis alba* L.), algunas variedades de col (*Brassica oleracea* L. var.), zanahoria amarilla (*Daucus carota* L., variedades pivotantes) etc.

Finalmente, en el Programa Nacional Forrajero deberá establecerse *Programas ecológicos*, con sus respectivas subestaciones agrostológicas experimentales, es decir, para los diferentes "medios ambientales", como por ejemplo: forrajicultura para las áreas xerofíticas de la costa y de la Sierra: Península de Santa Elena y suroccidental del Ecuador; valles semiáridos y áridos del Chota, Guayllabamba, Pelileo, Guano, Catamayo, Malacatos, Vilcabamba, etc.

La forrajicultura para los pisos paramales sería otro capítulo importante, cosa que hasta ahora no se ha hecho nada por su mejoramiento, sin embargo que han venido "técnicos" extranjeros, pero que ni siquiera supieron estudiar la botánica agrostológica de dichos páramos. Es por esto por lo que sugiero el estudio de las especies mencionadas en la primera parte de este trabajo, las gramíneas nativas descritas, para luego de experimentadas en sus propios habitats, se vea las que mejor convenga propagar agrícola y ganaderamente en los pisos altitudinales de los 3.500 a 4.000 m.s.m. En este subprograma deberían constar las experiencias para el mejoramiento de la "orejuela" (*Alchemilla pectinata*, *A. orbiculata*) que siendo

gustada por el ganado, no existe en cantidad suficiente.

La cuestión en esta materia agrostológica es seguir un programa agrostológico planificado ecológicamente, y para que esto se realice, habrá que buscar o preparar jóvenes agrónomos con vocación científica o de visión investigadora, que sí pueden existir; esto quiere decir, gente que trabaje e investigue y no tener agrónomos ociosos ni de escritorio.

En agrostología económica o forrajicultura hay mucho, muchísimo que hacer en nuestros países tropandinos.

El "Guazmo" o "Guácimo" de la costa.

En el neotrópico en general es común el arbolito o árbol pequeño, conocido en la costa ecuatoriana como "guazmo" o "guácimo". Este árbol pertenece a la familia botánica de las *Esterculiáceas*, y su nombre científico es *Guazuma ulmifolia* LAM. En Guatemala y Centro América el árbol se conoce vulgarmente como *Caulote*.

El follaje del "Guazmo" es comido por el ganado de los lugares donde existe, al mismo tiempo que le sirve de sombra; pero es más recomendable cuando este es joven o al principio de la época de lluvias; en cambio, los frutos (pequeños, algo consistentes, agrietados o rugosos cuando maduros y dulces) son más agradables al ganado vacuno y caballar y constituyen un alimento muy bueno según los análisis químicos, pues tienen materia fácilmente asimilable y se recomiendan para el ganado de ceba.

La producción de frutos de "guazmo" es abundante entre los pastizales de la costa. La reproducción natural se hace por medio de los frutos que caen, formando a veces verdaderos almácigos al pie de los árboles, desde donde se pueden transplantar fácilmente a cualquier sitio; sin embargo, raro es el agricultor o ganadero que los trasplante con el objeto de seguir utilizándolos como arbolito forrajero.

Sabiendo que el "guazmo" es un arbolito forrajero natural (por sus frutos y follaje fresco), al propio tiempo que sombra de los potreros y de los chaparrales de la costa, debería aprovecharse haciendo plantaciones dirigidas, dentro y a los alrededores de los mismos, como por ejemplo en las alambradas y cercas vivas; así se tendría un entretenimiento diversificado de forraje para el ganado tropical; pero nadie se ha preocupado de esta simple práctica.

El Sauce Criollo o Piramidal.

En nuestra América tropandina la única especie del género *Salix* que tenemos es el llamado "sauce criollo" o sauce piramidal, como especie indígena y cuyo nombre botánico es *Salix humboldtiana* WILLD. Este árbol, de aspecto piramidal, se desarrolla tanto en los valles de la región interandina como en la costa, especialmente a lo largo de las orillas de los ríos, acequias y en los luga-

res con la humedad suficiente. Su área geográfica de dispersión alcanza desde México hasta Chile y Argentina.

La distribución altitudinal del sauce criollo en el Ecuador alcanza desde casi el nivel del mar hasta los 2.800 m.s.m. que tiene Quito; pero su desarrollo es excelente en los valles abrigados de la región interandina como en Ibarra, ambato, Patate, Paute, Gualaceo, Catamayo, etc., es decir entre los 1.200 y los 2.400 m.s.m. En estos valles el sauce ornamenta el paisaje y su madera es utilizada algunas veces en cajonería liviana, pero casi nadie de la localidad sabe y menos aprovecha su follaje como especie forrajera, sin embargo de que se ha visto que el ganado, los burros y las ovejas comen los retoños y el follaje que está a su alcance y no solamente del sauce criollo, sino también del que se encuentra generalmente cultivado en las mismas áreas ecológicas, el "saucel lorón" (*Salix babilonica* L.), importado desde el sur de Italia (y a su vez traído originalmente desde la China).

Las observaciones hechas en los valles de Ibarra y Catiglatá principalmente, con respecto al gusto de los animales para ramonear las ramas inferiores y los retoños del sauce criollo, han hecho que piense en la posibilidad de su aprovechamiento como forrajero; pero posteriormente, antes de pasar a máquina estos originales, me llegaron las informaciones que había solicitado al Instituto de Botánica Agrícola de Castelar, Argentina; estas informaciones se refieren a los análisis químicos de las ramas y hojas de los sauces piramidal o *S. humboldtiana* y del *S. babilonica* hechas por la química Noemí Abiusso.

Según los análisis, tanto las hojas de *Salix humboldtiana* WILLD., como las de *Salix babilonica* L., quien creyera, se caracterizan por su alto contenido de proteína bruta y pura y a su vez por su baja calidad de celulosa. Las unidades alimenticias calculadas para rumiantes, son elevadas, comparables a la de los henos de excelente calidad, y en cuanto a su composición mineral, las ramas y follaje de los sauces tienen bajo contenido de sílice, muy inferior al hallado en las gramíneas y aun al de las leguminosas. Los niveles de calcio en el follaje de los sauces son elevados; en cambio, los valores del fósforo pueden considerarse como bajos. El magnesio existente es comparable al que se encuentra en las leguminosas. En cambio, las ramas desprovistas de hojas tienen elevado contenido de celulosa y la proporción de proteína digestible es baja. Las ramitas, por su composición mineral, tienen baja cantidad de sílice y aun inferiores a las hojas correspondientes, lo que es una ventaja forrajera; el tenor del calcio en las ramas es elevado, aunque menor en las respectivas hojas; la cantidad de fósforo es pobre, y los niveles de magnesio son más bajos que en las hojas de las mismas especies.

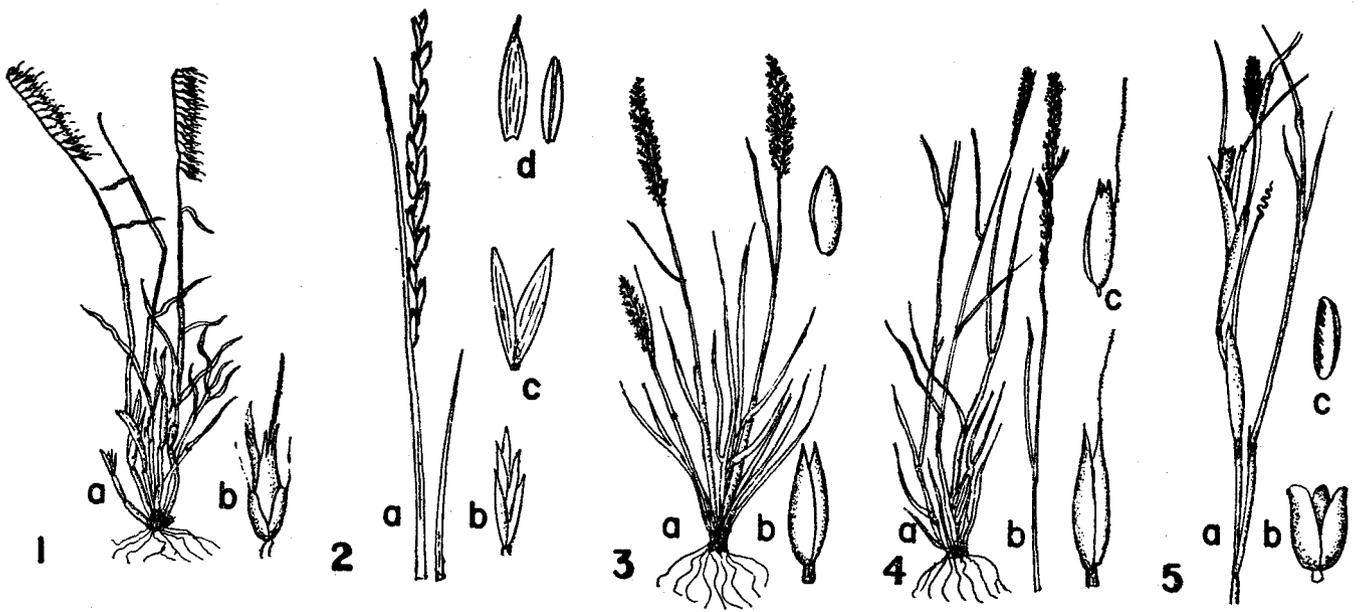
Descripción botánica de los sauces.

Aunque los sauces son comunes en las áreas mencionadas del Ecuador, vale la pena presentarlos por medio de sus descripciones botánicas, sobre todo para ayudar a los estudiantes de Agronomía, Veterinaria y Botánica Económica en general.

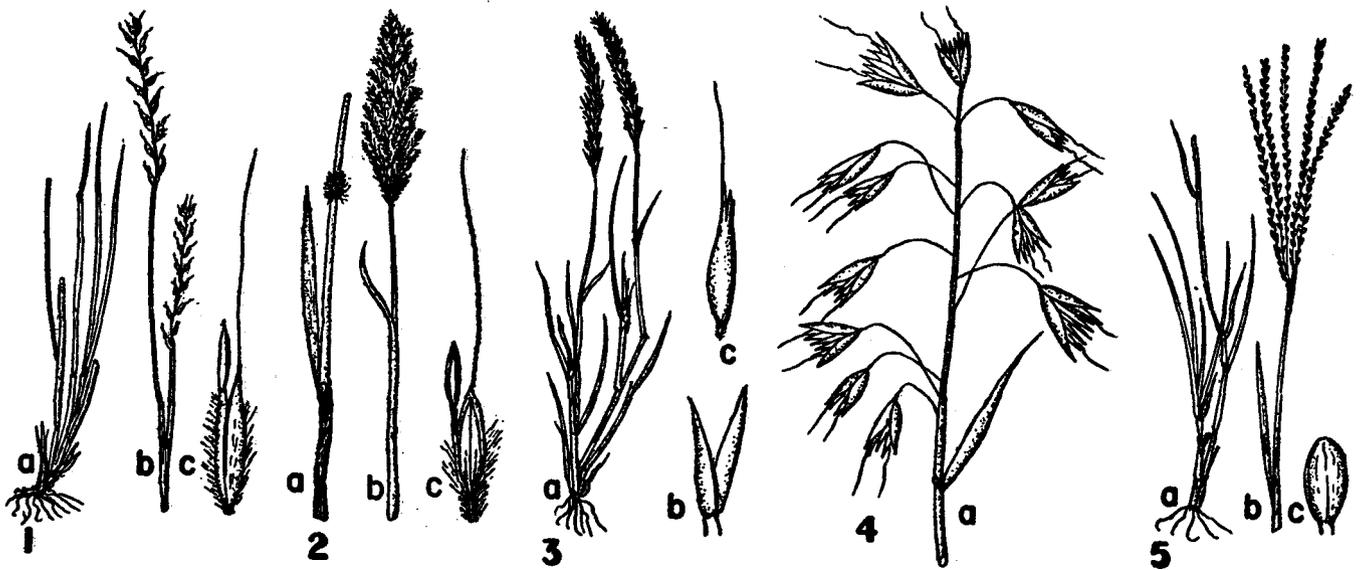
"Sauce criollo" (*Salix humboldtiana* WILLD.), es un árbol dioico de 12 a 18 y hasta 20 metros de altura; tronco más o menos recto; corteza rugosa y con estrías longitudinales; forma de la copa piramidal; ramas elevadas y con sus ramitas suberectas; follaje de color verde claro o algo amarillento. Hojas lineares de 6 a 12 cm de largo y de hasta un cm de ancho, aserradas en su borde, glabras en haz y envés; pecíolo corto; estípulas de las ramas turionales, pequeñas o medianas, lineares, acuminadas, aserrado-glandulosas, más o menos pilosas, con o sin glándulas en la parte interna. Amentos masculinos con 2 a 6 estambres o algunas veces como estaminodios, filamentos libres y pilosos en la parte inferior; amentos femeninos con ovarios aovado-cónicos, pedicelados, lampiños. Nectarios de las flores femeninas, uno opuesto a la escama, ancho, más corto que el estípite, truncado en el ápice, semicircular rodeando parcialmente al ovario. Semillas algodonosas y fácilmente llevadas por el viento.

"Sauce lorón" (*Salix babilonica* L.), árbol introducido durante la colonia, pero propagado solamente en los valles con humedad edáfica suficiente. Alcanza de 5 a 9 metros de altura; copa ancha, redonda o algo aplanada; ramitas delgadas y alargadas, colgantes y de color verde amarillento, pero menos claras que las del sauce criollo. Yemas pequeñas, agudas y glabras. Hojas lineal-lanceoladas, acuminadas, verde-lustrosas en la haz y glaucescentes en el envés. Pecíolo muy corto y pubescente; estípulas pequeñas o medianas, semicordiformes, acuminadas, aserrado-glandulosas, glabras y con glándulas en la cara interna; amentos coetáneos (que asoman al mismo tiempo que las hojas), cilíndricos, delgados, densifloros con escamas florales unicoloras, glabrescentes, aovado-lanceoladas y obtusas. Flores femeninas con ovario aovado-cónico, subsésil y lampiño; nectarios, generalmente uno, opuesto a la escama, ancho-oval, más largo que el estípite (estrechándose en el ápice) o truncado; a veces se presenta otro nectario más pequeño en la axila de la escama. Semillas pequeñas, algodonosas, fácilmente transportadas por el viento.

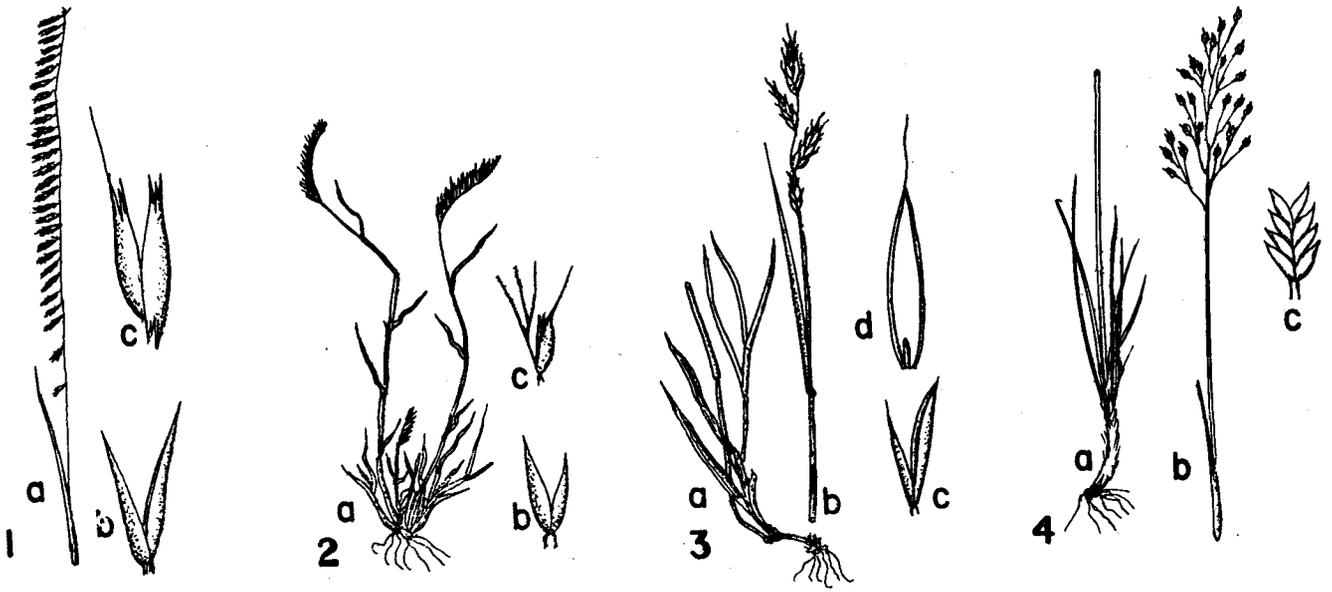
Por las observaciones hechas en el campo y por los análisis químicos de las hojas y ramas de los sauces "criollo" o "piramidal" y del "lorón" introducido, se deduce que estas especies son palatables por el ganado (ovino, vacuno, burros y caballos); por lo mismo, es factible su aprovechamiento forrajero, para lo cual será necesario su mayor propagación en todos los lugares adecuados.



LAMINA I — 1. *Aegopogon cenchroides* SCHULT. 2. *Agropyrum attenuatum* (H. B. K.) R. et S. 3. *Agrostis breviculmis* HITCH. 4. *Agrostis tolucensis* H. B. K. 5. *Alopecurus hitchcockii* PARODI.



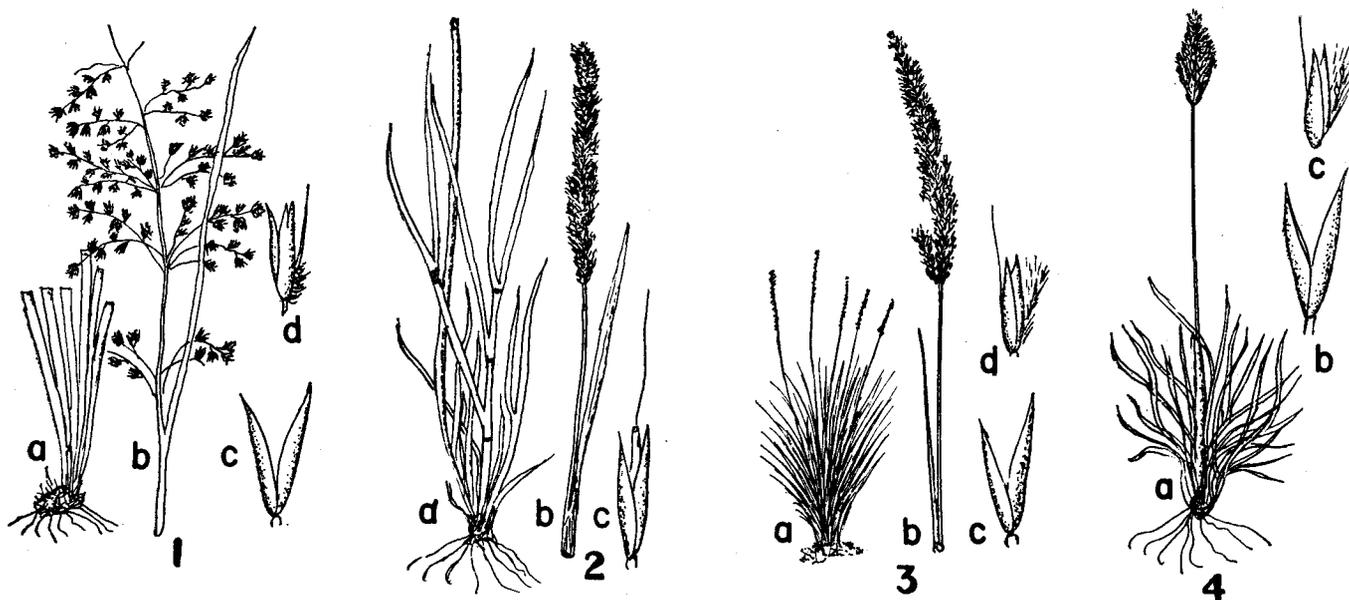
LAMINA II — 1. *Andropogon hirtiflorus* (NEES) KUNTH. 2. *Andropogon saccharoides* var. *parvispiculus* SW. 3. *Aristida adscencionis* L. 4. *Avena sterilis* L. 5. *Axonopus elongatus* (PRESL.) HITCH.



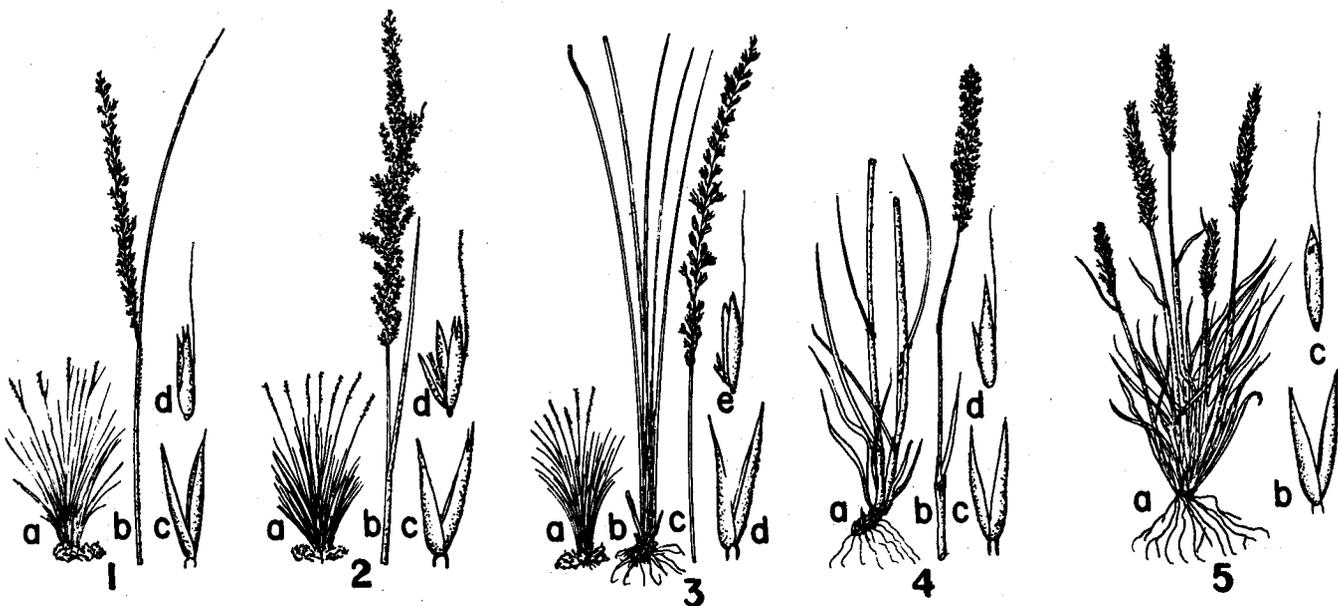
LAMINA III — 1. *Bouteloua curtispindula* (MICHX.) TORR. 2. *Bouteloua simplex* LAG. 3. *Brachypodium mexicanum* LINK. 4. *Briza monandra* (HACK.) PILGER.



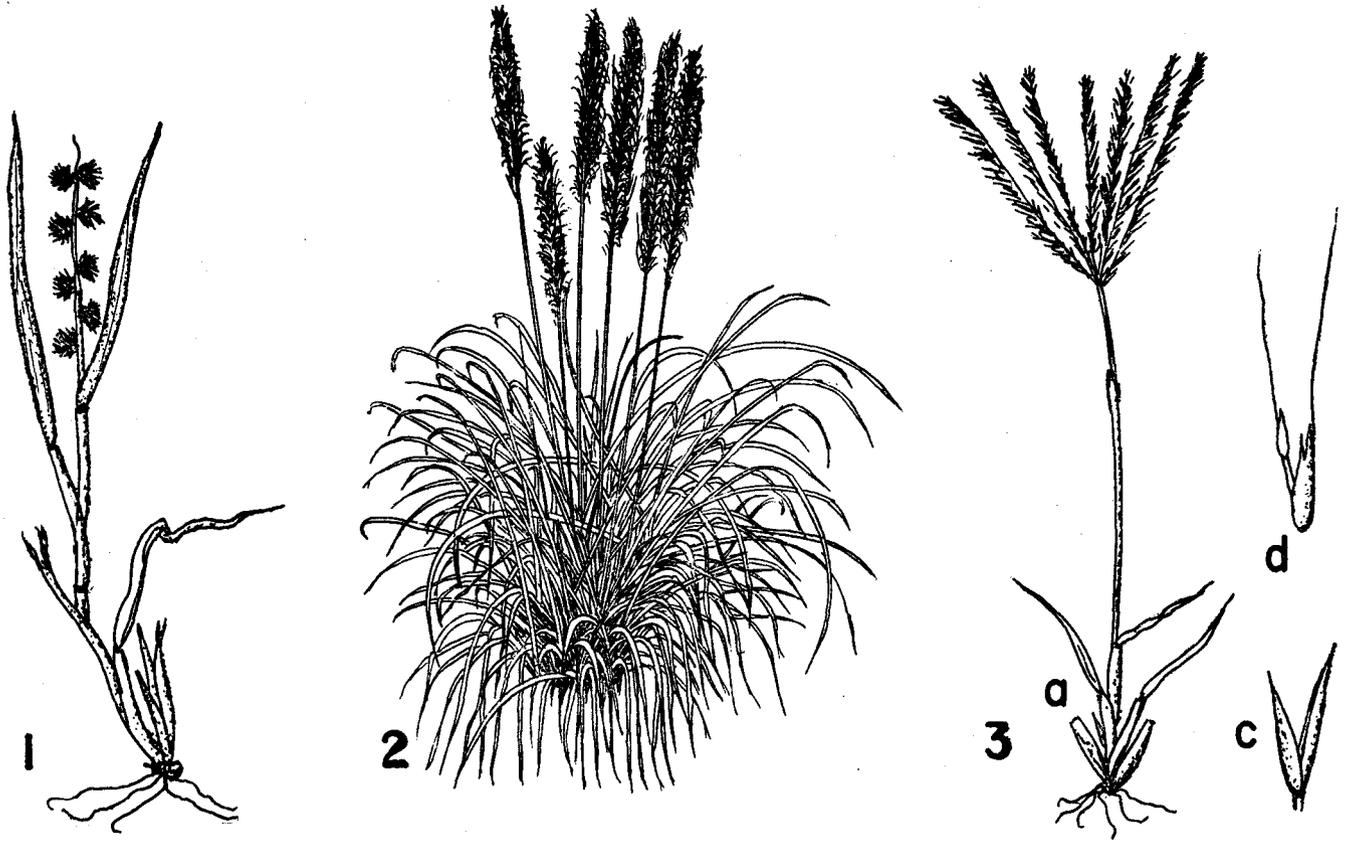
LAMINA IV — 1. *Bromus catharticus* VAHL. 2. *Bromus lanatus* H. B. K. 3. *Bromus pitensis* H. B. K. 4. *Bromus trinii* DESV.



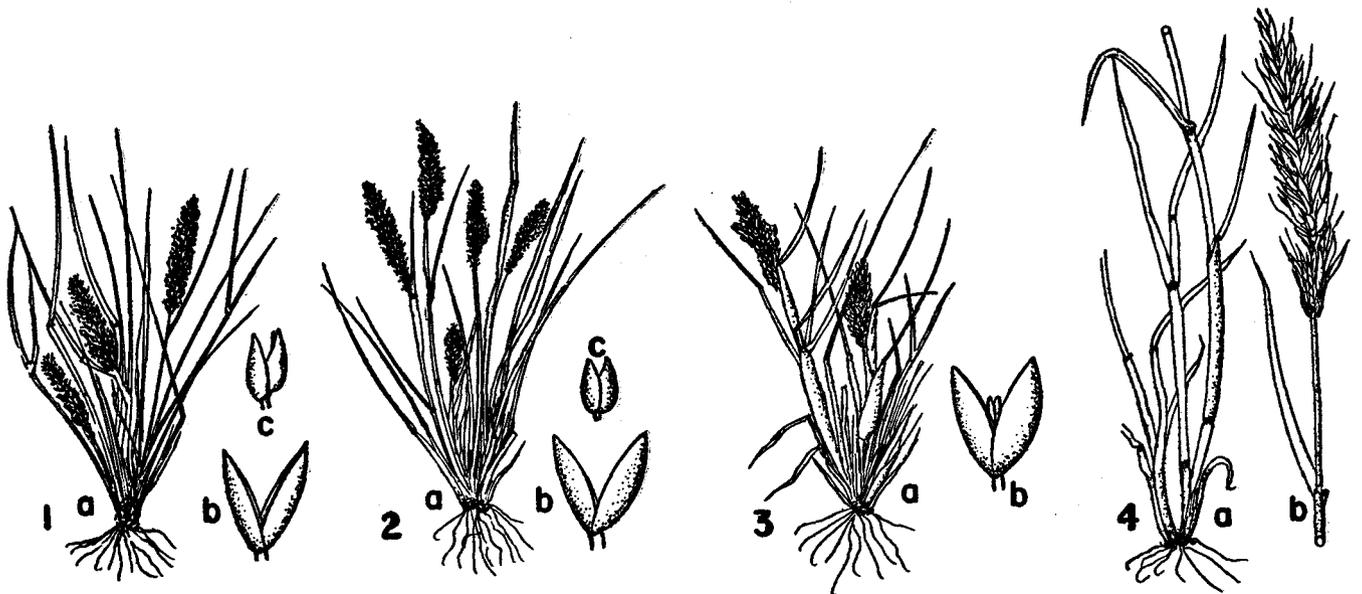
LAMINA V—1. *Calamagrostis eminens* (PRESL.) STEUD. 2. *Calamagrostis heterophylla* (WEDD.) PILGER. 3. *Calamagrostis intermedia* PRESL. 4. *Calamagrostis jamesonii* STEUD.



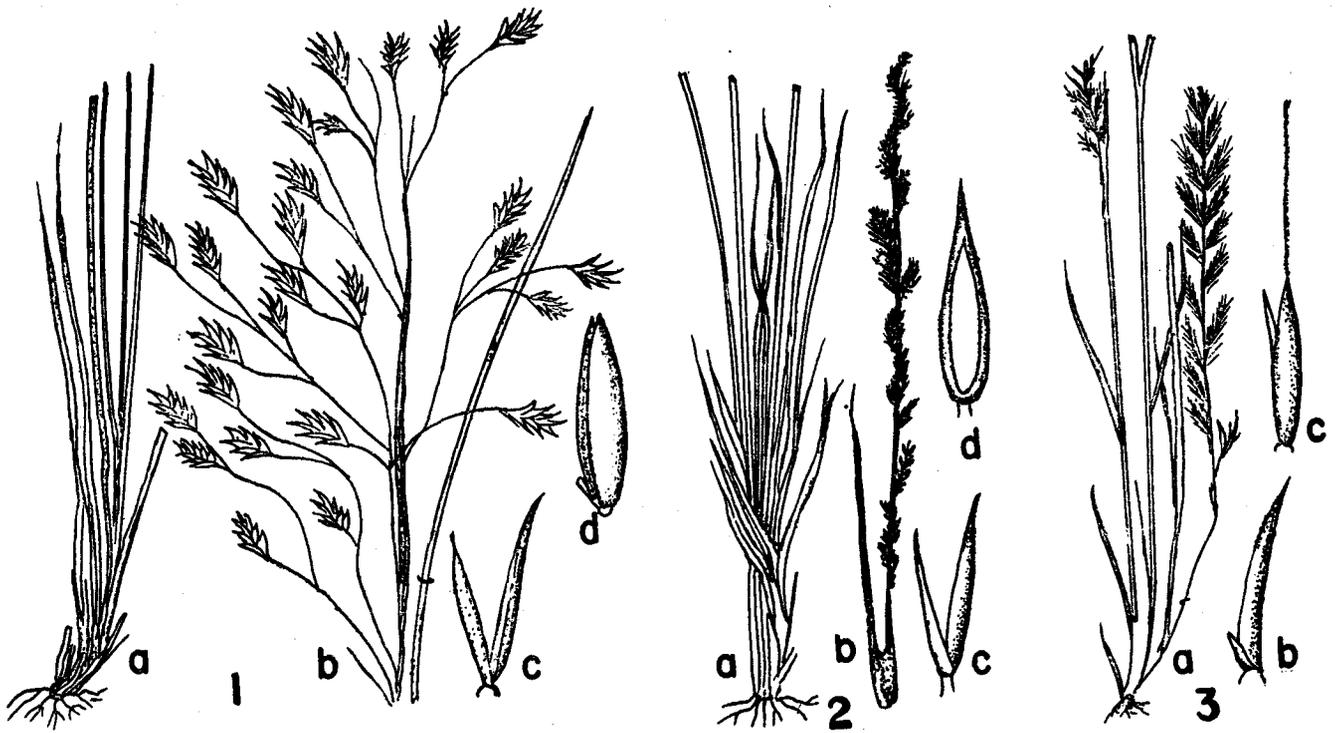
LAMINA VI—1. *Calamagrostis macrophylla* PILGER. 2. *Calamagrostis recta* (H. B. K.) TRIN. 3. *Calamagrostis rigida* (H. B. K.) TRIN. 4. *Calamagrostis rigescens* (PRESL.) SCRIBN. 5. *Calamagrostis vicinarum* (WEDD.) PILGER.



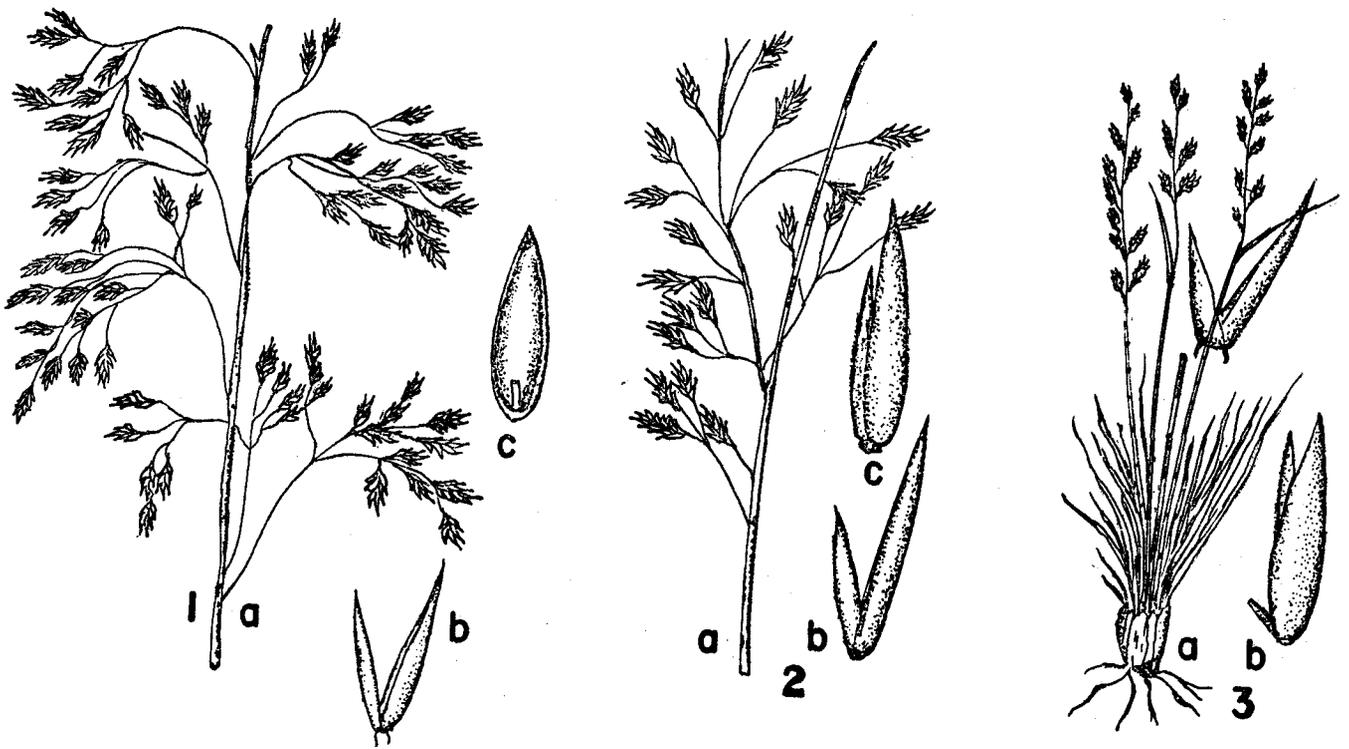
LAMINA VII—1. *Cenchrus echinatus* L. 2. *Cortaderia rudiuscula* STAPT. 3. *Chloris alophila* PARODI.



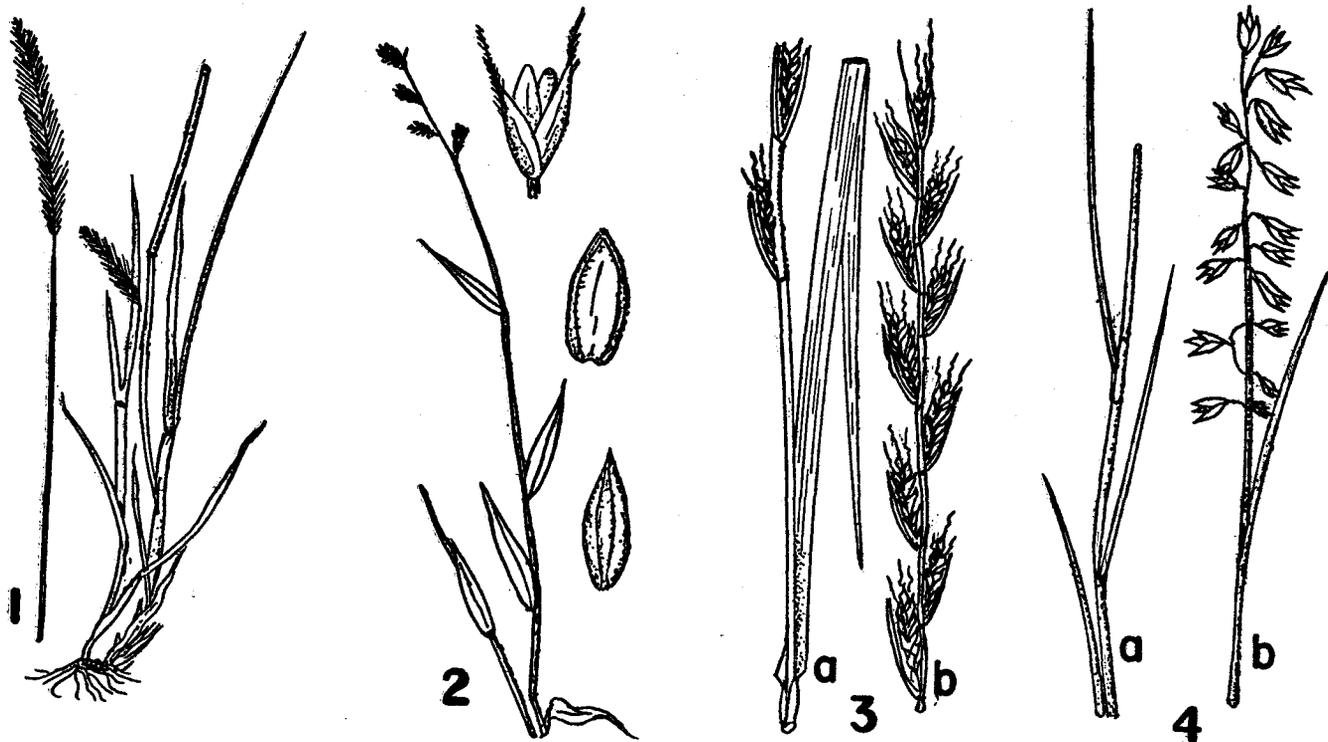
LAMINA VIII—1. *Disanthelium calycinum* (PRESL.) HITCH. 2. *Disanthelium minimum* PILGER. 3. *Disanthelium peruvianum* (NEES & MEY.) PILGER. 4. *Elymus angulatus* PRESL.



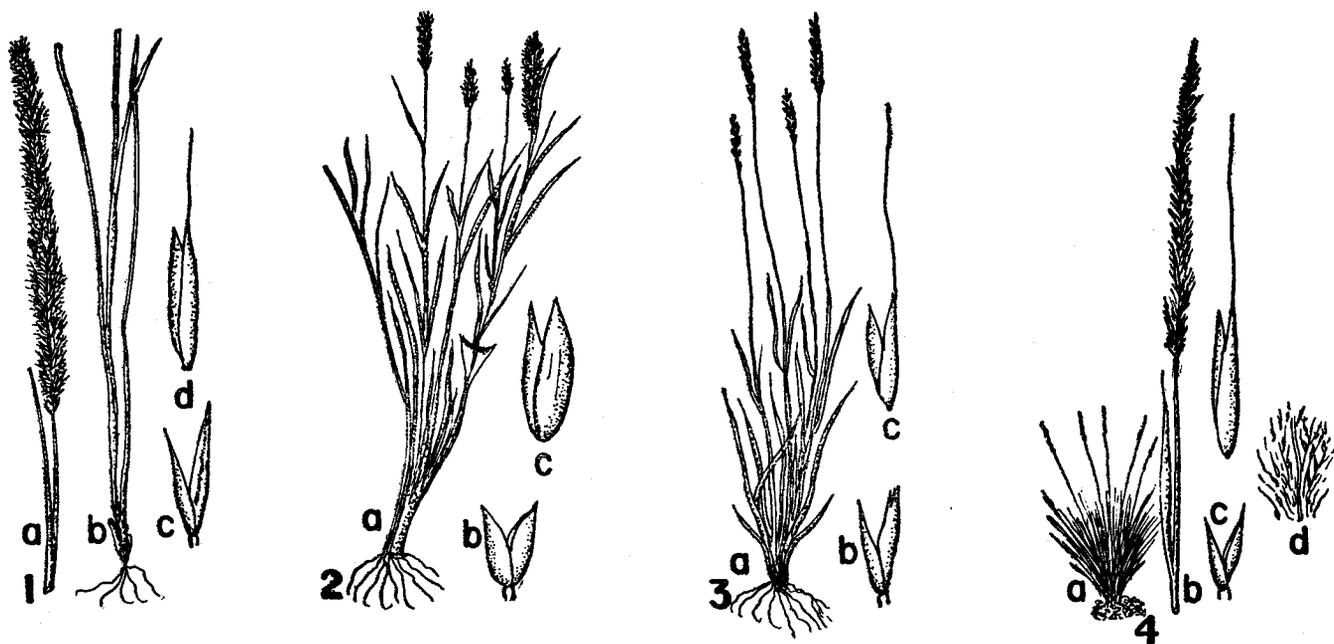
LAMINA IX — 1. *Festuca dichoclada* PILGER. 2. *Festuca dolichophylla* PRESL. 3. *Festuca megalura* NUTT.



LAMINA X — 1. *Festuca horridula* PILGER. 2. *Festuca procera* H. B. K. 3. *Festuca rigescens* (PRESL.) KUNTH.

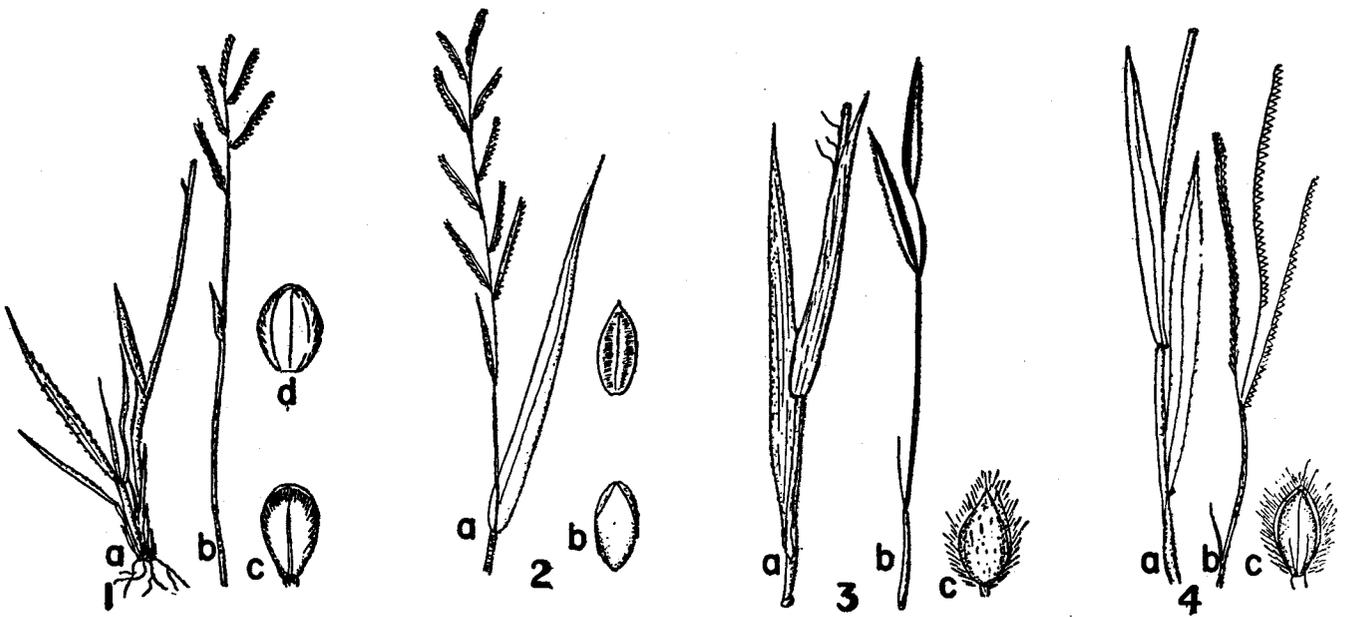
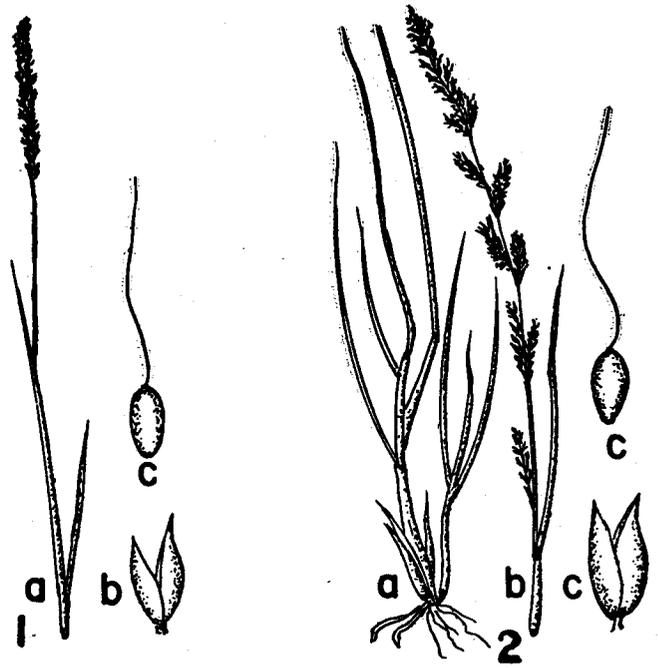


LAMINA XI — 1. *Hordeum muticum* PRESL. 2. *Ichnanthus minarum* (NEES) DOELL. 3. *Lolium temulentum* L. 4. *Melica scabra* H. B. K.

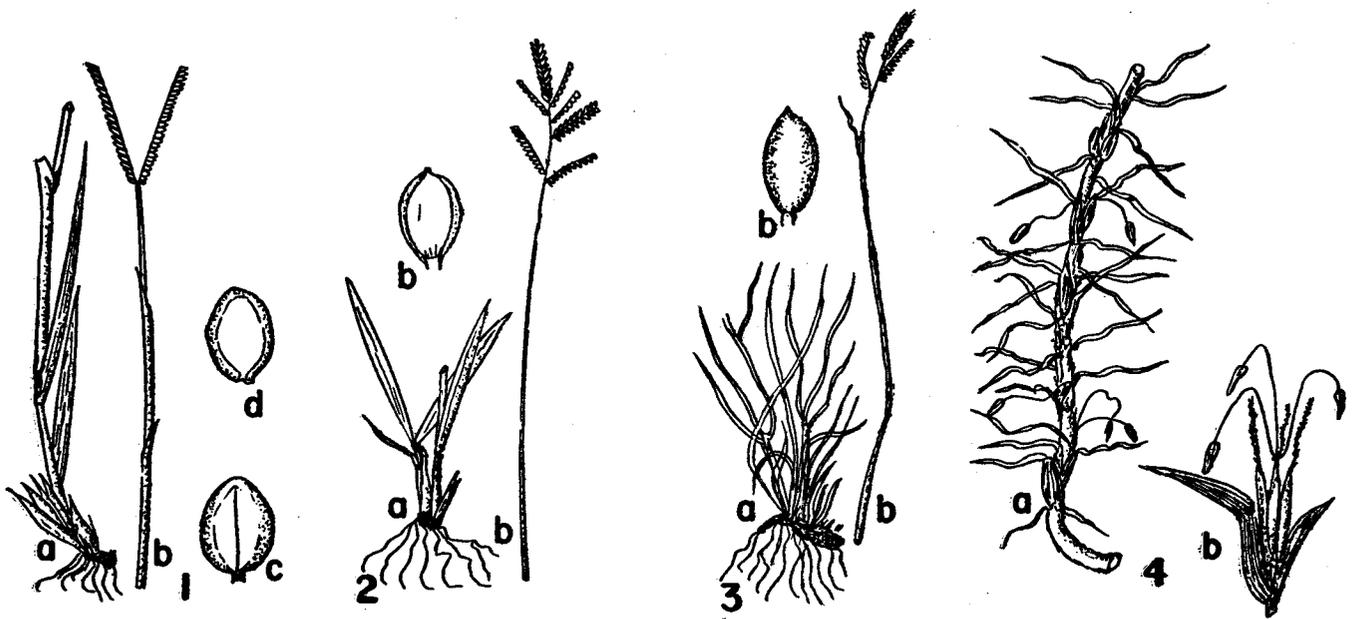


LAMINA XII — 1. *Muhlenbergia angustata* (PRESL.) KUNTH. 2. *Muhlenbergia ligularis* (HACK) HITCH. 3. *Muhlenbergia peruviana* (BEAUV.) STEUD. 4. *Muhlenbergia rigida* (H. B. K.) KUNTH.

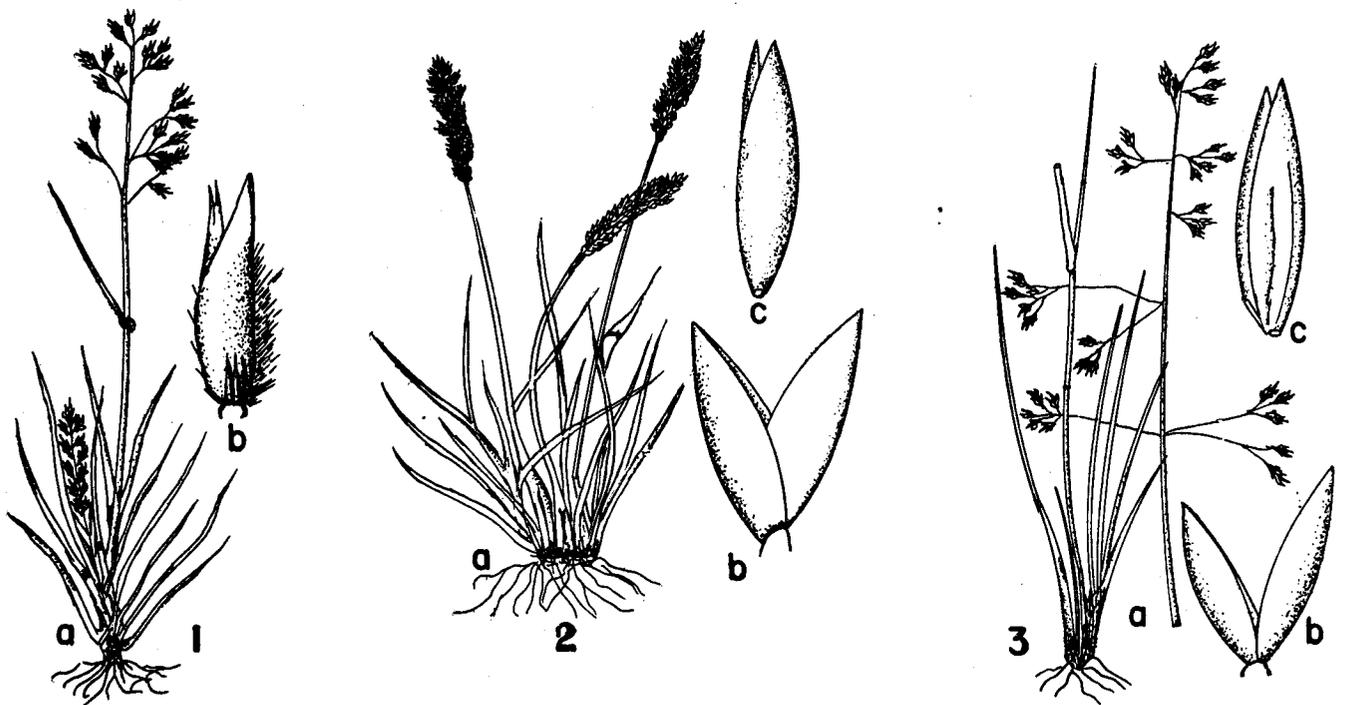
LAMINA XIII — 1. *Nassella meyeniana* (T. R.)
PARODI.
2. *Nassella pubiflora* (TRIN. &
RUPR.) DESV.



LAMINA XIV — 1. *Paspalum bonplandianum* FLÜGGE. 2. *Paspalum candidum* (HUMB. & BONPL.) KUNTH. 3. *Paspalum ceresia* (KUNTHZE) CHASE. 4. *Paspalum humboldtianum* FLÜGGE.



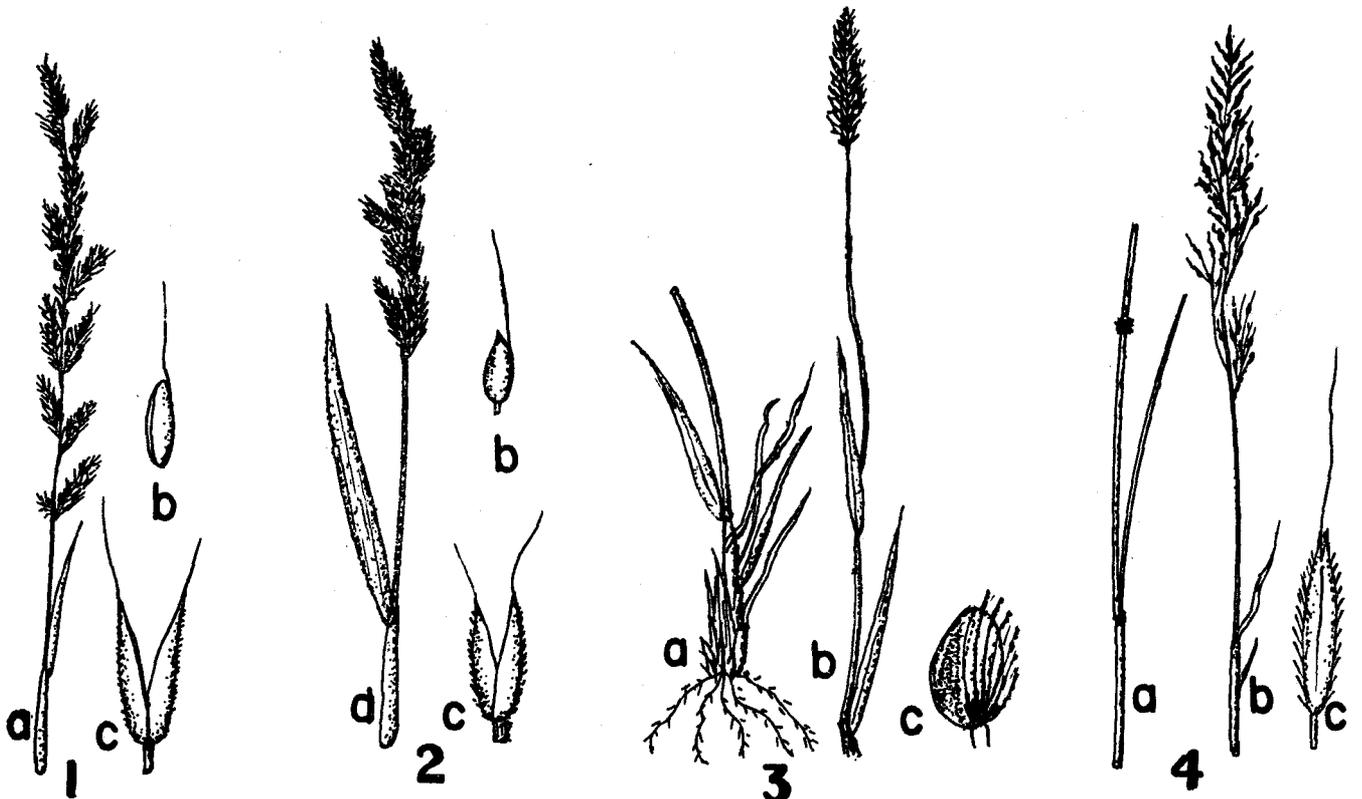
LAMINA XV — 1. *Paspalum notatum* FLÜGGE. 2. *Paspalum pilgerianum* CHASE & HITCH. 3. *Paspalum tuberosum* MEZ. 4. *Pennisetum clandestinum* HOCHST.



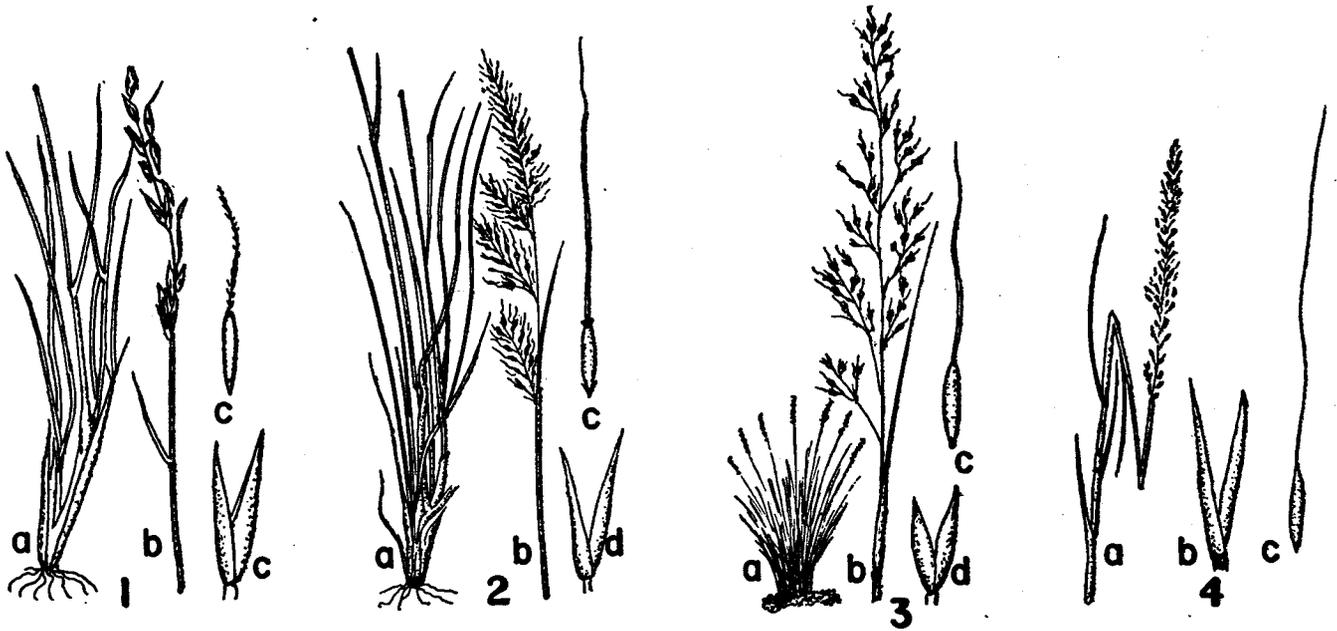
LAMINA XVI — 1. *Poa annua* L. 2. *Poa brevis* HITCH. 3. *Poa candamoana* PILGER.



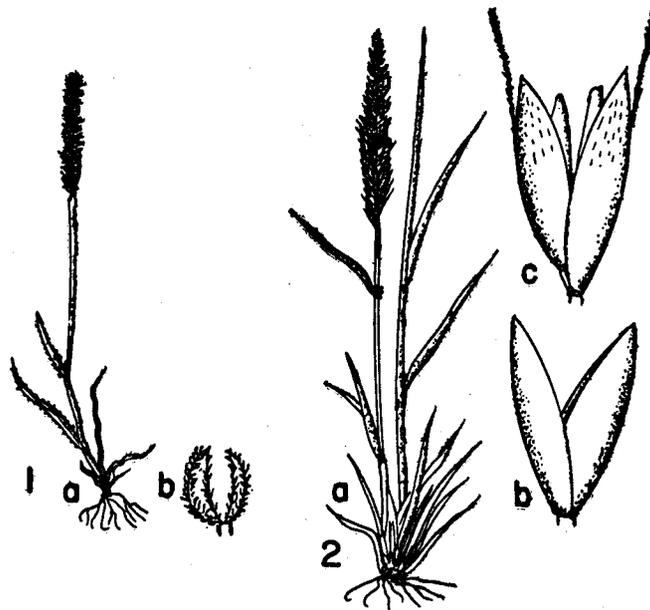
LAMINA XVI — 4. *Poa horridula* PILGER.



LAMINA XVII — 1. *Polypogon elongatus* H. B. K. 2. *Polypogon interruptus* H. B. K. 3. *Setaria geniculata* (LAM.) BEAUV. 4. *Sorgastrum* sp. aff. *stipoides* (H. B. K.) NASH.



LAMINA XVIII — 1. *Stipa brachyphylla* HITCH. 2. *Stipa micronata* H. B. K. 3. *Stipa obtusa* (NEES & MEY.) HITCH.
4. *Stipa plumosa* TRIN.



LAMINA XIX — 1. *Tragus berteronianus* SCHULT.
2. *Trisetum spicatum* (L.) RICHT.

MANIFIESTO

DE DON JOSE JERONIMO TRIANA

AL CONGRESO DE LA CONFEDERACION GRANADINA

Con comentarios de
SANTIAGO DÍAZ PIEDRAHITA *

A pesar de ser el más sobresaliente botánico colombiano, muy pocos son los datos biográficos que se conocen sobre Don JOSÉ JERÓNIMO TRIANA. ** Por esta razón creemos conveniente dar a conocer mediante transcripción, el opúsculo: "Al Congreso de la Confederación Granadina - Manifiesto del Miembro de la Comisión Corográfica encargado de sus trabajos botánicos, de la publicación de la Flora i del Tratado sobre Plantas Útiles de la Nueva Granada". Dicho opúsculo consta de veinticuatro páginas y fue publicado en París en 1860 por la "Imprimerie Centrale des Chemins de Fer de Napoleon Chaix et Ce, Rue Bergère, 20, Près du Boulevard Montmartre".

Dio lugar a la publicación de este "Manifiesto" la suspensión de la subvención anual de \$ 2.000.00 que recibía el botánico por parte del gobierno colombiano y la terminación del contrato mediante el cual se había comprometido a elaborar la Flora Granadina, proyectada inicialmente como una obra sobre las "Plantas Útiles de la Nueva Granada" y publicada más tarde bajo el título "Prodromus Florae Novo-granatensis".

Es interesante, antes de leer el "Manifiesto", conocer el pensamiento de TRIANA acerca de la Flora de la Nueva Granada - hoy Colombia - y de la manera como debía ser estudiada. Opiniones al respecto, expresadas en 1854, se encuentran en el prólogo del opúsculo "Nuevos Géneros y Especies de Plantas de la Flora Neo-granadina" donde entre otras ideas se anotan las siguientes: *** "...la flora Neogranadina sería casi por sí sola la Flora

Intertropical del Nuevo Mundo, que representa una parte considerable de la Universal. Dificultades de todo género hacen sin embargo, que su formación tenga que ser no la obra de un hombre solo, sino la de muchos sabios, que con perseverancia i recursos se ocupen de ella, por toda una serie de largos años. Mas, mientras que ellos la realicen, no podrá negarse el patriotismo, la afición a la ciencia, que agreguen, aunque sea solo una página, a los trabajos de LINEO (sic), SWARTZ, JACQUIN, PLUMIER, CAVANILLES, RUIZ, PAVÓN, MÚTIZ (sic), HUMBOLDT, BONPLAND i otros naturalistas que la han comenzado...". "...El ejemplo de MÚTIZ (sic), cuya sabiduría proclamó en alta voz HUMBOLDT, porque pudo apreciar la extensión e importancia de sus trabajos, i cuya reputación no está hoy afianzada ante el mundo, por no haber sido publicados; i el de nuestro compatriota el Dr. CÉSPEDES, cuya infatigable actividad i amor profundo a las ciencias después de la pérdida lamentable del fruto de sus tareas, solo, darán por recompensa a su memoria la gratitud de sus conciudadanos, explican i fundan el que, a riesgo de tener que sujetar en seguida a reforma o corrección nuestras observaciones, nos hayamos resuelto a darlas a luz, inmediata i parcialmente. Con más tiempo, más medios, acaso, nosotros mismos, coordinando, enmendando, aumentando nuestros trabajos, cuando no una obra incompleta i menos imperfecta, podremos presentar bastantes materiales para una digna de nuestra patria, a quienes, mas hábiles i afortunados que nosotros, la puedan llevar a cabo, escediendo a nuestro poder, no a nuestro patriotismo".

"...Es este el lugar de rendir homenaje de gratitud a la ilustración del Gobierno de la Nueva Granada, porque, comprendiendo la urgencia nacional de crear i sostener el espíritu científico,

* Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Apartado aéreo 7495, Bogotá.

** Ver Bibliografía al final del texto.

*** Tanto en estas transcripciones como en el propio "Manifiesto" se conserva la grafía original (N. del C.).

ha hecho esfuerzos por no dejar sin beneficio la semilla sembrada por MÚTIZ (sic), i favorecida por HUMBOLDT, en esta tierra llamada a ser por mil condiciones el centro de las ciencias i de la prosperidad de Sur América. . .

. . . Por lo que a nosotros toca, habiendo obtenido el honor de que se haga una mención lisonjera de nuestro nombre, i se le haya dado lugar entre los que han ilustrado la ciencia con fructuosa taréa, prematura i satisfactoriamente vemos pagada nuestra asidua labor. Sin ello, bien recompensados habríamos quedado también, con la sola convicción de que todas las dificultades i los obstáculos que hemos tenido que vencer en nuestros estudios botánicos, son, merced a ellos, obstáculos i dificultades allanados a cuantos de nuestros compatriotas emprendan después el mismo camino”.

Los estados de ánimo y las dificultades experimentadas por el notable botánico se perciben de inmediato al comparar las anteriores opiniones con las expresadas años más tarde en el “Manifiesto” (1860) y en el prólogo de la obra publicada con PLANCHON (1863). En este último anota: “En el momento de publicar, bajo una forma relativamente restringida, el resultado de cinco años de perseverantes estudios, nos parecen necesarias algunas explicaciones para justificar la aparición tardía de nuestro trabajo, y la ausencia, más aparente que real, del apoyo oficial, a cuyo amparo debía presentarse.

Cuando, hará unos cinco años, uno de nosotros llegó por primera vez a Europa, era portador de las colecciones botánicas reunidas por él durante seis años de viajes en las diversas provincias de la Nueva Granada, como miembro de la Expedición Corográfica, organizada bajo la administración del General J. H. LÓPEZ, para el estudio geográfico y físico de esas magníficas regiones.

Ignorando aún cuántos materiales inéditos cerraban esas colecciones, y creyendo encontrar en las publicaciones clásicas casi todas las especies, se había propuesto sencillamente hacer conocer a sus compatriotas las admirables riquezas vegetales de su país, escribiendo una obra popular sobre las plantas usuales. Pero los primeros pasos de este estudio le revelaron inmensos vacíos en el conocimiento mismo de la Flora Neogranadina; en lugar de nociones adquiridas y de informes publicados, se encontró mil veces en presencia de lo nuevo y de lo inédito. Los herbarios de París y de Londres le revelaron a este respecto riquezas inesperadas y algún tanto embarazantes puesto que querer utilizarlas y hacerlas conocer del público sabio, era agrandar el cuadro de su primer plan y lanzarse en una vía más vasta y más difícil. Se soñó nada menos que en la publicación de una Flora, y este nuevo propósito, aprobado por el Gobierno del país, debía realizarse a sus expensas y bajo la protección oficial.

Sin embargo, no se había decidido este proyecto sin algunos tantéos inevitables, sin algunas negociaciones bastante tardías a causa de la

lentitud de la correspondencia entre París y Bogotá. La ejecución misma del trabajo tropezó con obstáculos materiales, demoras inesperadas que lleva consigo toda obra seria, acometida en común por dos colaboradores, que trabajan con frecuencia a considerable distancia uno de otro y quienes, para llegar a una perfecta inteligencia, necesitaban de una correspondencia larga y minuciosa. A estos retardos, de los cuales el colaborador francés es en gran parte responsable, hay que agregar otras dificultades bastante serias.

Un volumen de nuestro trabajo estaba ya listo; los preparativos de la impresión estaban hechos, cuando se ordenó una suspensión inesperada de dichos preparativos. La guerra civil vino en seguida a suspender indefinidamente la publicación de los resultados obtenidos, sin interrumpir, sin embargo, el curso de nuestros estudios.

Durante tres angustiosos años de perturbaciones civiles, durante los cuales uno de nosotros fue víctima de crueles incertidumbres, no ha sido posible obtener del Gobierno ni la autorización para emplear en la impresión de nuestra obra los fondos ya votados ni la de publicarla bajo otra forma, fuera del amparo oficial.

En este intervalo, deseando dar señales de actividad científica, hemos destacado de nuestros estudios un tema particular que, saliéndose del cuadro de la Flora Neogranadina, ha constituido un trabajo monográfico sobre la familia de las Guttíferas.

Fácilmente se comprende cómo un manuscrito descriptivo pierde de su novedad al permanecer tres años en la cartera; qué fastidioso trabajo exige la revisión de esos resultados para ponerlos al corriente de las nuevas publicaciones; qué carga inmensa se le impone al espíritu obligándolo a ocuparse de asuntos cuyo interés se ha agotado.

Impresionado con esta situación, el Gobierno actual, por conducto de su representante Don JOSÉ MARÍA SAMPER, Encargado de Negocios ante los gobiernos de Bélgica y Holanda, ha tenido a bien autorizarnos para dar al público bajo la forma de un Prologo, la parte redactada de nuestros estudios, sin perjuicio de persistir en la obra más completa, que podrá, así lo esperamos, merecer el nombre de *Flora Neogranadina*. Sin duda se realizará este deseo, cuando la Providencia haya consolidado en la Nueva Granada un Gobierno amigo de la justicia y de las luces. Con la paz vendrá la abundancia, y el país entregado a sus inspiraciones liberales, no querrá dejar inédita la única parte que falta para completar la publicación de los trabajos de su Comisión Corográfica”.

A continuación se transcribe el texto integral del “Manifiesto”, copia del cual reposa en la Biblioteca del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional. Su contenido ayuda sin duda a comprender mejor la personalidad del sabio, ilustrando a la vez los momentos de angustia y dificultad vividos por él a raíz de la suspensión temporal de la subvención,

cuando el gobierno de la Confederación Granadina fijó un plazo perentorio para la entrega de su trabajo y puso término a su permanencia en Europa. A la vez permite conocer el concepto de científicos destacados de la época acerca de la obra de TRIANA y su trascendencia.

"HONORABLES SENADORES I REPRESENTANTES DE LA CONFEDERACION GRANADINA.

JOSÉ TRIANA, con el respeto debido, á los lejisladores de su pátria representa:

En circunstancias angustiadas va á verse obligado á suspender los trabajos botánicos que el gobierno le habia confiado por considerarlos útiles i honrosos para la N. Granada.

El P. E. * cree que no debe continuar suministrándole los medios para proseguir dichos trabajos. Sobre esto el infrascrito nada se atreve á decir. Pero como vosotros todo lo podeis, tiene el honor de presentaros, sin comentarios, los documentos adjuntos, para que, según ellos, juzgueis sobre el resultado de su misión en Europa, i decidais si es conveniente para vuestra patria, que se destinen á la publicación de la Flora Granadina algunos pesos mas del tesoro público, ó si por el contrario esta obra deba quedar inconclusa por falta de medios para llevarla á cabo.

Sois inteligentes, justos, i amais las ciencias: de esto habeis dado la prueba, fundando i sosteniendo siempre la comisión corográfica. Los trabajos de su sección botánica reclaman aun vuestro apoyo. Ciudadanos Senadores i Representantes, en vos confia el encargado de ellos, i espera que vuestra munificencia le suministrará los recursos, bien pequeños por cierto, de qué necesita para continuarlos.

CC. SS. i RR. **

JOSÉ TRIANA,

Ex-miembro de la Comisión Corográfica de la N. Granada, miembro de diversas Sociedades Científicas.

Paris 30 de Marzo de 1860.

Nº 1

CARTA ***

Del señor BRONGNIART, miembro de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia, Inspector General de la Universidad, Profesor de Botánica i de Física vegetal en el Museo de Historia Natural, profesor agregado a la Facultad de Ciencias de Paris, oficial de la Legión de honor, etc., etc.

Paris 12 de Marzo de 1860

Muy Señor mio:

He examinado con mucho interés el manuscrito de su Flora de la Nueva Granada que U. ha tenido á bien comunicarme. Esta parte, completamente terminada i pronta para imprimirse, hará mas de la mitad del primer

* Poder Ejecutivo (N. del C.).

** Ciudadanos, Senadores y Representantes (N. del C.).

volumen, i el fin de este volumen, relativo a la familia de las leguminosas, está él mismo adelantado en virtud de su viage de U. á Inglaterra i de los estudios asiduos á que se ha consagrado en nuestros herbarios del Museo.

U. ha tenido que tratar en este primer volumen muchas familias que han exigido numerosas investigaciones i prolongado necesariamente este trabajo; me parece sin embargo que este primer volumen podrá ser publicado al fin de este año, lo que dependerá sobre todo del impresor.

He visto con mucho gusto este resultado de sus trabajos perseverantes en nuestras colecciones i en nuestras bibliotecas públicas, trabajos de que todos los días soi testigo. La continuación de su redacción, aunque mas considerable materialmente, es probable que exija ménos tiempo que este primer volumen, porque U. ha preparado necesariamente ya muchas partes de su trabajo futuro al hacer las que están ya ejecutadas. Además U. ha adquirido sobre todas estas cuestiones una esperiencia i unos conocimientos que no tenia hace dos ó tres años cuando comenzó, i que le permitirán hacer marchar mas rápidamente la continuación de esta grande obra.

Mucho seria de sentir que el gobierno de la Nueva Granada, después de haber hecho generosamente los gastos de lo (sic) viajes de U. i de su permanencia en Europa hasta hoi dia, no le proporcionase los medios de continuar esta obra importante e hiciese que aprovechara de ella el mundo sabio.

El tiempo que U. ha tenido que consagrar á esta grande obra no tiene nada de extraordinario si se considera el número considerable de especies que serán comprendidas en ella, por que la publicación de las plantas recojidas por HUMBOLDT i BONPLAND durante su viage en América ha exigido doce años de un trabajo asiduo de parte del señor KUNTH, i yo no he conocido un hombre mas laborioso i mas constante en su trabajo.

Le será necesario á U. prolongar su permanencia entre nosotros por dos ó tres años mas para llegar al término de su redacción, pero U. habrá entónces llevado á cabo una obra que hará honor á su país i al gobierno que le haya ausiliado asi como al sabio que la haya ejecutado.

Espero que así será, hago los mas sinceros votos por que U. no sea detenido en un camino tan bueno.

Sírvase U. aceptar la nueva seguridad de mi consideración la mas distinguida y de mis sentimientos los mas afectuosos.

Firmado AD. BRONGNIART.

Miembro del Instituto de Francia, Profesor de Botánica en el Museo de Historia Natural de Paris.

Nº 2

CERTIFICADO

Del señor (sic) DECAISNE, miembro de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia, Profesor del Museo de Historia Natural i del Colegio Municipal de Paris, miembro de la Legion de honor, etc., etc.

MUSEO DE HISTORIA NATURAL

Circunstancias particulares me han permitido recibir en mi casa las colecciones botánicas traídas de la Nueva Granada a Paris por el Señor TRIANA quien desde su lle-

*** Las cartas de BRONGNIART, DECAISNE, GAY y PLANCHON van acompañadas del texto en francés; el certificado de W. J. HOOKER y J. D. HOOKER va acompañado del texto en inglés (N. del C.).

gada no ha dejado de ocuparse de su clasificación i de su estudio ni un solo día.

Esta colección, numéricamente tan considerable como las que han ilustrado en parte los señores HUMBOLDT i BONPLAND, encierra no solamente la mayor parte de las especies colectadas por estos sabios, sino también una multitud de plantas nuevas del mayor interés para la industria, la medicina, etc.

Al saber que el gobierno granadino, inspirado por el amor a la ciencia, había hecho reunir todas las colecciones del Señor TRIANA, i que él no ahorra nada para utilizarlas, he creído deber aconsejar á este naturalista el emprender una Flora general de la Nueva Granada para servir de base al trabajo que debía tener especialmente por objeto las plantas útiles. Tenia yo para aconsejarle este método, el ejemplo de AUGUSTO DE SAINT-HILAIRE quien despues de haber principiado un tratado sobre las plantas útiles del Brasil, se vió precisado á renunciar á él, para proceder ante todo á la descripción general de sus plantas brasileñas.

Es despues de haber sometido este plan al ministro del gobierno granadino residente en Paris que lo he adoptado, que el Señor TRIANA ha ido á Inglaterra con el objeto de establecer una concordancia rigurosa entre los nombres de sus plantas i los que diferentes botánicos ingleses habian aplicado á especies del mismo país i de otros vecinos (Venezuela, Ecuador). Tenemos pues derecho de afirmar que el Señor Triana ha puesto en su trabajo todo el cuidado deseable, i que este trabajo corresponderá ampliamente á las esperanzas del gobierno de la Nueva Granada.

Añadimos que seria mui de sentir el que por razones ajenas á las ciencias, este gobierno rehusase al Señor Triana los medios de terminar una obra que, según nuestra convicción, hará el mayor honor al botánico que la ha emprendido, asi como al gobierno que la haya sostenido i alentado.

*Firmado, J. DECAISNE.
Profesor del Museo, Miembro
del Instituto.*

19 de Marzo de 1860.

Nº 3

CARTA

Del Señor GAY, Miembro de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia, autor de la Flora de Chile, caballero de la Legión de honor, etc., etc.

Al Señor TRIANA, - Paris

MUI SENOR (sic) MIO:

Según los certificados que le han sido dados á U. por los Señores BRONGNIART i DECAISNE, es probable que el gobierno de la N. Granada no quiera dejar sin concluir una obra emprendida con tanto cuidado i tanta inteligencia, i que mui ciertamente hará no menos honor al presidente que tuvo la primera idea, que al que ha sabido tan bien ponerla en ejecución. Sin embargo era del todo imposible que dos ó tres años hubiesen bastado para terminarla, aun cuando la persona que estuviese encargada de ella hubiese sido de las mas instruidas i ejercitadas. Las obras que se publican sobre las ciencias de la naturaleza de las que no tienen sino la imaginación por ausiliar. Cuando uno se dedica á tales empresas, es necesario absolutamente el hacerlo con ese espíritu de conciencia de que U. ha dado tantas pruebas, i entonces se encuentra uno detenido á cada momento por los temores i las dudas que obligan á los autores á hacer investigaciones tan nume-

rosas como largas i difíciles. Frecuentemente aun las bibliotecas i colecciones estan lejos de bastar a esta clase de investigaciones i es lo que la esperiencia le ha probado bien pronto, obligándole á hacer esos viajes á Londres, etc., sea para consultar ciertos herbarios ricos en plantas de su país, sea para estudiar bajo un punto de vista comparativo sus propias especies con las de sus predecesores. No es sino de este modo que U. puede llevar á buen término una obra tan importante i que tiene necesidad de estar bien hecha porque los grandes gastos que exige no permiten, sino rara vez, volverlas á hacer. Por lo demas nadie mejor que yo puede conocer el tiempo que exige una empresa semejante. Encargado tambien por el gobierno de Chile de la publicación de una Flora de esta república, este trabajo no me ha exijido ménos de siete años á pesar de toda la asiduidad que le había consagrado i los cuatro ó cinco colaboradores que me habian ayudado.

Deseo por U., por la ciencia i por la N. Granada que S.E. el señor presidente tome en consideración los certificados de mis compañeros, i que ese país pueda pronto gozar de una obra que debe contribuir tanto á su instrucción i a su futura prosperidad; es del todo imposible que esta obra tan bien comenzada no llegue á término, i es lo que yo sabria con placer y dicha.

Tengo la honra de ser de U. con la consideracion mas distinguida.

Su mui atento servidor,
Firmado GAY,
Del Instituto.

Paris 14 de Marzo de 1860.

Nº 4

CERTIFICADO

Del señor PLANCHON, Director de la Escuela superior de Farmacia, i profesor de botánica de la Facultad de ciencias de Montpellier, ex-conservador del herbario de Kew, etc., etc.

Montpellier 21 de Marzo de 1860

El infrascrito, director de la Escuela superior de farmacia i profesor de botánica de la Facultad de ciencias de Montpellier, á fin de descargar un deber de conciencia i de tributar homenaje á la verdad, certifica los hechos siguientes:

Quando el Señor TRIANA vino á Europa con la misión de hacer una obra sobre las plantas útiles de la Nueva Granada, él creía, según informes inexactos, que encontraría en gran parte publicada por el Señor LINDEN i por mí la Flora de Colombia, la cual serviría de base á su trabajo, dándole los nombres exactos de las plantas colectadas por él.

Esta esperanza habiéndose encontrado frustrada á consecuencia de la no publicacion de la Flora de Colombia, el Señor TRIANA, según el consejo del Señor DECAISNE, profesor del Museo de Paris, i según el de los botánicos mas competentes se decidió, con el asentimiento de S.E. el Señor ministro plenipotenciario de la Nueva Granada en Paris, á publicar con mi colaboracion una Flora de la Nueva Granada.

Para una obra de este género, es evidente que el tiempo asignado al Señor Triana para realizar su primer proyecto, era insuficiente, tanto mas cuanto que un tiempo mui largo se perdió en negociaciones con el Señor LINDEN, como también en esperar la respuesta del gobierno neogranadino á las proposiciones hechas por S.E. el embajador en Paris.

Mis numerosas ocupaciones universitarias me han impedido, por otra parte, prestar al Señor TRIANA un concurso tan activo como lo hubiera deseado. Asi pues muchos retardos pueden serme atribuidos. Puedo al contrario certificar en toda conciencia que el Señor TRIANA ha puesto en el cumplimiento de su encargo, i frecuentemente en las circunstancias mas dolorosas, una actividad, un desinterés, una inteligencia superiores á todo elogio.

Este mismo testimonio será dado al Señor TRIANA por todos los que le han visto trabajar, i yo añadiré que el hombre en él se hace amar tanto como el sabio se hace estimar.

En resúmen, á los ojos de los jueces ilustrados, es absolutamente imposible que el Señor TRIANA haya llenado en el tiempo asignado para una obra sobre las plantas útiles, la tarea que él mismo se ha impuesto de una Flora completa de la Nueva Granada. Exijir de él que la haya escrito, es pedir lo que está absolutamente fuera de las fuerzas de un hombre. Reprocharle por no haberlo hecho, es imputarle como un crimen lo que debería pasar mas bien por un mérito; por que el Señor Triana por amor á la ciencia, no tenía temor de imponerse una carga mas pesada que la que en un principio se la había confiado.

Al decir esto, mi intención no es criticar a nadie: yo espreso con franqueza la opinión del mundo botánico, i deseo sinceramente que esta opinion haga modificar al gobierno de la Nueva Granada un juicio que ataca el honor de un sabio digno de la mas grande estimacion.

Firmado: J. E. PLANCHON

Nº 5

CERTIFICADO

De Sir WILLIAM HOOKER, director de los jardines reales de Kew, miembro corresponsal de la Academia de Ciencias del Instituto imperial de Francia, etc., etc., y del doctor JOSÉ D. HOOKER, director asistente de los mismos jardines etc., etc.

Jardines Reales Kew, Marzo 22, 1860

El Dr. TRIANA ha consagrado dos meses del último otoño (1859) á la preparación de una Flora de la Nueva Granada, habiendo permanecido con dicho objeto todos los días y á todas horas en el Herbario de los Jardines Reales de Kew. Nosotros hemos tenido ocasión de observar el celo con que ha seguido sus tareas i la habilidad que ha manifestado en examinar i nombrar tanto sus plantas como las contenidas en este herbario que no habian sido examinadas antes.

Fué con mucho pesar que supimos que el Dr. TRIANA se hallaba inhabilitado para completar sus trabajos aquí, los cuales no habrían podido ser terminados en ménos de cinco á seis meses de estudio serio.

La Flora de la Nueva Granada es mui estensa i mui importante. El pais abunda en maderas de tintes, drogas y otros materiales vegetales de incalculable valor. El Dr. TRIANA con sus estudios ha contribuido muchísimo á aumentar nuestro conocimiento de las plantas de la Nueva Granada, i se desea mui de veras que una buena Flora del pais se publique, tanto bajo un punto de vista económico como científico. El gobierno Chileno ya lo ha hecho para su propio pais, los Estados Unidos para muchos de sus Estados, el Brasil para los alrededores de Rio-Janeiro i España para gran parte del Perú, mientras que de la Nueva Granada poco se sabe, sino es la existencia de vastas colecciones acumuladas i almacenadas en Europa que estan sin publicar.

Creemos que el Dr. TRIANA está eminentemente calificado por sus viajes, sus colecciones, sus conocimientos botánicos, su perseverancia i su habilidad, para publicar una obra semejante; i nosotros le recomendamos mui cordialmente para dicho objeto al gobierno de la Nueva-Granada, esperando sinceramente que se le daran el tiempo i la oportunidad de completar una obra que él ha empezado tan felizmente.

W. J. HOOKER,
Director de los Jardines-Reales
de Kew, Londres

Jos.-D. HOOKER,
Director Asistente

Nº 6

LEGACION DE LA NUEVA GRANADA

Señor JOSÉ TRIANA, miembro de la Comision Corográfica de la Nueva Granada. - Sección Botánica.

Paris 31 de Octubre de 1858

Senor (sic)

He recibido la carta de U. de 20 del corriente, en la que refiriéndose á las conferencias que hemos tenido respecto á la impresion de la Flora granadina, somete U. á mi juicio, si acepta las nuevas proposiciones que se le reiteran por el Señor LINDEN, aunque no están de acuerdo con la resolucion del gobierno de la confederacion; ó si, conforme á esta última, emprende la publicacion de la Flora granadina bajo los exclusivos auspicios del gobierno, y como una obra nacional.

Atendiendo á que los compromisos de U. con el Señor LINDEN han cesado; -- á que las nuevas propuestas de este no llenan las condiciones exigidas por la resolucion del poder Ejecutivo comunicada á esta legacion por el Señor Secretario del Despacho de gobierno en 28 de julio último; -- á que no es conveniente volver al proyecto primitivo, por ser oneroso para la Nueva Granada, requiriéndose en él una publicacion dispendiosa; y á que segun los cálculos que hemos hecho, con los 2880 pesos que destina el gobierno á la publicacion de esta obra, habrá lo suficiente para la impresion de ella, en número de seiscientos ejemplares con algunas láminas que representen las plantas ménos conocidas; -- U. podrá emprender el trabajo para la publicacion de la Flora Granadina, resultado de sus excursiones botánicas, bajo los auspicios del gobierno de la confederación, como un trabajo puramente nacional. Y por si el gobierno supremo quiere que la impresion de la obra se haga enriquecida con mayor número de láminas en 4º y buen papel, U. formará el presupuesto correspondiente, calculando la impresion de ochocientos ejemplares, y el costo de las láminas iluminadas; -- segun lo dispone el Señor secretario de gobierno en su oficio de 28 de julio último, comunicado á U., y en cuya conformidad debe obrarse en este particular.

Soi de U., con sentimientos de consideracion, mui atento y S. servidor.

J. de FRANCO MARTIN.

RESUMEN DE LOS HECHOS

En 25 de julio de 1855, por un contrato con el gobierno Granadino, TRIANA se comprometió, entre otras cosas, á venir á Europa á publicar una obra sobre las plantas útiles de la N. Granada. El tiempo acordado para esto, era hasta el 31 de

agosto de 1857, (véase el contrato) i Triana lo juzgó suficiente, en la suposición de que la Flora Colombiana estaba publicada ya (Docum. n.º 4º).

TRIANA no pudo emprender su viaje á Europa ni enviar sus colecciones, sino en mayo de 1857, por que no se le habian suministrado oportunamente los fondos necesarios.

En el intervalo TRIANA se ocupó en aumentar i ordenar sus colecciones, segun las órdenes de la secretaria del ramo.

Las colecciones, sin las cuales era imposible principiar trabajo alguno, no acabaron de llegar á Francia, sino en noviembre de 1857 (véase el oficio de Triana de 10 noviembre de 1857).

El señor DECAISNE i otros botánicos distinguidos consultados sobre el mejor modo de cumplir las intenciones del Gobierno, manifestaron que era imposible redactar científicamente el libro de plantas útiles, sin que antes se hiciera la Flora del pais. (Documentos n.ºs 2º i 4º.)

Al mismo tiempo el S. LINDEN, encargado por el Gobierno Belga de llevar á cabo la Flora de Colombia, propuso, con el intento de completarla, que se le suministrasen los materiales que TRIANA habia traído, i que se le ayudase con la mitad de los gastos de impresion: LINDEN debía dar en compensacion 500 ejemplares de una edicion española de su Flora. (Oficio al Gob.º de 10 noviembre 1857).

Al someter TRIANA al Gobierno la propuesta anterior, pidió que decidiese este, si aceptaba la publicacion mista, ó mandaba á TRIANA emprender una Flora Granadina esclusivamente; i advirtió que, en este caso, *se le habia de prorrogar el tiempo de su permanencia en Europa* (Oficio de la fecha indicada precedentemente).

Diez meses despues, es decir en setiembre de 1858, llegó á Paris la comunicacion del Gobierno de 28 julio del mismo año, en contestacion á la espresada propuesta. En ella fijaba bajo que condiciones la admitia, i ordenaba tambien *que en el caso de que no pudiera llevarse á efecto un arreglo con el Sr LINDEN, TRIANA formase el presupuesto, lo mas aproximado posible, del costo de la Flora Granadina en número de 800 ejemplares con láminas iluminadas.*

No habiendo tenido lugar el arreglo con el Sr LINDEN, siendo la causa principal lo mucho que tardó la respuesta á su proposición, el Sr MARTIN, Enviado Granadino en Paris, dispuso que *emprendiese TRIANA la publicacion de la Flora de la N. Granada bajo los auspicios de la Confederacion como una obra nacional* (Documento n.º 6. de 30 de octubre de 1858). Dicho Sr Enviado se fundaba en la resolucion gubernativa precitada; probablemente se hacia cargo de las razones espuestas por los eminentes botánicos consultados; i sin duda temia que nuevos retardos perjudicasen la ejecucion de la obra i que contrariasen las intenciones del Gobierno.

Pronto dió principio TRIANA al trabajo ordenado, asociándose para ello con el Sr PLANCHON, profesor de la Academia de Montpellier.

En 9 de enero de 1859, TRIANA dió cuenta al Sr Enviado Granadino de los estudios que llevaba hechos para dicha Flora, i sometió á su aprobacion al mismo tiempo el plan general de la obra i el presupuesto de gastos, etc. (Véase carta al Sr Enviado fecha 9 de enero de 1859).

Los primeros manuscritos preparados para la Flora, fueron despues sometidos igualmente á la aprobacion del Señor Enviado, quien, de acuerdo con PLANCHON i TRIANA, decidió á fines de marzo de 1859, se publicasen inmediatamente.

Algunos dias despues, dicho Sr Enviado Granadino mandó suspender los preparativos de la impresion por que habia, pedido al Gobierno un aumento de fondos para mejorarla (docum. n.º 7) (1).

(1) El 7º documento debiera haber sido la respuesta á la carta de TRIANA de 17 de marzo de este año, del Sr Secretario de la Legacion Granadina en Paris, dada sin caracter oficial pero no á tiempo para ser impresa, i afirmando, segun lo habia ofrecido á TRIANA, que le consta son exactos los tres hechos á que se refieren las preguntas siguientes:

1º Si á fines de abril del año pasado, el Sr Ministro de la N. Granada convino con el Sr. PLANCHON y con TRIANA en que se imprimiesen los trabajos botánicos en la forma que el último habia propuesto;

2º Si algunos dias despues, habiendo partido ya el Sr. PLANCHON, el Sr Ministro hizo suspender los preparativos de dicha impresion, por que habia consultado al Gobierno sobre si debia dársele mayor estension, mientras venia la resolucion de dicho Gobierno sobre el punto consultado;

3º Si habiendo contestado el Gobierno negativamente á la consulta del Sr Ministro de FRANCIA MARTIN, puso TRIANA, en 22 de enero último á su disposicion, los manuscritos de la primera parte de la Flora Granadina, para que, si lo tenia á bien, los hiciera imprimir i publicar.

En octubre de 1859, le transcribio á TRIANA la resolucion del Gobierno de 24 de agosto de ese año, en virtud de la cual, se le fijaba el 31 de diciembre como plazo definitivo para entregar sus trabajos botánicos, i como término de su permanencia en Europa por cuenta de la Confederacion.

TRIANA manifestó inmediatamente al Sr. Enviado que habia imposibilidad material de cumplir con esta disposicion, aun cuando no faltase sino imprimir las dos obras, i mucho mas estando la una suspendida i apenas principiada la otra, en lo cual este estaba de acuerdo (Carta al Sr Ministro de 10 de octubre de 1859).

Varias veces insistió TRIANA y demostró al Sr. Enviado que mandada ejecutar la Flora particular de la N. Granada, el contrato estaba de hecho

modificado, i que como el Gobierno, en la resolucion citada, había aceptado sin objecion la nueva obra con los detalles de esta ofrecidos, el caso de la próroga pedida en 10 de noviembre de 1857 habia sin duda llegado; próroga que era en verdad indispensable (Documentos de 1 á 5).

El Sr. Enviado, en una larga comunicacion fechada en Londres el 5 de diciembre de 1859, respondiendo á las reclamaciones hechas por TRIANA en 9 de noviembre del mismo año, manifiesta en resumen, que el último nunca espresó necesitar mas tiempo para ejecutar la Flora Granadina que el que exigia el tratado sobre las plantas útiles del mismo pais, lo cual ignoraba el Sr. Enviado; i "que un contrato no puede hacerse ó alterarse el hecho, sino por espresa autorizacion de los que lo contratan". TRIANA contestó en 14 del mismo mes, copiando el párrafo de su oficio al Sr. Secretario de Gobierno de 10 de noviembre de 1857, (dos años antes) que termina con estas palabras: *Es de advertir que al emprender este trabajo (la Flora Granadina) deberá prorogarseme (a TRIANA) mi permanencia en Europa.*

Sin embargo el Sr. Enviado, dando curso á las reclamaciones de TRIANA relativas á la Flora particular Granadina, instó al Gobierno para que concediese los recursos, el tiempo i demas necesario para mejorarla i terminarla, aduciendo para ello razones que pueden leerse en sus notas de 26 de octubre i 16 de diciembre de 1859: pero retardándose una resolucion definitiva, TRIANA, queriendo sujetarse en lo posible á la última resolucion del gobierno, dió al Sr. Enviado Granadino en 22 de enero de este año, un informe sobre el resultado de los trabajos botánicos ejecutados hasta esa fecha, poniendo a su disposicion al mis-

mo tiempo el manuscrito concluido ya de parte del primer volumen de la Flora Granadina.

Por último el Gobierno, al responder á las notas precitadas de la Legacion Granadina, en su comunicacion de 11 de febrero de 1860, recibida en Paris el 16 de marzo del mismo año, resolvió, "que se estuviese á lo determinado anteriormente por no haber razon para disponer otra cosa".

Fundóse principalmente para ello el Gobierno en que el contrato de TRIANA no debió considerarse innovado ni modificado al haberse estimado aceptable la propuesta del Sr LINDEN i destinado una suma para ayudar la impresion de la Flora Colombiana; en que no se supuso que hubiese otro gasto, lo cual habiendose indicado, habria hecho rechazar dicha propuesta; en que el tiempo transcurrido entre el contrato de TRIANA i la resolucion del Gobierno se juzgaba suficiente por este para haber ejecutado la obra de las plantas útiles i de la Flora Granadina, estimándose que Triana habia podido i debido hacerlo; i en que se contaban las prórogas concedidas á este antes de su viaje á Europa útiles para el trabajo para cuya realizacion se le habian acordado dos años en el contrato.

TRIANA con fecha 30 de marzo de este año contestó á la precitada comunicacion de 11 de febrero de 1860, recordando los hechos tales cuales han tenido lugar, fijando los antecedentes para que no pueda pasarse por alto uno ó apreciarse equivocadamente otro, y sincerándose de los cargos que pudiéran sacarse contra él del tenor de dicha comunicacion, con documentos que justifican sus aserciones.

Paris 30 de marzo de 1860.

BIBLIOGRAFIA*

- BATEMAN, ALFREDO. 1957. *Las figuras de la Comisión Corográfica*. "Rev. Acad. Col. Cienc." IX (38).
- DÍAZ-P. SANTIAGO. 1973. *Apuntes para la Biografía de José Jerónimo Triana*. "Rev. Acad. Col. Cienc." XIV (54).
- DUGAND, ARMANDO, 1944. *Itinerarios botánicos de José Jerónimo Triana*. "Rev. Acad. Col. Cienc." V (20). 483-489.
- HOLGUÍN y CARO, ALVARO. 1933. *Don Carlos Holguín y el Sabio Triana*, "Santa Fé y Bogotá", año II, N° 9. Bogotá.
- LLERAS CODAZZI, RICARDO, 1924. *Las Ciencias Naturales en Colombia*. "Santa Fé y Bogotá". Tomo IV. Año II, N° 19. Bogotá.
- PÉREZ-ARBELÁEZ, ENRIQUE. 1964. *Trayectoria en Colombia de las Ciencias de la Naturaleza. 1760-1900*. "Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia". 132-148.
- PÉREZ-ARBELÁEZ ENRIQUE. *Las Ciencias Botánicas en Colombia*. Apuntes para la Historia de la Ciencia en Colombia. "Colciencias". Bogotá. 101-161.
- RIVAS, LUIS G. 1883. *Don José Triana*. "Papel Periódico Ilustrado" II (40). Bogotá.
- ROBLEDO, EMILIO. 1960. *Las Ciencias Naturales en Colombia*. Coloquio sobre el Progreso en Colombia en las Ciencias Naturales. Fundación Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano", Documento 007.
- SHUMACHER, HERMANN. *José Jerónimo Triana*. "Anales de la Universidad". Tomo VIII.
- SORIANO LLERAS, ANDRÉS. 1968. *Itinerario de la Comisión Corográfica y otros escritos*. Imprenta Nacional. Bogotá.
- SORIANO LLERAS, ANDRÉS. 1971. *Don José María y Don José Gerónimo Triana*. Colección Bolsilibros de la Academia Colombiana de Historia (12). Bogotá.
- TRIANA, JOSÉ JERÓNIMO. *Reminiscencias en Diario de Cundinamarca*.

* Bibliografía existente sobre el Sabio Triana.

DON VÍCTOR E. CARO

(En el centenario de su nacimiento).



“Un matemático que no tenga también algo de poeta jamás será un completo matemático”.

KARL WEIERSTRASS.

Plumas autorizadas y doctísimas han hecho el merecido elogio de don VÍCTOR CARO como escritor y como poeta. En el presente escrito deseo relieves sus calidades de matemático y de maestro.

En esa pequeña joya literaria que es su *Autobiografía* leemos: “Entre los cuarenta y cincuenta años dirigí (1922-23), sin ser ingeniero, la Escuela de Ingeniería”.

Ciertamente, no ostentaba el señor CARO el título de Ingeniero. Pero sí el de *Profesor de Matemáticas*, otorgado por la misma Escuela, ya que esta Alma Mater se denominaba *Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional*. Podía, pues, con pleno derecho ser su director.

Cuando fui su discípulo en 1920, don VÍCTOR ya llevaba varios años regentando la cátedra de Álgebra Superior, ciencia en la cual era muy versado. Había modernizado y complementado el texto clásico de MANUEL ANTONIO RUEDA con importantes capítulos sobre la teoría de los determinantes, la teoría general de las ecuaciones y —lo más valioso— con una introducción a la bella ciencia que enlaza el número con el espacio, ciencia ideada por el inmortal RENATO DESCARTES. La Geometría Analítica, que así se llama esta invención genial, dio vuelo a la investigación matemática y facilitó el descubrimiento por NEWTON y LEIBNIZ del Cálculo Infinitesimal.

En aquella época, además, como alto funcionario del Banco Central Hipotecario, se ocupaba de cálculos estadísticos y actuariales, los cuales requieren, como es sabido, conocimientos matemáticos muy especializados.

De 1922 a 1923 presidió, como Rector, la Facultad de Matemáticas e Ingeniería. Hizo un feliz rectorado, a contentamiento de profesores y de alumnos.

Algunos años más tarde publicó un libro de notoria importancia didáctica. Libro titulado: *Los números, su historia, sus propiedades, sus mentiras y verdades*. Esta obra, que debiera ser reeditada por la Universidad Nacional, presenta en forma amable y atractiva esa entidad misteriosa y árida llamada el número, la cual, según los Pitagóricos, gobierna el Universo. Se detiene, por ejemplo, en la interpretación del famoso número PI que relaciona la circunferencia con el diámetro, en la del número bautizado “e”, base de los logaritmos neperianos, y suministra un método de su peculio para calcularlo por medio de fracciones continuas. Al tratar del cero (0), nos recuerda lo que de él han opinado por unanimidad los matemáticos. TOBIÁS DANTZIG dijo: “Dans l’histoire de la civilisation, la découverte du zéro restera toujours comme une des oeuvres individuelles les plus considérables de la race humaine”.

Don VÍCTOR opina: “El cero –invención genial– fue como la rueda que puso en movimiento la nueva máquina, y el infinito la meta hacia la cual enderezó la proa”. Al tratar del infinito (∞) trae a colación lo afirmado por el matemático francés, también filósofo, Padre GRATRY quien demostraba a sus alumnos la existencia y el poder de Dios por medio del famoso símbolo $\frac{M}{0}$. “Puesto que $\frac{M}{0} = \infty$, les decía, debe tenerse que $M = \infty \times 0$. Lo cual quiere decir que el *infinito* multiplicado por *cero* es igual a una cantidad cualquiera. En otros términos: que Dios ejerciendo su acción sobre la nada pudo haber creado todas las cosas”.

(Esta reflexión del célebre teólogo francés nos trae a la mente otra de BARUCH SPINOZA —el más grande filósofo de los tiempos modernos— reflexión también de carácter matemático: “El ser humano percibe la grandeza de Dios, y por consiguiente su existencia, en la ley por la cual los tres ángulos de cualquier triángulo suman siempre dos ángulos rectos”. Esto, por otra parte, refleja el pensamiento filosófico dominante en el siglo XVII cuando KEPLER afirmaba que el mundo es “una divina geometrización”).

Volviendo al libro del señor CARO, diremos que dicha obra contiene muchas otras cuestiones de apasionante interés científico y de sabrosa lectura. Combina lo útil con lo agradable.

Don VÍCTOR CARO, como miembro de número de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, tuvo como compañeros a los más esclarecidos matemáticos de la época como JORGE ACOSTA, JORGE ALVAREZ LLERAS, DARÍO ROZO, CARRIZOSA VALENZUELA, etc. Y colaboró con enjundiosos trabajos científicos en la Revista de dicha Academia. Citemos algunos:

“*Consecuencias de un teorema de Descartes*”. Se refiere al teorema que relaciona el número de raíces positivas y el de negativas con el número de permanencias (dos signos iguales consecutivos) y el de variaciones (dos signos distintos consecutivos) en una ecuación algebraica de grado superior. El matemático colombiano perfecciona el famoso teorema de DESCARTES con la demostración de que “cuando en una ecuación falta un término entre dos de un mismo signo, dicha ecuación tiene raíces complejas”, es decir raíces imaginarias de la forma $a + b\sqrt{-1}$.

“*Un teorema de FERMAT sin consecuencias*”. PEDRO DE FERMAT, uno de los más ilustres matemáticos del siglo XVII, enunció sobre la teoría de los números varios teoremas —“extraordinariamente bellos”— con la petición expresa de que la posteridad se encargara de demostrar su validez. El mismo FERMAT demostró algunos, y los papeles respectivos fueron hallados después de su muerte. De otros se perdió la demostración. GAUSS y CAUCHY, obedeciendo el reto del iluminado matemático, demostraron varios. Queda aún sin completa comprobación (desde hace 300 años) el que en la

historia de las Matemáticas se bautizó como “el último teorema de FERMAT”. El señor CARO, nuestro poeta-matemático, ensayó un novedoso camino para demostrar “la más bella verdad”, según algunos tratadistas, propuesta por el científico francés, a saber: “Todo número primo de la forma $4n + 1$ es la suma de dos cuadrados”. FERMAT comprobó esta proposición por un método muy laborioso que él denominó del “descenso infinito”. Don VÍCTOR en la Revista de la Academia, en forma rápida y elegantísima, efectúa la demostración utilizando las cantidades imaginarias. Sus amigas predilectas.

“*El amor de las estrellas*”. En este bello escrito, cuasi poema, se muestra el profesor CARO como un apasionado astrónomo. Y se duele, con razón, de que la generalidad de las gentes vivan su vida sin darse cuenta de la deslumbradora belleza de las constelaciones siderales. Desde el improvisado observatorio de su retiro campesino sigue, noche a noche, la marcha de las estrellas. Especialmente se encariña con *Canopus* (Alfa Carinae), ese bellissimo fanal del hemisferio Sur, descubierto al par que el Nuevo Mundo por COLÓN y sus compañeros de aventura. Aventura que merece la categoría de leyenda, según piensan algunos, como la conquista de Ofir o la búsqueda del Vellocoino de Oro. Imposible no transcribir aquí los propios pensamientos de CARO:

“Contemplando esa gota de luz purísima (Alfa Carinae o Alfa de la Quilla), en la transparencia de nuestras noches andinas y siguiéndola en su curso sosegado, en medio del séquito de luminares que la acompañan y que forman en esa zona del cielo un conjunto de belleza incomparable, me ocurre pensar o imaginar cuál debió de ser la admiración que la riqueza de ese hemisferio debió despertar en los primeros navegantes y conquistadores que vinieron a estas tierras. Al descubrimiento de las fértiles comarcas del Nuevo Mundo, iba precediendo el descubrimiento de las constelaciones del Nuevo Cielo, y no debió ser éste menos asombroso que aquél para quienes conocían sólo en parte la geografía de las alturas:

‘Ils regardaient monter dans un ciel ignoré du fond de l’Océan des étoiles nouvelles’.”

Estos dos versos transcritos por el señor CARO corresponden al terceto final del célebre soneto *Les Conquérrants* de JOSÉ MARÍA HEREDIA. Soneto traducido al castellano por muchísimos poetas. Entre ellos por don MIGUEL ANTONIO CARO, padre de don VÍCTOR.

La traducción literal de la totalidad del terceto podría ser: “O inclinados sobre la proa de las carabelas contemplaban el ascenso, desde el fondo del Océano, de estrellas desconocidas en un nuevo cielo”. Esto corresponde al estupor con que nuestro astrónomo-poeta observaba la marcha de *Canopo* “en medio del séquito de luminares que lo acompañan”.

(Y aquí un paréntesis: algunos traductores suponen que en este terceto hay un disparate cosmo-

gráfico y prefieren acomodar al navegante en la popa y no en la proa de la carabela para que así observe mejor hacia el Oriente. No hay tal error del poeta de *“Les Trophées”*. Viniendo de la latitud 38° Norte hacia la latitud 20° Norte las carabelas traían rumbo Suroeste. Y para descubrir nuevas estrellas el marino debía mirar hacia la línea equinoccial, es decir en la dirección de la marcha hacia la izquierda. Así, reclinado a babor en la proa, oteando con ansiedad hacia el Sur a ras del horizonte, a cada paralelo que cortaba la quilla de su nao el asombrado aventurero descubriría nuevos retazos de cielo y en ellos desconocidas estrellas. Veamos el caso de *Canopus*, el fanal predilecto de CARO: como su declinación es 53° Sur, la distancia cenital para la latitud 38° Norte es igual a $53 + 38 = 91^\circ$ Sur. Lo que indica que no es visible por estar debajo del horizonte. Empero, al llegar la carabela al paralelo 37° Norte, la estrella sube 1°, o sea que en el momento de su culminación besa el horizonte, marcando el Sur exacto. Y a medida que la nao descubridora se acerca al Ecuador la estrella irá elevándose, noche tras noche, pero siempre muy vecina del Sur. Hay épocas del año en que las estrellas cruzan de día por el firmamento. Son invisibles. Colón debió esperar hasta las noches finales de 1492 para contemplar, en su completa trayectoria del Orto al Poniente, a *Alfa Carinae*, vale decir a *Alfa de la Quilla* o sea a *Canopo*. Anotemos una curiosa coincidencia respecto de este astro. *Canopo* se halla a una distancia de la Tierra equivalente a 100 años de luz. Dicho en otros términos: en estos momentos desde allí se observa y se celebra el nacimiento de su rendido admirador terrícola).

Ahora hablemos de VÍCTOR E. CARO como Maestro. Que lo era en toda la amplia y noble acepción del vocablo. De una sencillez sin par, cuando fue Rector le complacía confundirse con los estudiantes en el amplio patio de la Escuela y dialogar con ellos. Alguna vez nos dijo sonriendo: “Aquí en este primer piso me siento más cómodo, pues si ustedes resuelven tumbarme el porrazo es menos duro”. (Aludía con humor a la caída de su antecesor en el Rectorado como consecuencia de la poca atención que prestaba a las inquietudes e iniciativas estudiantiles). En otra ocasión, al pasar cerca de un grupo de estudiantes que discutían en voz altísima, uno del grupo le hizo la siguiente consulta gramatical: “señor CARO, ¿cómo se dice: *vocerío* o *vocería*?”. Don VÍCTOR le respondió inmediatamente: “De ambas maneras está bien. Lo que sí está menos bien es producirla o producirlo”.

Como catedrático era ejemplar. No se conformaba con las clarísimas explicaciones que hacía sobre el pizarrón. Absolvía gustosamente cual-

quier consulta fuera del aula. Y no sólo en el ramo de su cátedra. Alguna vez, quien esto escribe, le consultó tímidamente sobre la posibilidad de obtener una copia de la traducción que hizo don MIGUEL ANTONIO CARO de la famosa elegía de MANZONI a la muerte de BONAPARTE. Don VÍCTOR tuvo la gentileza de llevarlo a su casa y de proporcionarle 3 traducciones hechas por don MIGUEL ANTONIO del *Cinco de Mayo*. Una en versos endecasílabos, otra en eneasílabos, en castellano; pero, además, otra en la lengua de VIRGILIO y HORACIO. Aquella noche inolvidable le oí recitar con ternura paternal, en tono menor, delante de la pequeña protagonista de ojos divinamente oscuros, su madrigal *A los ojos de Cecilia*, joya poética tan delicada como la del propio GUTIERRE DE CETINA. Así era este ejemplar humano. Paradigma de selección, mezcla de matemático, de poeta y de santo!

De clara estirpe de humanistas —humanista él mismo— no quiso destacarse. Prefirió el áurea penumbra, la “medianía de oro”, preconizada por el poeta latino. Precisamente sobre este tema escribió uno de sus más bellos sonetos. Compartía con su alter ego, don TOMÁS RUEDA VARGAS, el amor por la dulzura eglógica de la Sabana.

Observando con atención el retrato de don VÍCTOR publicado en el *Magazín Dominical* donde aparece abrigado por su vieja ruana, a la cual también le cantó, y rasgueando el tiple casero (tiple que paseó por Europa), viene a la mente por obvia asociación de ideas las estrofas de Fray LUIS:

Y mientras miserable-
mente se están los otros abrasando
en sed insaciable
del no durable mando,
tendido yo a la sombra esté cantando.

A la sombra tendido,
de yedra y lauro eterno coronado,
puesto el atento oído
al son dulce acordado
del plectro sabiamente meneado!

Cuántas veces lo haría a la sombra del viejo sauce romántico que dirimió la controversia entre la casona colonial circuida de añosos árboles, representante de la tradición, y la vía férrea, símbolo del progreso! Controversia bellamente cantada por el señor CARO en su poema campesino *El Armisticio*. Egloga que expresa toda la melancólica serenidad de nuestra bien amada altiplanicie.

JOSÉ IGNACIO RUIZ.

DON LUIS MARIA MURILLO

Señor Presidente
de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas
y Naturales.

Señores Académicos, señoras, señores:

Por honrosa designación de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, correspóndeme recordar y resaltar ante este selectísimo auditorio, los rasgos sobresalientes de una de las personalidades más raras que han pertenecido a esta ilustre Academia, el Académico de Número Don Luis María Murillo: pionero de la Entomología Económica en Colombia, atildado escritor, divulgador y propulsor de las Ciencias biológicas en nuestro medio.

Desde su temprana juventud demostró profunda inclinación por los estudios biológicos y por el conocimiento de la multifacética naturaleza colombiana.

El agreste paisaje circundante a la legendaria villa natal de Guasca, la imponente belleza de las montañas andinas que la enmarcan y el contemplar desde tan extraordinaria perspectiva el espléndido altiplano, debieron despertar tempranamente la admiración y luego la penetración con la naturaleza, la cual para Luis María Murillo siempre se confundió con la idea de Patria. Las mismas circunstancias contribuyeron quizás también a plasmar en este insigne compatriota, lo que en la edad madura serían los atributos más sobresalientes de su personalidad; reciedumbre de la voluntad y el carácter, tenacidad inquebrantable, ejemplar modestia, claridad del pensamiento, identificación plena de los propios objetivos de superación con los altos designios de la patria, a cuyo servicio habría de consagrar la mayor parte de su meritoria existencia, en calidad de funcionario del Ministerio de Agricultura. Siempre entendió su labor de servidor público no como actividad burocrática, rutinaria y esclavizante, sino como el desafío permanente hacia la superación y realización plena de su personalidad, guiado quizás por aquella frase de Dostoievski, que él mismo solía mencionar frecuentemente en sus escritos:

“Humíllate y abrázate a tu tierra natal. No busques la verdad fuera; no está fuera de ti, está en ti mismo; búscala en ti, apodérate de ella y la comprenderás”.

Se trasladó luego a Bogotá en donde cursó estudios de bachillerato en el Colegio León XIII, regentado por la Comunidad Salesiana. En este benemérito plantel tuvo la fortuna de recibir las sabias enseñanzas y el edificante ejemplo de consagrados naturalistas de la talla de un Santiago Cortés, de un Ricardo Lleras Codazzi y de aquel infatigable escrutador de la naturaleza colombiana el Hermano Apolinar María. Fueron estos sabios preceptores quienes lo familiarizaron con la obra científica sobre el medio colombiano de Andrés Posada Arango, Joaquín Antonio Uribe y Francisco Javier Vergara y Velasco. Fue allí también donde dio los primeros pasos hacia el conocimiento del maravilloso mundo de los insectos a cuya profundización habría de entregar más tarde sus mejores



esfuerzos, al frente de la Oficina de Sanidad Vegetal, del entonces llamado Ministerio de Industrias, la cual fue el primer laboratorio de investigación en el país dedicado al campo de la Entomología Económica.

Por aquella época la Universidad Colombiana no había abierto aún sus puertas a jóvenes con vocación por los estudios científico-naturalistas. Su ámbito académico, no obstante la formidable experiencia de la Expedición Botánica y los prospectos que enunciaron los fundadores de la Universidad Nacional, continuaba circunscrito a las Carreras Clásicas de Jurisprudencia, Medicina e Ingenierías. Por eso Luis María Murillo, como muchos otros colombianos ilustres de su misma generación, que dieron tanto brillo e impulso a la investigación científica en nuestro medio, no tuvo la oportunidad de concurrir a las aulas universitarias. Pero esta circunstancia lejos de ser un obstáculo en el proceso de ascenso de su personalidad, devino en el más poderoso estímulo y fuerza interior, la misma que habría de impulsarlo a adueñarse por sí mismo del conocimiento, mediante la observación creadora, el escudriñamiento metódico de la naturaleza y el someter a rigurosa

prueba experimental la certeza de sus conclusiones. "Mi Universidad es la naturaleza" solía proclamar en sus numerosas informes y artículos periodísticos aparecidos en las páginas de "El Espectador" y en su columna de "El Tiempo", que precisamente intituló "Desde mi Universidad".

Los primeros éxitos que logra en experimentos dirigidos a encontrar métodos biológicos para abolir las plagas que afectan los cultivos, no obstante los escasos recursos disponibles, ascenden su voluntad de servicio. Recorre gran parte del territorio colombiano en cumplimiento de comisiones que se le imparten o que él mismo, se impone en procura de nuevos datos y elementos para forjar las soluciones a los problemas atinentes a la lucha biológica contra las plagas que afectan nuestra agricultura.

El mayor conocimiento que obtiene en sus viajes, a lo largo y ancho del país, lo reafirma, cada vez más, en el convencimiento, de que la naturaleza tropical y en particular la colombiana, difiere en aspectos sustanciales de aquella de otras latitudes, de donde deduce también la imposibilidad de transferir mecánicamente a nuestro medio, soluciones que hubieran podido resultar afortunadas en otros contextos ecológicos. De allí también su convicción de que es a los colombianos a quienes corresponde en primer término adelantar los estudios sobre nuestra realidad biológica y derivar de ellos normas de conducta y técnicas adecuadas para edificar una civilización en armonía con la naturaleza tropical. El ejemplo de Francisco José de Caldas le sirve de guía e inspiración en este empeño. Por eso con hondo patriotismo dedica sus ratos libres a profundizar en el estudio de la vida y la obra científica del insigne payanés.

La empresa formidable de Mutis es también, ejemplo que admira, en cuanto la concibe como el primer esfuerzo concatenado en procura de conocer nuestra propia realidad y no obstante no exhibir tal nombre, como la primera Universidad científica y creadora que surge entre nosotros, pero que desafortunadamente por circunstancias históricas, bien conocidas, no tuvo continuidad inmediata una vez superada la etapa de la emancipación.

En cuanto a la orientación y contenido de las investigaciones de *Luis María Murillo*, sin temor alguno en caer en la exageración, bien se puede afirmar que se adelantó a la época que le correspondió actuar.

Después del primer ensayo que hicieron en Colombia Federico Lleras Acosta y Luis Zea Uribe, en 1913, sobre el método de la lucha biológica entre los insectos dañinos, valiéndose de la bacteria *Coccobacillus acridiorum* para exterminar la langosta, los trabajos que adelantó Murillo a partir de octubre de 1927, han sido ya reconocidos por científicos competentes en el ramo, como los primeros que con éxito se realizaron en Colombia. El conocimiento directo del país le permitió entender cuán negativo sería el impacto que causaría en los frágiles ecosistemas tropicales la aplicación masiva de los insecticidas orgánicos, sobre todo, si se aplican antes de haber hecho cuidadosos estudios y experimentaciones probatorias. Esta sabia admonición de Murillo, resulta cuánto más admirable, si se tiene en cuenta que habrían de transcurrir todavía muchos años para que la humanidad tomara conciencia de los problemas que en esta época configuran lo que ha dado en llamarse la "crisis ecológica" y si se tiene también en cuenta que no hace mucho tiempo, en Colombia, estas inquietudes si bien compartidas por otros naturalistas de aquella misma época, eran tenidas como simples especulaciones de personajes idealistas, ostiles al llamado "progreso". Hubo de surgir primero esta misma preocupación, ante los datos alarmantes de los científicos, por la necesidad de conservar la calidad del ambiente en los países superdesarrollados para que estas ideas fueran aceptadas y se convirtieran en patrimonio común de toda la humanidad. Es decir, 25 años después de que la propusiera Murillo en varios de sus escritos y en particular en su histórico *Memorando* dirigido,

en 1954, al Ministro de Agricultura intitolado: "Reglamentación para la importación, venta y uso de pesticidas como un primer paso hacia la preservación del equilibrio ecológico del país".

Pero el académico *Luis María Murillo* no se conformaba en el planteamiento puramente teórico, como ya se ha dicho, conocía el principio fundamental de la dialéctica, según el cual la única manera de enriquecer la teoría es a través de la praxis:

Comisionado por el Ministerio de Agricultura para que estudiara en 1927 las plagas que afectaban los cultivos de café, en algunas zonas del antiguo Caldas y en particular la llamada hormiga de Amagá, tras minuciosas observaciones descubre la presencia de dos especies de hormigas y los respectivos coccidos a ellas asociados, responsable de los daños causados al cafeto. Así sienta las bases y señala el principio de solución a un problema que afecta seriamente el principal producto de exportación del país, base de nuestra economía.

Comisionado nuevamente por el mismo Ministerio para estudiar el ciclo biológico y los métodos de erradicación de un insecto dañino, aparecido en los manzanos de Boyacá con el nombre vernáculo de *pulgón lanigero*, ideó un sistema basado en la competencia biológica a fin de exterminarlo, para lo cual hubo de introducir al país una especie de pequeñas avispas, habiendo obtenido finalmente pleno éxito. En el año de 1935 desde la Oficina de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura, se dedicó también al estudio de las plagas que afectan el algodón. Descubrió el llamado *gusano rosado* autóctono de Colombia y se dio a la tarea de obtener un predador natural que le permitiera utilizar la estrategia biológica para su erradicación. En el año de 1935 descubrió una pequeña avispa de la especie *Apanteles thurberiae* en las regiones del río Suárez, Santander, hallazgo significativo dado su elevado parasitismo sobre el gusano rosado que precisamente se buscaba eliminar.

Los estudios detallados referentes a este caso forman parte de su obra fundamental "Sentido de una lucha biológica", que comprendía el resultado de sus esfuerzos, a lo largo de varios lustros. En esta obra se formula así mismo una predicción, que a la postre, habría de resultar histórica: y consistía en afirmar que si se buscaba eliminar el gusano rosado autóctono, mediante el uso de insecticidas orgánicos, ello implicaría la destrucción del equilibrio de los ecosistemas propicios para el cultivo del algodón. Años más tarde, esta predicción encontró la plena comprobación al presentarse el mencionado gusano en toda la zona de Armero, con caracteres realmente alarmantes, según quedó consignado en el informe que *Murillo* rindiera ante el Instituto de Fomento Algodonero en el año de 1950.

Largo resultaría enumerar otras no menos importantes contribuciones positivas a la ciencia entomológica y al desarrollo agrícola colombiano efectuadas merced a la consagración del académico *Luis María Murillo*. Bástenos los ejemplos citados para formarnos, al menos una idea, de cuán importante para la ciencia y para el país es la obra de este insigne compatriota. Quisiera sin embargo destacar su atinado planteamiento, según el cual la solución al problema de la Sanidad de nuestros cultivos en buena parte dependía de los conocimientos que los ciudadanos tuviesen sobre los mecanismos biológicos en los cuales se fundamenta. Por ello, con el deseo de contribuir a elevar la conciencia de los colombianos sobre la necesidad de no perturbar innecesariamente los equilibrios biológicos, desde su columna del diario "El Tiempo", y desde las páginas de "El Espectador", se impuso así mismo la tarea de ilustrar con maestría a los colombianos sobre estas difíciles e importantes materias.

Su labor de pionero se extendió también al campo de la Entomología sistemática, aunque esta no fue la disciplina de su predilección. Prefirió los enfoques de la ciencia

experimental y la explicación de los fenómenos utilizando el método científico experimental, del cual era un practicante riguroso. De todas maneras, le correspondió iniciar la colección de las especies de la Entomofauna colombiana, la cual, llegó a contar en la época de oro del Instituto de Biología del Ministerio de Agricultura con 100.000 especímenes. Entre estos, merece destacarse la colección de la familia de *Coccinelidae* que realizó en colaboración con su dignísima esposa, Doña Isabel Pulido de Murillo, quien siempre le prodigó estímulo y fue su colaboradora permanente. A su memoria dedicó su obra poética el "*Cantar de los Cantares*" y de la cual dijera Luis Eduardo Nieto Caballero: "muy bellamente está descrito el paisaje en el pequeño libro. La ciencia del naturalista ayuda a la inspiración del poeta".

Ante estas realizaciones resulta fácil comprender por qué su obra alcanzara a tener repercusiones más allá de las fronteras patrias. Entomólogos de renombre internacional, siempre se refirieron a ella en términos por demás elogiosos, entre quienes se destacan: los del peruano Carlos Morales Macedo, ex-Director del Museo de Historia Natural "Javier Prado" de Lima, los de los alemanes Alfonso Dampf y J. W. Willi y del belga Adolfo Crevecoeur.

Fue fundador y miembro de Número de nuestra Academia, Director de su Revista durante largos años, donde

desarrolló meritoria labor. Perteneció a la Sociedad Colombiana de Geografía y fue miembro Honorario de la Sociedad Real Entomológica de Bélgica. Fundador del Instituto de Altos Estudios del Gobierno Nacional. Representó a Colombia en la Segunda Conferencia Internacional de Agricultura, reunida en México en 1942, donde fue elegido vicepresidente de la comisión de Sanidad Vegetal y en el Seminario de Sanidad Vegetal reunido en Berlín en 1963.

El Gobierno Nacional, en reconocimiento a sus excepcionales méritos científicos y a su destacada labor como servidor público, a lo largo de 35 años, le confirió la condecoración, Orden de Boyacá, en el grado de Oficial.

Señor Presidente, señores académicos, señoras y señores:

Considero un deber de las presentes y futuras generaciones adentrarse en el conocimiento de la vida y la obra de este compatriota insigne. Así su ejemplo cundirá por todo el ámbito nacional, para bien de la ciencia, del conocimiento cada vez más profundo de la naturaleza colombiana y el acrecentamiento permanente de la cultura nacional.

LUIS EDUARDO MORA OSEJO.

Bogotá, noviembre 19 de 1975.

PADRE ANTONIO OLIVARES

Señor Vicepresidente
de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas
y Naturales.

Señores Académicos, señoras, señores:

Es para mí supremamente honrosa y placentera la tarea que me ha sido encomendada por la Academia de Ciencias de elaborar el elogio de su miembro de Número *Fray José Antonio Olivares Celis*, quien el 9 de agosto pasado dejó vacío su sillón al terminar su trabajo temporal de investigación científica y de predicación del Evangelio.

Y me siento honrado y satisfecho con esta tarea no solamente por la gran simpatía que durante mucho tiempo me unió con el Padre Olivares sino también porque siempre lo he considerado como mi doble colega, en la ciencia y en el sacerdocio, y como un dechado de honestidad, de abnegación y de dedicación al trabajo.

José Antonio nació en Anolaima, Cundinamarca, el 10 de julio de 1917 en el hogar de don Santos Olivares y de su señora esposa doña María de Jesús Celis.

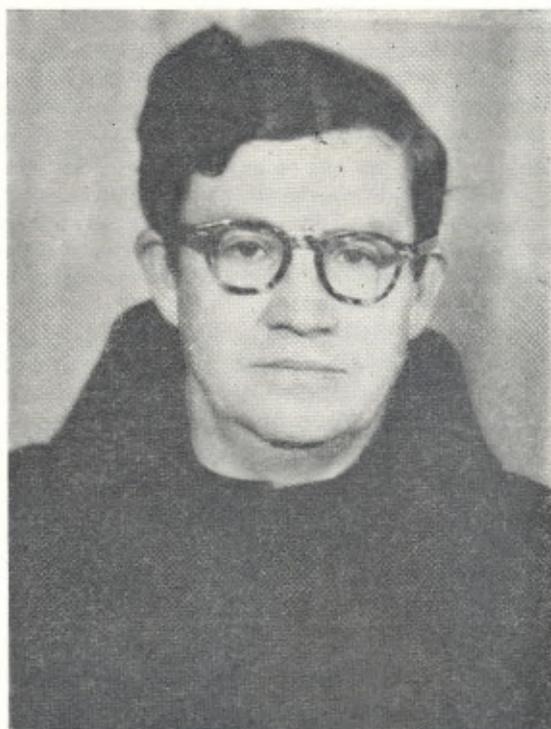
Desde muy pequeño fue llevado a Soatá, Boyacá, donde su familia se radicó definitivamente. Más tarde él recordaría (La Mirla - El Tiempo, agosto 23 de 1970): "Cuando era niño, en un pueblito viejo visitaba una casa donde florecía la dignidad de la pobreza amenizada por el canto de una pareja de mirlos blancos o 'pregoneros'. Hacía más de 10 años que estas aves habían hecho agradable y famosa aquella morada con su canto dulce, variado y armonioso. Y pasaron los años. Lo que de niño veía y oía con la sola curiosidad de las demás gentes, ya lo observaba si no con la dedicación del naturalista profesional, a lo menos con la atención de un amante de las bellezas aladas. Al Norte de Boyacá, en la árida hoya del río Chicamocha, donde se exhiben exuberantes los cactus y los espinares, en todas sus formas y tamaños, el 'pregonero' o 'chope' tiene predilección por los 'datos', aquellas gigantes cactáceas que crecen en forma de cirios y que resplandecen con la luz de sus flores y sus frutos como en una solemne catedral".

Allí comenzó como niño piadoso a frecuentar la iglesia y como acólito ayudaba en la celebración del santo sacrificio.

Un día se dio cuenta de que Dios lo llamaba al sacerdocio y gustoso ingresó al Seminario Menor de Tunja, donde adelantó sus estudios hasta el día en que, animado por el Padre Puyo, de inolvidable simpatía, pasó al Seminario Franciscano de Cali, a donde llegó el 2 de octubre de 1935, a la edad de 18 años.

Allí se hicieron notables su disciplina y su entusiasmo por la naturaleza y sus maravillas; sus superiores admiraban su rectitud e integridad de conciencia, llegando a tildarlo casi de escrupuloso en toda su conducta.

Desde que llegó a Cali empezó a leer las obras del médico escritor americano Orison Swet Marden y estas orientaron su vida y lo entusiasmaron por las ciencias naturales especialmente por la zoología. Era sumamente dedicado al estudio; su consagración al trabajo lo llevó a



elegir como su patrono al sabio de su orden Rogelio Bacon, apropiándose su axioma "sine experientia nihil sufficienter sciri potest" (sin la experimentación nada se puede conocer suficientemente) y con su linda caligrafía lo había copiado para colocarlo sobre su escritorio.

Allí mismo inició la formación de un Museo Zoológico, el Museo Fray Rogelio Bacon, donde colocaba los animales que recolectaba en sus paseos, mostrando en esta época especial afición por los insectos.

Y ya desde este tiempo comenzó la publicación de algunos artículos científicos en la hojita de su comunidad denominada "El Ensayo".

Con razón, desde este tiempo, sus discípulos lo apodaron "Maestro", sobrenombre con el que se le designó a todo lo largo de su vida religiosa.

El 7 de diciembre de 1938 ingresó al Noviciado de su orden y el año siguiente, el 13 de diciembre de 1939, pronunció su profesión de votos temporales en Cali y pasó a Bogotá para hacer sus estudios eclesiásticos en La Porciúncula. Alternando con estos siguió dedicándose a las ciencias naturales, especialmente a la zoología, lo que motivó que su superior, el P. Gregorio Arcila Robledo, viendo su consagración, le proporcionara la oportunidad de efectuar un curso de Taxidermia bajo la dirección del insigne ornitólogo recientemente fallecido, el doctor Carlos Lehmann.

Estableció también en La Porciúncula un museo de Historia Natural, el Museo Fray Diego García, en honor de un célebre científico franciscano de la Expedición Botánica, y al mismo tiempo se entregaba a la lectura de obras científicas y a la investigación zoológica sobre todo en la rama de las aves. Ya desde este tiempo empezó a

publicar el fruto de sus investigaciones en su revista de Bogotá "Voz Franciscana". De esta época es su joya ornitológica-literaria titulada "El Copetón", donde podemos leer: "El Copetón... es un pajarito que sigue al hombre; pocas veces se encuentra uno en plena selva. Pero, si usted va por un terreno completamente deshabitado..., al llegar a la choza solitaria de un arriesgado colono, con seguridad encontrará en el patio un copetón que casi juega, como domesticado, con los hijos del colono. El copetón ama al hombre. Desgraciadamente el hombre no lo ama tanto. La especie, por lo menos en Bogotá, está amenazada de desaparecer".

El 19 de marzo de 1943 hizo en Bogotá su Profesión Solemne.

Desde 1944 empezó su magisterio en el Colegio Franciscano Virrey Solís y continuó por algún tiempo su trabajo como profesor de ciencias naturales aún después de recibir la orden del Presbiterado el 1º de marzo de 1947.

Hacia mediados del año se le presentó la gran oportunidad de su vida: fue enviado por su comunidad a estudiar en los Estados Unidos. Partió con una carta de recomendación para el doctor Alexander Wetmore, secretario de la Institución Smithsonian de Washington y con un cupo en la Universidad Católica.

Estudió un año Biología y, en noviembre de 1948, regresó a Colombia y fue a Cali para enseñar esa materia en el Seminario Franciscano.

De nuevo, en agosto de 1949, volvió a los Estados Unidos con una magnífica colección de 800 pieles de aves, recolectadas por él y sus alumnos principalmente en el Valle del Cauca. Su permanencia en Washington le sirvió esta vez para tomar dos grandes decisiones. Una fue especializarse en Ornitología. Sus estudios en la Universidad fueron generales sobre Historia Natural, pero su dedicación al trabajo en la Institución Smithsonian le proporcionó vastos conocimientos en esta rama de la zoología. La segunda fue la de concentrarse en la investigación, determinación y clasificación de las aves colombianas: así nació su sueño dorado de escribir algún día un libro acerca de este tema. Para su grado de Master of Science, que obtuvo el 11 de junio de 1952, escribió una tesis de 150 páginas "Aves Colombianas, coleccionadas por Antonio Olivares". Dejó esta tesis y las pieles en el Museo Nacional como regalo a la ciencia. Lamentablemente su tesis no ha sido nunca publicada. Antes había perdido mucho tiempo en la disección de aves, en su montaje y en trabajos de taxidermia. Ahora comprende que lo importante para él es coleccionar aves, estudiarlas, describirlas y colocarlas en colecciones científicas y no trabajar en montajes para museos populares.

Durante unas vacaciones universitarias su curiosidad científica lo llevó a Chicago, en cuyo Museo de Historia Natural ayudó a identificar una interesante colección de aves de la costa colombiana del Pacífico.

"Las aves norteamericanas —decía— me interesaban, pero mi verdadera pasión eran las especies colombianas. Por eso, aunque en mis expediciones de fin de semana no faltaban oportunidades de conocer especies raras de los Estados Unidos, destinaba todo mi tiempo libre a concluir mi trabajo en las 800 pieles que había llevado conmigo".

A su regreso a Colombia, la Orden Franciscana lo llamó a su Colegio Virrey Solís en Bogotá. Aunque la pedagogía no era su principal afición, cumplía eficazmente su tarea de enseñar biología tanto a estudiantes de secundaria como a los de las Facultades Eclesiásticas de la Pontificia Universidad Javeriana.

Además de enseñar 19 horas semanales encontraba manera de proseguir sus investigaciones; del aula al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional y de ahí a su pequeño cuarto de labor. El trabajo le ocupaba también sus vacaciones porque las pasaba entre aves, vivas o muertas, según la ocasión.

El 8 de diciembre del mismo año de 1952, poco después de su regreso de Estados Unidos, emprendió una expedición por la región de Soatá, donde había pasado su niñez y vivían todavía sus padres y hermanos, dando comienzo con ella a su vida de investigación científica profesional.

La obra del Padre Olivares quedó sintetizada en su libro inédito "Aves Colombianas", máxima aspiración de su vida científica, y en sus tres libros publicados "Aves de Cundinamarca" (1969), "Ciconiformes Colombianas" (1973) y "Aves de la Orinoquia" (1974), lo mismo que en unos 50 artículos publicados en revistas científicas colombianas y extranjeras, y en otros tantos amenísimos artículos de divulgación aparecidos en diversos periódicos y revistas; entre estos últimos son verdaderas joyas los publicados en el Magazín Dominical de El Espectador bajo el título de "La Pájara Vida", encabezados con el verso de Quevedo "Ave rara que en el yermo vives la pájara vida".

Veamos brevemente una sinopsis de su obra científica.

El 3 de mayo de 1955 apareció el número 31 de la Revista Caldasia del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional. En él se leía un artículo escrito por José Ignacio Borrero y Antonio Olivares titulado Avifauna de la región de Soatá, Departamento de Boyacá Colombia.

Este artículo era el fruto de la correría que, entre el 8 de diciembre de 1952 y el 23 de enero de 1953, había hecho el Padre Olivares, acompañado por el señor Jorge Hernández, auxiliar de zoología del Instituto, con el ánimo de coleccionar aves de la región, habiendo obtenido 520 pieles que representan 30 familias con 118 especies y subespecies, algunas de ellas de especial importancia, ya desde el punto de vista ornitogeográfico, ya porque sólo se conocen los tipos o muy pocos ejemplares, o porque no habían sido encontrados previamente en Colombia.

En el número 33 de Caldasia, aparecido el 30 de diciembre del mismo año de 1955, venía otro artículo de Antonio Olivares con el título de Algunas Aves de la Comisaría del Vaupés, Colombia. Allí se lee: "Del 10 al 15 de diciembre de 1953 visité la Comisaría del Vaupés (en la parte amazónica de Colombia) con el objeto de iniciar un estudio sobre las aves de la región... Infortunadamente, debido esta vez a mi corta estadía, tan solo obtuve 72 ejemplares, correspondientes a 43 especies y subespecies y a 27 familias". Esta corta expedición tuvo sus resultados. Una pequeña paloma no vista antes en Colombia, la *Columbigallina passerina*, fue encontrada en los rastrojos cercanos a un caserío.

En los números 35, 36 y 37 de Caldasia, aparecidos del 15 de marzo de 1957 al 30 de agosto de 1958 el Padre Olivares publicó una serie de trabajos acerca de las aves de la costa del pacífico, recolectadas personalmente por él en el Municipio de Guapi durante las vacaciones que transcurrieron del 21 de noviembre de 1955 al 19 de enero de 1956. A fines de enero de 1956 regresó a tierra civilizada con 1.200 pieles y muchas ilusiones, pero a la vez con una fatiga de tropicópico y un paludismo incipiente. Uno de los pájaros más interesantes que encontró fue un gavilán llamado vulgarmente guaco, que devora serpientes venenosas; los naturales dicen que el guaco es inmune al veneno.

En octubre de 1957 se inicia el Padre como colaborador en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, con su artículo titulado "Algunas Aves del Valle del Alto Magdalena". Ahí leemos: "La colección ornitológica aquí estudiada fue hecha por el autor en los Llanos del Tolima, del 21 de diciembre de 1953 el 7 de enero de 1954 en el Municipio del Guamo... De las localidades exploradas se anotan en el presente trabajo 70 especies y subespecies".

En junio de 1958 el Padre Olivares fue llamado a formar parte del cuerpo de investigadores del Instituto de Ciencias Naturales por su Director de entonces, el doctor José Pablo Leyva. El Padre se posesionó de su cargo el día 7 de agosto de ese año. Esto significó un gran paso en su vida científica: en adelante sus correrías e investigaciones no ocuparían solamente algunas horas difícilmente robadas a sus ocupaciones rutinarias sino que podrían llenar todo el tiempo que no estuviera dedicado a su ministerio sacerdotal.

Como explicación de su artículo "Aves Migratorias en Colombia", aparecido en agosto de 1959 en el número 41 de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, el Padre escribe: "Esta obra es fruto de 20 años de estudios en la avifauna colombiana. Muchas de las especies descritas las he coleccionado en las Costas del Pacífico, Valle del Cauca, Llanos del Tolima, hoya del río Chicamocha en Boyacá y en selvas del Vaupés".

En el número 44 de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias viene el estudio del Padre Olivares sobre "Aves de la Región Sur de la Sierra de la Macarena, Meta, Colombia". Esas aves fueron recolectadas por él y su equipo durante una expedición combinada del Instituto de Ciencias Naturales, la cual duró desde el 10 de enero hasta el 18 de marzo de 1959. De esta expedición resultaron 6 aves nuevas para Colombia.

En agosto de 1965 apareció el número 47 de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales con el nombre del Profesor Olivares escrito en la lista de sus Miembros Correspondientes y con su magnífico estudio sobre "El Rey de los Gallinazos". En adelante ya no sería solamente huésped benévolamente acogido en la Revista sino que en ella se encontraría en predios propios.

Durante el mes de abril de 1966 el Académico Olivares fue comisionado por la Universidad para asistir en Washington a la Conferencia sobre la Avifauna de América Latina; su contribución de entonces lleva por título "Efectos de los cambios ambientales en la Avifauna de la República de Colombia, América del Sur".

El número 49 de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, aparecido en diciembre de 1967, se honra al traer el nombre de Antonio Olivares en la lista de los Miembros de Número de la Academia: se había hecho honor al mérito de uno de los más insignes científicos colombianos de todos los tiempos.

Al finalizar este mismo año de 1967 Fray Olivares viajó al Brasil para participar en la II Mesa Redonda de Información sobre la Conservación de la naturaleza; el trabajo que entonces presentó se denomina "La Avifauna Colombiana y la importancia de su conservación".

En enero de 1969 se celebraron en Florencia (Caquetá) y Leticia (Amazonas) el Simposio y el Foro de Biología Tropical Amazónica. El Foro en Florencia del 21 al 25, y el Simposio en Leticia del 28 al 30.

El Padre Olivares asistió a ambos y su contribución llevó el nombre de "Aves de la Amazonia Colombiana". Al editarse las Memorias de estos acontecimientos científicos el trabajo del Padre ocupó 41 páginas impresas. En resumen se dice allí: "En la Amazonia Colombiana se han registrado 590 especies y subespecies aviarias, correspondientes a 61 familias y 18 órdenes de las 2.680 especies y subespecies, 88 familias y 20 órdenes anotados en todo el territorio colombiano".

El 19 de julio de 1969 tuvo el Padre Olivares una de las mayores satisfacciones de su vida al ver salir de la imprenta su primer libro "Aves de Cundinamarca", primicia de su obra maestra "Las Aves Colombianas".

Del 25 al 27 de mayo de 1971 se celebró en Bogotá el Congreso de Recursos Naturales. El Padre Olivares aportó a él su contribución científica. A este respecto leemos en El Espectador (mayo 20), en la Columna de Pangloss:

"La gallineta y la perdiz están a punto de desaparecer de nuestra fauna, a pesar de llamamientos, estudios e investigaciones de almas tan apostólicas como el Padre Antonio Olivares, un 'Francisco de Asís' científico". Y la víspera el mismo periódico había traído: "El ornitólogo Padre Antonio Olivares, quien ha publicado cerca de 50 artículos y monografías sobre la avifauna colombiana, presentará al Congreso de Recursos Naturales (mayo 25-27/1971) un trabajo sobre las aves llamadas Tinamúes 'gallinetas'. Considera el destacado científico que la conservación de las aves del país es necesaria para obtener el verdadero progreso colombiano". El Boletín Franciscano de esa fecha comenta estos recortes con estas líneas: "Son solo unos cuantos de los elogiosos comentarios con que se destacó la prensa la participación de este nuestro hermano, Padre Antonio Olivares, en el Congreso Científico reunido en estos días en Bogotá. Sin temor a que se nos tache de 'triumfalistas' nos sentimos muy complacidos y honrados de registrar este hecho".

El año de 1973 fue para Fray Olivares año de cosecha de éxitos y satisfacciones. El 19 de julio vio aparecer, en Ediciones Tercer Mundo, su segundo libro "Las Ciconiformes Colombianas", tanto más estimable para él cuanto que este era su trabajo de promoción a Profesor Titular de la Universidad, rechazado en primera instancia por su presentación defectuosa de mecanografía y de grabados.

A principios de octubre viajó a Medellín para presidir la inauguración del Aviario que allá instalaron los Padres Franciscanos: debió ser grande su gozo al ver que otros seguían las sendas por él trazadas de amor a las aves.

El 18 de octubre salió de la vice-Rectoría de la Universidad Nacional la Resolución número 1351, que por fin le hacía justicia al elevarlo a la categoría de Profesor Titular. Sus hermanos de comunidad en su Boletín Informativo dicen toda su satisfacción al copiar dicha resolución precedida del siguiente título: "El Padre José Antonio Olivares C., llega al máximo grado como Profesor en la Universidad Nacional".

Antes de finalizar el año el abogado de la conservación de la avifauna colombiana tuvo otra satisfacción no pequeña al recibir, el 18 de diciembre, de parte de Inderena el título y los derechos de "Inspector Nacional Honorario de Recursos Naturales".

En 1974 otras dos alegrías habrían de llegar a reconfortar el alma del Padre Olivares, ya bastante acongojada por sus dolencias, especialmente por su grave afección ocular.

En este año, auspiciado por el Centro Experimental de las Gaviotas, vio la luz su tercer libro titulado "Aves de la Orinoquia". "Los registros de 1.000 especies y subespecies de la Orinoquia Colombiana que aquí se presentan, muestran en parte el potencial avifaunístico principalmente de lo que se denominan Llanos Orientales, sin omitir la Serranía de la Macarena y la ladera oriental de la Cordillera Oriental desde sus altas cimas".

El 4 de diciembre del mismo año el trabajo científico del Padre Olivares fue justamente galardonado al concedérsele el Premio de Ciencias Exactas y Naturales de la Fundación Centenario Banco de Colombia; con muchísima razón se ha dicho que el Padre ha sido el primer Premio Nóbel de la Ciencia Colombiana.

Durante los días 22 y 23 de marzo de 1975 tuvo lugar una visita de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales al Centro Experimental de las Gaviotas, en el Vichada. Lleno de satisfacción, elocuente como nunca, rebosando erudición, el Padre Olivares hizo una magnífica exposición acerca de sus aves de la Orinoquia y de la necesidad inaplazable de hacer algo, de hacer mucho, por su conservación. En compañía del Director del Centro, doctor Paolo Lugari, los académicos visitaron las instalaciones. Al otro lado del caño se han levantado unas casitas estilo Llano, aisladas de todo bu-

licio, excepto del que hacen las aves en el bosque cercano; este conjunto se ha denominado "Villa Ciencia", rincón lleno de encantos para los científicos que allí quieran entregarse a sus meditaciones y a sus observaciones de la naturaleza. Necesariamente tenía que conquistar el corazón de Fray Olivares, quien sencilla y llanamente declaró al doctor Lugari que su ambición sería, al jubilarse en la Universidad, ir a pasar allí sus últimos años, alejado del mundo y acariciado solo por el canto de sus aves tan amadas.

En la mañana del domingo 23 de marzo de este año, en el Centro Experimental de Las Gaviotas en el Vichada, el Padre Olivares se levantó hacia las 4 del amanecer y, en compañía del señor Embajador del Uruguay se fue hacia la galería del bosque que cubre el caño; llevaban una grabadora provista de un micrófono parabólico; el resultado fue una cinta magnetofónica con lo más sublime de las armonías de un despertar de la selva. El día 9 de agosto último, el Padre, recién salido de la sala de cuidados intensivos del Hospital Militar, recibió una copia de esta cinta; todo el día lo pasó arrobado escuchando y explicando la procedencia de las diversas voces y cantos. ¿No sería esto un preludio de las melodías de la eterna dicha?

Hacia las siete y media de la noche se encontraba en su lecho de enfermo ocupado en repartir algún dinero caritativo a personas que él favorecía, cuando el Señor vino a buscarlo.

Al irse el Padre Olivares dejó un hondo vacío tanto en la comunidad como en el Instituto de Ciencias Naturales.

Es cierto que desde hacía algún tiempo venía sintiéndose cansado del trabajo y de la vida; especialmente desde que comenzó a tener serias dificultades con la vista, tenía la sensación de que su carrera estaba terminando. Sus compañeros de comunidad le repetían: "Maestro, cuídese que usted está muy delicado". Pero él ya soñaba con esa otra vida que no sabía como sería pero que se imaginaría alegrada por los dulces trinos del hermano turpial y del hermano cucarachero y embellecida por los esplendores del soberano Pelicano, Jesucristo.

Su obra maestra, las Aves Colombianas, quedó sin editarse: unas 1.000 páginas mecanografiadas y unos 200 grabados.

¿Se dejará perder la descripción integral de la avifauna más rica del mundo?

Dios no lo quiera.

Quiero terminar citando algunos párrafos de la carta que el Provincial de los Franciscanos envió a los padres de Fray Olivares con ocasión de su deceso.

"Ya tuve la oportunidad de expresar a don Santos, a sus hijas y nietos, lo que en nuestra vida franciscana significó la presencia de quien cariñosamente llamábamos Maestro. Fraile humilde y modesto que nunca permitió que el orgullo mancillara su humildad de todos los instantes ni siquiera en aquellas ocasiones en que en títulos y condecoraciones la patria y el extranjero exaltaron su persona.

Modelo de consagración que todos señalamos como la más refinada de sus virtudes, cosa que en este mundo de mediocridad y de prematuro cansancio, es cualidad bastante rara; religioso sin rencores, casi excepción por lo mismo que ningún cohermano pudo ser jamás por él ofendido; corazón de oro engastado en una aparente rusticidad que fue coraza invulnerable que no permitió advertir en Antonio la presencia de grandezas ocultas que después de la muerte han venido a manifestarse como el mejor panegírico con que la justicia honra su memoria, y en fin, silencioso testimonio de un carisma de ciencia con que el Señor quiso enriquecerlo y fue precisamente el de immortalizar, para la ambiciosa investigación de sabios y deleite de curiosos, aquella parte de la creación infinita de Dios que en el reino de las aves en vuelos, colores y cantares forman la mejor estrofa del universo.

Por eso, porque era consciente de su misión de descifrar el misterio que en las aves se oculta, fue favor del cielo el que, quien la amó como hijo del pobrecillo de Asís, se nos durmiera hablando de su belleza y escuchando la música que enriquece la selva.

... Fray Antonio nos hace falta porque no puede ser de otra manera en tratándose de una persona que convivió con nosotros durante cuarenta años, enseñándonos a emplear el tiempo, máximo don de Dios, y compartiendo con nosotros todas las alegrías y todos los sufrimientos que conlleva la existencia".

CARLOS EDUARDO ACOSTA ARTEAGA.

Bogotá, noviembre 19 de 1975.

NUEVO DIRECTOR DE LA REVISTA

En la sesión del día 28 de septiembre de 1978, tomó posesión la Junta Directiva de la Academia para el período 1978-1980, el nuevo Director de la Revista, Académico de Número Luis Eduardo Mora-Osejo, asumió bajo su cuidado y responsabilidad los trabajos de edición del Número 56, iniciados por el Director saliente Académico de Número Gustavo Perry Zubieta.

La Academia aceptó la proposición del nuevo Director de la Revista, en el sentido de nombrar un Comité de Redacción, en el cual estuvieran representadas varias disciplinas científicas. El Comité de Redacción quedó constituido así:

Luis Eduardo Mora-Osejo — Presidente.
Alberto Cadena.
Gonzalo Correal.
Fernando Etayo.
Lorenzo Panizzo.
Alfonso Rueda.
Alonso Takahashi.

El Comité en su primera reunión propuso adoptar las siguientes normas para la preparación de los manuscritos:

Normas que deben cumplir los manuscritos que se envían para su publicación en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

1. Los manuscritos deben entregarse en original y copia, listos para ser remitidos a la imprenta, escritos a máquina a doble espacio con margen de 4 cm. El texto del acápite sobre "materiales y métodos" y el de párrafos del artículo, que no se consideren importantes, deben marcarse con las convenciones utilizadas para tipo de letra pequeña y espaciación angosta, con el objeto de facilitar la asimilación rápida de los contenidos. Las páginas del texto deben enumerarse consecutivamente, incluyendo tablas de datos.
2. En la página del título deben indicarse:
 - a) Título del artículo;
 - b) Nombre y apellido del autor(es);
 - c) Institución donde se realizaron las investigaciones;
 - d) Títulos de encabezamiento de página (en lo posible no exceder de 65 letras);
 - e) Dirección postal de autor(es).
3. El texto debe ser inobjetable en cuanto a presentación y contenido, con el objeto de evitar enmiendas en las pruebas. Los nombres de los autores citados en el texto deben subrayarse con línea corrida; los nombres científicos de animales o plantas (género y especie) deben subrayarse con línea ondulada.
4. Las referencias bibliográficas dentro del texto, deben contener los nombres de los autores y el año de la

publicación. Las referencias bibliográficas al final del artículo deben constar de:

- a) Apellidos e iniciales de los nombres de todos los autores;
- b) Título completo del artículo;
- c) El nombre de la revista, que puede abreviarse de acuerdo con las respectivas reglas internacionales;
- d) El número de volumen;
- e) Número de la primera y última página;
- f) Año de publicación.

Las referencias bibliográficas relativas a libros deben contener:

- a) Nombres de los autores;
- b) Título completo;
- c) Edición;
- d) Editor o editorial;
- e) Lugar de publicación;
- f) Año de publicación.

La bibliografía debe ordenarse alfabéticamente de acuerdo con el apellido del autor principal. Deben incluirse solamente los artículos citados en el texto.

5. Las gráficas y figuras deben ser originales tener, en lo posible, el doble de los tamaños de los clichés (17 y medio ancho por 26 y medio largo) y estar dibujados en tinta china. Los signos o convenciones deben estar listos para la reproducción en el cliché. Las gráficas y figuras deben numerarse consecutivamente utilizando caracteres arábigos.
6. Las fotografías deben ser nítidas en papel brillante de alta calidad y de tamaño igual al de su reproducción. Signos o leyendas no se deben escribir sobre la fotografía, sino sobre papel transparente fijado firmemente a los dos extremos superiores de la fotografía.
7. Todas las ilustraciones deben numerarse consecutivamente. Cada ilustración debe traer una leyenda explicativa y sucinta. Las leyendas de todas las ilustraciones deben adicionarse al manuscrito en una página(s) separada(s) en su respectivo orden.
8. Cada autor recibirá gratuitamente 50 reimpresos del artículo; en el caso de autor y co-autor cada uno recibirá 25 reimpresos.

Recomendaciones:

9. No se aceptan manuscritos que ya hayan sido publicados.