

ALGUNOS ASPECTOS ECOLOGICOS EN LA PRODUCCION
DEL MAIZ *

Fernando Arboleda R. **

ECOLOGIA (oikos = hogar; logos = estudio), es el estudio de las relaciones recíprocas entre el organismo y su ambiente.

Organismo: Maíz = Zea mays (L.) para el caso que nos ocupa.

El ambiente lo componen: Suelo, agua, temperatura, luz, atmósfera, otros organismos.

Suelo : Edafología, pedología

Agua : Evaporación, transpiración, vegetación, orografía, hidrografía

Temperatura : Latitud, altitud, orografía, hidrografía, oceanografía, precipitación.

Luz : Latitud, altitud, meteorología, orografía, hidrografía, factores eólicos.

Atmósfera : N, CO₂, O₂, impurezas

Biótico : Insectos, hongos, bacterias, nemátodos, virus, vertebrados, otros vegetales.

Genéticamente el maíz tiene 10 pares de cromosomas en donde hay muchos cientos de genes. Todos esos genes interactúan con cada factor ambiental para resultar en el fenotipo o sea la planta como la conocemos, la cual será capaz de rendir apropiadamente, de adaptarse a varios nichos ecológicos, de desarrollar una estatura determinada, de reaccionar en forma característica a las plagas y enfermedades, etc.

* Conferencia presentada en el curso sobre Producción de Maíz. Est. Exp. Tulio Ospina. Junio de 1974.

** Ph. D. Director Regional del Programa de Mejoramiento de Maíz y Sorgo, Regional No. 5.

Indudablemente, el maíz no apareció como lo conocemos. Evolucionó desde una forma silvestre desconocida, ya perdida en el tiempo.

La cultura agrícola más antigua en América fue la de la Costa Peruana que data de 2.500 años antes de Cristo. En ella se encuentra el documento más antiguo conocido en las artesanías de la cultura Chavin en Perú (1200 + años A.C) en donde se hace mención artística del maíz, tal como lo conocemos ahora. En México se han encontrado granos de polen de 75 mil años.

Según una teoría, especies de Euchlaena y Tripsacum y una posterior hibridación introgresiva entre ellas, dieron origen a las primeras plantas de maíz. El hombre americano antiguo encontró esa forma y la fue seleccionando, de acuerdo a sus creencias y necesidades, por tipo y color del grano y la fue adaptando a los lugares por donde pasaba en su vida nómada. Quizás por esto es por lo que hay miles de variedades agrupadas en razas. Esas razas congregan maíces de granos gigantes como el Cuzco peruano, maíces con microgranos como el Pira en Colombia, maíces de endospermo amarillo y blanco, con pericarpios rojos, azules y de variados colores en las razas bolivianas y de diferentes tipos de mazorcas largas y cortas desde el Paraguay hasta los E.U. Todo esto es ilustrativo de la tremenda variación desarrollada por evolución y selección durante siglos.

El maíz en el mundo se produce entre los 40 grados de latitud norte y sur y aún a más de los 40o de latitud norte en E.U., Canadá, Rusia y China. Dentro de ese rango de latitud, se cultiva el maíz entre los 0 y más de 2.600 metros de altura s.n.m. En ese rango es fácil pensar en la tremenda variación de ambientes diferentes. Se cultiva el maíz a temperaturas desde los 3-5oC en los altiplanos bolivianos hasta los 35oC en algunos climas mediterráneos en el Africa y Asia. Los suelos pertenecen a todos los grupos edáficos y pedológicos con sus correspondientes texturas y fertilidad muy diferentes, etc. La precipitación varía entre sólo unos pocos milímetros hasta 12 y más metros. La luminosidad cambia desde la total

diurna (12 horas) en las costas peruana y chilena y en las áreas más septentrionales y meridionales durante el verano astronómico, hasta solo unas pocas horas en las zonas de mayor régimen pluviométrico en los trópicos. El suelo, la luz, el agua, la temperatura y la atmósfera son muchas veces influenciadas directamente por las corrientes de aire provenientes del mar, de ríos, y aún de los vientos de valle y de montaña en ciertos valles entre montañas y/o cercanos al mar. El mayor o menor movimiento de masas de aire influye directamente en el contenido de nitrógeno y CO_2 dentro de un cultivo; por consiguiente, la producción se afectará en cualquier sentido dependiendo de la interacción del CO_2 con la luz y de la fijación del nitrógeno atmosférico presentes en un momento dado durante el crecimiento.

Con excepción de los días muy largos, en Colombia existen todos los contrastes ambientales. En todas partes se cultiva el maíz.

Las zonas desérticas de la Guajira, la selva pluvial del Chocó, entre 0 y 400 m hasta los maíces plantados a más de 2600 metros en Cundinamarca, Boyacá, Nariño, son un buen ejemplo del poder adaptativo del maíz mediante selección natural y/o dirigida. En todo ese rango de ambientes, se han clasificado 23 razas de maíz en Colombia; ellas agrupan varios miles de colecciones de todos los tipos de maíz (dulce, harinoso, cristalino, reventón, etc.), que se han cultivado para muchos usos diferentes.

En toda nuestra geografía, la población depende en varias maneras del maíz. Aún es el maíz el cultivo tradicional, de pancomer, colonizador, que ocupa casi un 80% de nuestra producción total. Esta producción se obtiene en áreas casi sin los requisitos ecológicos más apropiados para el cultivo, siendo, por lo tanto, una producción muy por debajo de la potencial. Aunque los requerimientos ambientales ideales para una alta producción de maíz, son:

Temperatura: Entre 19 y 28°C

Precipitación: Alrededor de 500 mm bien distribuidos durante cada cosecha.

Luminosidad: Alta

Suelos: Alta fertilidad, francos, de drenaje entre moderado y rápido.

Altitud: Entre 0 y 1400 metros sobre el nivel del mar,

es posible obtener buenas producciones en lugares en donde las condiciones ecológicas no sean iguales a las anteriores, como es el caso de las tierras altas (clima frío y frío moderado) y de la "zona cafetera" (1200-1700 m). Entonces, en general, los requerimientos básicos para una buena producción en Colombia serán:

1. Semilla: Semillas mejoradas certificadas, de alta adaptabilidad y rendimiento.
2. Suelos: De cualquier serie o cualquiera altitud bien drenados, con buena fertilidad (natural o artificial), con pH entre 6 y 7, francos.

Teniendo como base una buena semilla, suelo apropiado y bien preparado, es posible obtener una buena producción siempre y cuando se tengan los cuidados necesarios con el cultivo durante las cinco etapas básicas de desarrollo de la planta, las cuales son:

1. Siembra a diferenciación floral. Comprende la germinación, el estado de plántula y el crecimiento de las primeras hojas. Entre 0 y 1200 metros de altitud esta etapa comprende las primeras 3-4 semanas. Entre 1200 y 1800 metros entre 4-6 semanas. A altitudes mayores de 1800 metros, entre 6 y 8 semanas. El agua (\pm 150 mm) y la fertilidad del suelo son los requerimientos básicos.
2. Etapa de rápido crecimiento vegetativo, desde los 50 cm de altura de las plantas hasta la floración femenina (aparición de los "cabellos" en la mazorca tierna). En esta época el área foliar aumenta de 5 a 10 veces y el peso de la planta de 50 a 100 veces. Se completa el tamaño de los órganos, se alcanza la máxima estatura y se completa el diámetro del tallo y el área foliar. Una apropiada disponibilidad de nitrógeno

fósforo y potasio y una cantidad básica de agua (+ 150 mm) son absolutamente necesarios. Esta etapa comprende hasta los 65 días a partir de la siembra en climas desde los 0 hasta los 1200 metros. Hasta 80-100 días en alturas desde 1200 hasta 1800 metros; y hasta 230 y más días en los climas fríos.

3. Polinización y fertilización. Comprende el desarrollo de la mazorca joven (ovario con sus óvulos-futuros granos) y del polen. El N, el P, y el K son absolutamente necesarios y deben suministrarse desde las etapas anteriores, en las cantidades apropiadas para cada caso. El agua (+ 100 mm) y la luminosidad son necesarias para translocación de nutrientes y para una eficiente fotosíntesis. Esta etapa comprende entre los 50 y los 70 días desde la siembra en altitudes hasta 1200 m; entre 80 y 120 días desde los 1200 m hasta los 1800 m y entre 180 y 270 días en alturas superiores a los 1800.
4. Producción del grano desde la fertilización a peso seco máximo del grano (maduración fisiológica). El 85% del peso seco del grano puede ser producido en este período. Se necesitan aproximadamente 50-100 mm de agua y una buena luminosidad. Sin embargo, es una etapa menos sensible que las anteriores a factores ambientales porque hay menor división celular y menor nivel de actividad fisiológica de la planta. Esta etapa comprende entre los 55-100 días desde la siembra en altitudes hasta los 1200 m; entre 85 y 120 días entre los 1200 y 1800 m y entre 210-270 días en alturas superiores a los 1800 metros de altitud.
5. Maduración o secamiento del grano y del tallo. Ningún factor ambiental es básico en esta etapa en donde se completa el período vegetativo. Ocurre hasta los 150 días desde la siembra en altitudes hasta los 1200 m. Entre 155-230 días entre 1200 y 1800 m y entre 230 hasta 310 desde los 1800 m.

El Programa de Maíz y Sorgo del ICA convencionalmente ha dividido el país en cinco pisos térmicos. Se han producido maíces mejorados para

todos ellos y se han estado diversificando para obtener amplia adaptación a diferentes nichos ecológicos en todas las altitudes. La semilla disponible por piso térmico es la siguiente:

SERIE	NOMBRE	ENDOSPERMO		DIAS A COSECHA	CENTRO DE ORIGEN
		Color	Textura		
100	ICA V. 105	Amarillo	Cristalino	130	Turipaná
	ICA V. 106*	Amarillo	Cristalino	95	"
	ICA H. 154	Blanco	Cristalino	130	"
200	ICA H. 207	Amarillo	Cristalino	145	Palmira
	ICA H. 208	Amarillo	Opaco	145	"
	ICA H. S. 209	Amarillo	Cristalino	145	"
	ICA H. 210**	Amarillo	Cristalino	145	"
	DIACOL V. 206	Amarillo	Cristalino	125	"
	DIACOL H. 253	Blanco	Cristalino	145	"
	ICA H. 255	Blanco	Opaco	145	"
	PROACOL B- DOBLE 2	Blanco	Cristalino	145	PROACOL (Palmira)
	PROACOL A- DOBLE 6	Amarillo	Cristalino	145	PROACOL (Palmira)
	300	DIACOL V. ETO	Amarillo	Cristalino	165
ICA H. 302		Amarillo	Cristalino	160	" " "
DIACOL V. 351		Blanco	Cristalino	160	" " "
DIACOL H. 352		Blanco	Cristalino	155	" " "
Dulce Medellín+++		Amarillo	Dulce	150	" " "
400	DIACOL H. 401	Amarillo	Cristalino	230	La Selva (Rionegro)
	ICA H. 452	Blanco	Cristalino	235	" " "

SERIE	NOMBRE	ENDOSPERMO		DIAS A COSECHA	CENTRO DE ORIGEN
		Color	Textura		
500	DIACOL H. 501	Amarillo	Harinoso	300	Tibaitatá
	ICA V. 504	Amarillo	Harinoso	300	"
	ICA V. 505+	Amarillo	Harinoso	300	Surbatá
	ICA V. 552++	Blanco	Cristalino	300	Obonuco
	ICA V. 553	Blanco	Cristalino	280	Tibaitatá
	ICA V. 554	Blanco	Cristalino	310	"

* Muy precoz para sembrar en rotación con algodón en la Costa Atlántica

** Maíz enano con el gene braquítico-2

+ Para Boyacá

++ Para Nariño y Cauca

+++ Para consumo en choclo

V = Variedad

H = Híbrido

AREAS PRODUCTORAS Y POTENCIALES

SERIE 100 (Clima Caliente)

Esta serie comprende todas las zonas del país entre 0 y 600 metros sobre el nivel del mar. Tiene una temperatura promedio de aproximadamente 27°C y una precipitación media anual de 1200 mm. Puede dividirse en tres regiones principales:

1. Costa Atlántica: Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia. Aproximadamente hay en explotación 84.000 hectáreas pero tiene un potencial de 200.000 hectáreas casi todas sembradas solo una vez al año con algodón.
2. Centro del país: Magdalena medio (Magdalena, Antioquia, Bolívar, Sucre, Santander), Caldas, Valle del Tolima (Tolima y

Huila). En producción tiene solo 20 mil hectáreas aproximadamente. Tiene un potencial de 150.000 hectáreas ahora no cultivadas o en otros cultivos menos rentables.

3. Llanos Orientales: Caquetá, Meta, Casanare. Son cultivos de pie de monte. Actualmente se explotan alrededor de 25.000 hectáreas. Tiene un potencial superior a las 70.000 hectáreas.

SERIE 200 (Clima Caliente Moderado)

Esta serie comprende todas las zonas agrícolas del país entre 600 y 1200 metros de altitud. Tiene una temperatura media de 24°C y una precipitación media anual de 1200 mm.

El área explotada actualmente comprende zonas en los Valles del Río Cauca, del Risaralda y algo del Ariari. Esa área es de unas 40 mil hectáreas. El potencial es de unas 100 mil hectáreas. El maíz en esta serie tiene que competir con la soya, con la caña de azúcar y con el algodón de fibra larga de exportación. Es por ésto, por lo que el Programa de Maíz y Sorgo está involucrando gran adaptabilidad en el germoplasma mejorado.

SERIE 300 (Clima Medio)

Esta serie comprende toda la tierra cafetera de Colombia entre los 1200 y los 1800 metros de altitud. La temperatura es de unos 20°C en promedio y la precipitación es de unos 1500 mm anuales. Con excepción de unos pocos miles de hectáreas en Risaralda y Quindío todas las demás áreas son de cultivo tradicional que actualmente se calcula en unas 300 mil hectáreas. Casi la totalidad del maíz producido aquí es para consumo directo humano o animal, por lo mismo no es contabilizable y las estadísticas de producción son casi imposible de llevarse. De todas maneras, los maíces mejorados han causado impacto y se ha aumentado la producción.

SERIE 400 (Clima Frío Moderado)

Esta serie comprende las zonas frías moderadas del país entre 1800 y 2200 metros de altitud. La temperatura es de unos 17°C y la precipitación de unos 1500 mm. El área productora cubre casi 50.000 hectáreas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Nariño. Como en la Serie 300, casi la totalidad de la producción es tradicional y es para consumo humano y animal directamente en la finca y no es contabilizable y es casi imposible llevar estadísticas de producción.

SERIE 500 (Clima Frío)

Todas las zonas frías del país entre 2200 y 2800 metros de altitud, están comprendidas aquí. La temperatura y la precipitación son aproximadamente de 13°C y 1200 mm. respectivamente. Comprende unas 50.000 hectáreas en Cundinamarca, Boyacá, Cauca, Nariño. El maíz en esta serie y en la 400, se usa principalmente en "choclo" y para otros usos de consumo humano directo.

Se ha calculado que aproximadamente el 65% del área total sembrada en el país se hace en las Series 300, 400 y 500, casi todas de agricultura tradicional minifundista sin ninguna mecanización.

En la Tabla 1, se muestra el área cultivada, la producción y el rendimiento del maíz por hectárea desde 1948 hasta 1973. El rendimiento por hectárea es el promedio entre el sector mecanizado y el tradicional. En el sector mecanizado, el rendimiento promedio en el país en 1973, fue de 2.310 kg/Ha; este rendimiento ya es uno que puede figurar en el concierto mundial. Aunque en algunas áreas del sector tradicional, (Córdoba, Sucre, Antioquia) el rendimiento se ha aumentado sustancialmente (1.800 + kg/Ha) debido, principalmente, a introgresiones con maíces mejorados, en otros lugares de muy pobre agricultura (Guajira,alta, Nariño, Santander) los rendimientos son muy bajos. Esto dio un promedio de sólo una tonelada por hectárea para 1973.

Desde 1967, se ha intensificado la industrialización del maíz. Desde entonces siempre se ha estado en déficit en la producción, ya que la industria hace uso, principalmente, de la producción del sector mecanizado. Esa tendencia negativa ha ido aumentando (Tabla 2) y se tendrá que recurrir a las importaciones. Un mejor mercadeo interno quizás haga aumentar las áreas y la producción.

En las Tablas 3 y 4, se muestran las áreas y los rendimientos promedios aproximados, por departamentos hasta el año 1969. Es obvia la disponibilidad potencial productora total y por hectárea en todos los departamentos.

AREA CULTIVADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO
DEL MAIZ POR HA
1948 - 1972

TABLA 1

Año	Superficie cultivada Has	Producción (Tons)	Rendimiento por Ha (Tons)
1948	685.000	635.000	0,927
1949	707.180	737.620	1,043
1950	651.600	620.300	0,952
1951	768.000	845.000	1,100
1952	844.000	928.000	1,100
1953	700.000	770.000	1,100
1954	680.000	750.000	1,103
1955	830.479	736.000	0,886
1956	828.235	748.000	0,903
1957	623.997	717.500	1,150
1958	692.587	822.700	1,188
1959	720.732	857.500	1,190
1960	729.634	865.680	1,186
1961	710.830	757.531	1,066
1962	696.900	753.913	1,088
1963	688.760	781.593	1,135
1964	771.604	968.060	1,255
1965	868.867	870.755	1,002
1966	845.770	850.000	1,005
1967	790.000	850.000	1,076
1968	788.500	886.572	1,075
1969	680.700	880.015	1,293
1970	658.000	825.653	1,255
1971	686.500	865.000	1,260
1972	542.000	725.000	1,338
1973	580.000	739.000	1,274

FUENTE : IDEMA - MINAGRICULTURA

TENDENCIA DE LA PRODUCCION Y PROYECCIONES DE
LA DEMANDA DE MAIZ
1969 - 1975
(TONELADAS)

TABLA 2

AÑO	PRODUCCION	DEMANDA
1969	877.100	919.000
1970	883.000	950.000
1971	888.900	982.000
1972	894.800	1'015.000
1973	900.700	1'050.000
1974	906.600	1'085.000
1975	912.500	1'122.000

FUENTE : OPSA. MINAGRICULTURA 1969

Proyecciones de producción y demanda de los principales
productos agropecuarios. 1969-1975.

AREA NACIONAL CULTIVADA POR DEPARTAMENTOS 1958 - 1969

(Hectáreas)

Tabla 3.

DEPARTAMENTOS	1958 ✓	1959	1960	1961	1962 ✓	1963	1964	1965	1966 ✓	1967	1968	1969
antioquia	82.439	89.347	90.449	85.988	82.234	87.520	79.475	139.040	142.794	90.850.	89.000	83.000
atlántico	9.696	8.648	8.025	7.108	6.969	11.020	13.889	14.773	5.076	8.690	9.500	12.000
bolívar	47.778	53.334	53.263	71.083	73.175	61.299	47.068	47.795	50.760	37.920	37.500	36.000
boyacá	72.029	83.604	84.637	54.733	45.299	21.351	33.179	59.961	68.526	66.360	64.500	58.900
caldas	23.547	25.946	21.159	16.349	16.726	48.213	31.636	11.297	7.614	8.690	8.500	5.800
cauca	18.699	14.414	14.592	29.854	32.057	32.371	24.691	33.022	30.456	29.230	29.500	38.000
cekinanamarca	66.488	56.937	65.667	54.733	55.055	38.570	80.247	86.900	62.604	62.410	61.800	56.000
esmeraldas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
guandía	60.255	69.190	70.044	78.902	64.812	62.677	59.414	59.961	45.684	18.960	19.800	16.500
huila	9.003	8.648	8.755	-	11.847	8.593	20.061	-	-	84.530	82.500	74.000
magdalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.160	4.000	6.500
meta	13.858	14.414	16.051	13.505	13.938	11.020	13.117	13.904	13.536	19.750	19.000	9.500
nordeste	52.636	59.100	56.911	44.071	43.905	30.994	43.209	9.559	10.152	11.850	13.500	9.600
noroccidente	47.095	56.937	64.937	47.625	48.086	48.901	52.469	59.961	65.142	30.020	29.800	28.000
putumayo	42.240	35.315	40.859	60.420	59.993	48.213	30.864	37.367	45.684	27.684	28.000	24.000
sanandré	24.240	36.757	37.211	42.649	39.026	24.106	27.006	21.725	40.608	21.330	25.000	32.000
sucre	-	-	-	-	-	-	-	21.725	20.304	26.860	26.500	28.000
tolima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.320	6.500	2.800
valle	52.636	48.289	53.263	66.107	48.086	61.988	42.438	-	-	12.640	13.800	6.500
vaupés	-	-	-	-	-	-	-	41.712	45.684	30.810	29.500	26.000
veraguas	26.396	23.784	13.863	7.819	22.988	8.953	20.061	-	-	37.920	37.500	19.500
zacajá	41.555	36.036	29.914	29.854	32.754	82.651	103.394	154.682	126.054	19.750	19.500	12.900
zulia	-	-	-	-	-	-	-	30.415	42.300	86.110	88.500	50.700
total	692.600	720.700	729.600	710.800	696.900	688.800	771.600	869.000	864.000	790.000	788.500	680.700

FUENTE : IDEMA

RENDIMIENTO POR HECTAREA Y POR DEPARTAMENTOS 1958 - 1969

(Kilogramo por Hectárea)

TABLA 4

DEPARTAMENTOS	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Antioquia	1.297	1.290	1.302	1.101	1.128	1.259	1.303	914	804	824	870	875
Atlántico	1.273	1.190	1.294	1.599	1.731	1.064	1.185	648	837	820	875	1.000
Bolívar	1.102	1.093	1.105	938	999	1.015	1.193	492	1.072	1.044	1.100	1.250
Boyacá	971	1.077	1.033	623	882	1.281	1.400	610	360	593	620	750
Caldas	1.013	1.024	1.023	1.251	1.217	778	918	770	670	690	750	2.327
Caquetá	-	-	-	-	-	-	-	916	703	712	700	750
Cauca	1.276	1.249	1.246	1.015	988	990	1.098	923	893	1.255	1.100	1.350
Cesar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.044	1.100	1.182
Córdoba	1.242	1.264	1.298	1.066	1.058	1.247	1.189	915	1.265	1.100	1.100	1.250
Cundinamarca	1.349	1.401	1.396	1.010	1.000	1.358	1.399	711	882	1.134	1.200	1.250
Chocó	1.006	990	1.088	-	827	910	820	-	-	570	595	650
Guajira	-	-	-	-	-	-	-	689	1.256	937	1.000	1.947
Huila	1.069	1.012	1.025	1.122	1.082	1.135	1.107	929	837	970	1.050	1.500
Magdalena	1.094	1.103	1.080	1.048	1.065	819	1.299	813	1.239	997	1.000	1.000
Meta	1.048	1.000	986	1.400	1.380	1.135	1.199	909	707	705	750	750
Nariño	1.285	1.312	1.314	878	841	859	1.066	842	628	586	600	1.000
N. de Santander	1.018	1.003	732	675	715	1.037	1.075	721	628	698	750	875
Quindío	-	-	-	-	-	-	-	-	-	712	750	2.143
Risaralda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	949	1.000	2.215
Santander	1.188	1.207	1.204	997	1.003	1.009	1.095	814	726	706	750	875
Sucre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	949	1.000	1.946
Tolima	1.217	1.262	1.249	1.259	1.246	1.047	1.303	1.002	1.088	1.124	1.200	2.276
Valle	1.485	1.499	1.505	2.512	2.048	1.390	1.601	1.903	1.962	2.587	2.750	3.391
Otros	-	-	-	-	-	-	1.137	848	670	462	500	625

FUENTE : Cifras deducidas de las informaciones de producción y área cultivada - IDEMA y MINAGRICULTURA