

## EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE RASTROJOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ. LOS CASTILLOS, HERRERA, PANAMÁ, 1996-98.

*Román Gordón M<sup>1</sup>, Jorge Franco<sup>2</sup> y Andrés González<sup>2</sup>*

### RESUMEN

Se realizó un experimento durante tres años consecutivos en Los Castillos, Herrera, República de Panamá. El objetivo de este experimento fue el de evaluar residuos con diferentes relaciones de C/N, bajo distintos niveles de fertilización nitrogenada y su relación con el rendimiento de maíz. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los sistemas evaluados (parcela principal) fueron 1) Rastrojo de Canavalia 2) Rastrojo de canavalia más rastrojo de gramíneas 3) Rastrojo de gramíneas y 4) Parcela sin rastrojos. Los niveles de nitrógeno (sub-parcelas) evaluados fueron 0, 75 y 150 kg /ha. Los resultados del ensayo indicaron que rastrojos con una alta relación de C/N reducen el potencial de rendimiento de grano de maíz, debido al alto consumo de N disponible en el sistema para degradar el mismo. Además, se encontró que la respuesta del maíz a la aplicación de N fue altamente significativa en todos los sistemas evaluados.

**PALABRAS CLAVES:** *Zea mays*; producción; cultivo; rendimiento; residuos de cosecha; abonos nitrogenados; canavalia; Panamá.

### *EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF STUBBLES IN CORN CROP YIELD. LOS CASTILLOS, HERRERA, PANAMA, 1996-98.*

The experiment was carried out during three consecutive years in Los Castillos, Herrera, republic of Panama. The objective of this experiment was to evaluate stubble of different C/N relationships under different levels nitrogen fertilization and its relationships with corn yield. The experimental design was a completely randomized block design in a split-plot arrangement with four repetitions. The system evaluated (principal plot) were (1) Canavalia stubble. (2)

---

<sup>1</sup> Ing. Agrónomo, M.Sc., <sup>2</sup> Agrónomo, IDIAP, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ing. Germán De León", Los Santos, Panamá.

Canavalia plus grass stubble, (3) grass stubble, and (4) no stubble plot. Levels of nitrogen (subplot) were 0, 75 and 150 kg/ha. Experimental results indicated that stubble with a high C/N relationship reduce the potential yield of corn grain due to the high consumption of available N in the system. Furthermore it was found corn response to the application of N was highly significant in all evaluated systems.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años, el IDIAP promovió el uso de la labranza de conservación. Estudios recientes por Herrera y col. (1997) informan de un aumento en la adopción de este sistema por parte de los productores de la Región de Azuero. Adiciones de residuos a los suelos alteran el ciclo del nitrógeno, pudiendo afectar la disponibilidad del N para uso del cultivo. Por esta razón, es importante entender la interacción entre niveles de mantillo y el nitrógeno. Datos encontrados por Zea y Bolaños (1997) sugieren una inmovilización de parte del nitrógeno disponible por la descomposición del residuo o mantillo.

Los abonos verdes se han caracterizado por el uso de leguminosas buscando una mejora en la productividad de los cultivos por la adición de nitrógeno, reciclado más eficiente de nutrientes y una mejora física y biológica del suelo. La mineralización del nitrógeno de las leguminosas, en general, con relaciones bajas de C/N, es rápida, pudiendo ocurrir dentro de una o dos semanas, dependiendo de la temperatura ambiental,

principalmente en el caso de que la biomasa esté formada por muchas hojas (Costa y col., 1993).

En la región se ha evaluado el asocio de maíz con leguminosas, siendo la *Canavalia ensiformis* la más promisoría, por lo que su uso como mantillo para la labranza de conservación debe ser considerada como una alternativa. Costa y col. (1993) reportaron que la composición química de la canavalia es de 3.19% de N, 0.15% de P, 5.62% de K y 50.15% de C, lo cual la caracteriza por tener una de las relaciones más bajas de C/N (15.72) en comparación con otras leguminosas.

Gordón y col. (1997) encontraron que se pueden sustituir más de 150 kg de N, utilizando leguminosas de cobertura. El uso de Canavalia como abono verde fue estudiado por varios autores (Barreto y col., 1992; Gordón y col., 1992, 1993), quienes reportaron que el factor que permitió relacionar la respuesta a nitrógeno, bajo sistemas de abono verde fue la cantidad de N almacenado en la biomasa su-

perficial de cada una de las leguminosas estudiadas.

El objetivo de este ensayo fue el de evaluar residuos con diferentes relaciones de C/N, bajo distintos niveles de fertilización nitrogenada y su relación con el rendimiento de maíz.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Durante tres años consecutivos (1996-98) se sembró un experimento en Los Castillos, provincia de Herrera, República de Panamá, ubicado a 50 msnm, 7°58'02" latitud Norte y 80°36'55" longitud Oeste.

En este ensayo se evaluaron cuatro sistemas con diferentes relaciones de C/N y tres niveles de N. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en un arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los sistemas evaluados (parcela principal) fueron: 1) Rastrojo de canavalia (RCan) 2) Rastrojo de canavalia más rastrojo de gramíneas (RCan+Gram) 3) Rastrojo de gramíneas (RGram) y 4) Parcela sin rastrojos (SRas). Los niveles de N (subparcelas) evaluados fueron: 0, 75 y 150 kg /ha.

Para lograr estos sistemas, en 1996 se sembró una parcela de maíz asociado con canavalia, en surcos continuos y maíz en monocultivo al inicio de lluvias (mayo); a finales de agosto se proce-

dió a cortar todo el forraje, dejándolo sobre la superficie del suelo. En 1997, debido a la escasa precipitación en el área, el rastrojo de maíz se reemplazó por las gramíneas y malezas de hoja ancha predominantes en el área del estudio (*Rotboellia cochinchinensis* y *Baltimora recta*, respectivamente). La parcela de canavalia se sembró a principios del mes de junio, cuando se estableció la época de lluvias. En 1998 se sembró dos parcelas, una de maíz y otra de canavalia; luego se procedió a cortarla en agosto y en septiembre se sembró el ensayo.

El tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos de 5.5 m de largo con una densidad teórica de 5.33 plantas/m<sup>2</sup>. Para obtener esta población, el maíz se sembró a una distancia de 75 cm entre hileras y 50 cm entre golpes, dejando dos plantas por golpe.

Los híbridos utilizados fueron P-8916 (1996), P-9490 (1997) y X-1358K (1998).

Para el control de malezas, se realizó una aplicación al momento de la siembra de la mezcla Gesaprim, Prowl y Round up a razón de 3.0 lt/ha de cada uno.

La fertilización fosfatada se realizó con la aplicación de 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en forma de Super Fosfato Triple al momento de la siembra. En 1996, el 50% de la dosis de N se aplicó al momento

de la siembra, mientras que la otra mitad se aplicó a los 30 días después de la siembra (DDS). Para 1997 y 1998 el fraccionamiento del nitrógeno utilizado fue de 20% a la siembra, 40 y 40% del N a los 21 y 40 dds, respectivamente.

La cantidad de materia seca en el sistema Rcan, al momento de realizar el corte, fue de 6.17, 5.5 y 7.0 t/ha, para los tres años, respectivamente. Esto equivale a incorporar 200.5, 178.5 y 227.5 kg de N/ha, ya que, el porcentaje promedio de nitrógeno de la Canavalia es de 3.25%.

Al momento de la cosecha del ensayo, se contó el número de plantas y mazorcas en la parcela efectiva, además se midió el rendimiento y porcentaje de humedad del grano.

Para estimar el contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca se utilizó un clorofilómetro modelo SPAD-502, Minolta. Esta medida fue tomada en 10 plantas de la parcela efectiva al momento de la floración. La precipitación de esta localidad se observa en el Cuadro 1.

Además del análisis de varianza para todas las variables en estudio, se realizó un análisis de regresión cuadrática del

rendimiento en función de las dosis de N aplicado en forma de urea, para cada sistema.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis de varianza combinado de los tres años indicó que hubo diferencias altamente significativas entre los sistemas estudiados y las dosis de N, para las variables rendimiento de grano (RendG) y de rastrojo (RendR), peso de mazorcas (Pmz), mazorcas por planta (Mzpt), mazorcas por m<sup>2</sup> (Mzm<sup>2</sup>) y porcentaje de N en la hoja (CNit). Se encontró interacción entre los distintos factores bajo estudio, para la variable RendG, pero el mayor porcentaje de

**CUADRO 1. PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm) EN LA LOCALIDAD DE LOS CASTILLOS, 1996-1998.**

Mes	mm de lluvia		
	1996	1997	1998
Mayo	374	0	119
Junio	123	275	51
Julio	105	65	225
Agosto	113	57	183
Septiembre	205	134	184
Octubre	152	158	312
Noviembre	139	157	315
Diciembre	—	12	153
<b>Total</b>	<b>1211</b>	<b>858</b>	<b>1542</b>

**CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO, PESO DE MAZORCA Y MAZORCAS/m<sup>2</sup> EN EL ENSAYO DE EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE RASTROJO, PANAMÁ 1996-98.**

F de V	Cuadrados Medios									
	g.l.	RendG	CNit	MzmZ	PtmZ	Mzpt	Pmz	RendR		
Año	2	57.11**	0.889**	11.252**	6.43**	0.032*	8808**	103.6**		
Rep(Año)	9	0.59	0.084	0.189	0.667	0.004	334	0.417		
Sis	3	11.82**	0.565**	0.284*	0.585 <sup>n.s.</sup>	0.009 <sup>n.s.</sup>	4695**	10.18**		
Sis x Año	6	0.84**	0.334**	0.293*	0.135 <sup>n.s.</sup>	0.012 <sup>a</sup>	210*	2.172**		
SisxRep(Año)	27	0.22	0.027	0.113	0.108	0.006	83.5	0.610		
Nit	2	92.76**	6.689**	2.473**	0.035 <sup>n.s.</sup>	0.129**	34304**	92.51**		
Sis x Nit	6	0.27 <sup>n.s.</sup>	0.050 <sup>a</sup>	0.133 <sup>n.s.</sup>	0.039 <sup>n.s.</sup>	0.006 <sup>n.s.</sup>	102 <sup>n.s.</sup>	0.357 <sup>n.s.</sup>		
Año x Nit	4	0.45 <sup>a</sup>	0.064*	0.618**	0.226 <sup>n.s.</sup>	0.014**	605**	5.164**		
Año x Sis x Nit	12	0.44*	0.044 <sup>n.s.</sup>	0.155 <sup>n.s.</sup>	0.071 <sup>n.s.</sup>	0.004 <sup>n.s.</sup>	88 <sup>n.s.</sup>	0.552 <sup>n.s.</sup>		
Error	72	0.21	0.026	0.153	0.157	0.004	93	0.459		
C.V (%)		9.9	7.4	8.5	8.2	6.7	9.8	12.6		

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup>, <sup>d</sup>, <sup>e</sup>, <sup>f</sup>, <sup>g</sup>, <sup>h</sup>, <sup>i</sup>, <sup>j</sup>, <sup>k</sup>, <sup>l</sup>, <sup>m</sup>, <sup>n</sup>, <sup>o</sup>, <sup>p</sup>, <sup>q</sup>, <sup>r</sup>, <sup>s</sup>, <sup>t</sup>, <sup>u</sup>, <sup>v</sup>, <sup>w</sup>, <sup>x</sup>, <sup>y</sup>, <sup>z</sup>, <sup>aa</sup>, <sup>ab</sup>, <sup>ac</sup>, <sup>ad</sup>, <sup>ae</sup>, <sup>af</sup>, <sup>ag</sup>, <sup>ah</sup>, <sup>ai</sup>, <sup>aj</sup>, <sup>ak</sup>, <sup>al</sup>, <sup>am</sup>, <sup>an</sup>, <sup>ao</sup>, <sup>ap</sup>, <sup>aq</sup>, <sup>ar</sup>, <sup>as</sup>, <sup>at</sup>, <sup>au</sup>, <sup>av</sup>, <sup>aw</sup>, <sup>ax</sup>, <sup>ay</sup>, <sup>az</sup>, <sup>ba</sup>, <sup>bb</sup>, <sup>bc</sup>, <sup>bd</sup>, <sup>be</sup>, <sup>bf</sup>, <sup>bg</sup>, <sup>bh</sup>, <sup>bi</sup>, <sup>bj</sup>, <sup>bk</sup>, <sup>bl</sup>, <sup>bm</sup>, <sup>bn</sup>, <sup>bo</sup>, <sup>bp</sup>, <sup>bq</sup>, <sup>br</sup>, <sup>bs</sup>, <sup>bt</sup>, <sup>bu</sup>, <sup>bv</sup>, <sup>bw</sup>, <sup>bx</sup>, <sup>by</sup>, <sup>bz</sup>, <sup>ca</sup>, <sup>cb</sup>, <sup>cc</sup>, <sup>cd</sup>, <sup>ce</sup>, <sup>cf</sup>, <sup>cg</sup>, <sup>ch</sup>, <sup>ci</sup>, <sup>cj</sup>, <sup>ck</sup>, <sup>cl</sup>, <sup>cm</sup>, <sup>cn</sup>, <sup>co</sup>, <sup>cp</sup>, <sup>cq</sup>, <sup>cr</sup>, <sup>cs</sup>, <sup>ct</sup>, <sup>cu</sup>, <sup>cv</sup>, <sup>cw</sup>, <sup>cx</sup>, <sup>cy</sup>, <sup>cz</sup>, <sup>da</sup>, <sup>db</sup>, <sup>dc</sup>, <sup>dd</sup>, <sup>de</sup>, <sup>df</sup>, <sup>dg</sup>, <sup>dh</sup>, <sup>di</sup>, <sup>dj</sup>, <sup>dk</sup>, <sup>dl</sup>, <sup>dm</sup>, <sup>dn</sup>, <sup>do</sup>, <sup>dp</sup>, <sup>dq</sup>, <sup>dr</sup>, <sup>ds</sup>, <sup>dt</sup>, <sup>du</sup>, <sup>dv</sup>, <sup>dw</sup>, <sup>dx</sup>, <sup>dy</sup>, <sup>dz</sup>, <sup>ea</sup>, <sup>eb</sup>, <sup>ec</sup>, <sup>ed</sup>, <sup>ee</sup>, <sup>ef</sup>, <sup>eg</sup>, <sup>eh</sup>, <sup>ei</sup>, <sup>ej</sup>, <sup>ek</sup>, <sup>el</sup>, <sup>em</sup>, <sup>en</sup>, <sup>eo</sup>, <sup>ep</sup>, <sup>eq</sup>, <sup>er</sup>, <sup>es</sup>, <sup>et</sup>, <sup>eu</sup>, <sup>ev</sup>, <sup>ew</sup>, <sup>ex</sup>, <sup>ey</sup>, <sup>ez</sup>, <sup>fa</sup>, <sup>fb</sup>, <sup>fc</sup>, <sup>fd</sup>, <sup>fe</sup>, <sup>ff</sup>, <sup>fg</sup>, <sup>fh</sup>, <sup>fi</sup>, <sup>fj</sup>, <sup>fk</sup>, <sup>fl</sup>, <sup>fm</sup>, <sup>fn</sup>, <sup>fo</sup>, <sup>fp</sup>, <sup>fq</sup>, <sup>fr</sup>, <sup>fs</sup>, <sup>ft</sup>, <sup>fu</sup>, <sup>fv</sup>, <sup>fw</sup>, <sup>fx</sup>, <sup>fy</sup>, <sup>fz</sup>, <sup>ga</sup>, <sup>gb</sup>, <sup>gc</sup>, <sup>gd</sup>, <sup>ge</sup>, <sup>gf</sup>, <sup>gg</sup>, <sup>gh</sup>, <sup>gi</sup>, <sup>gj</sup>, <sup>gk</sup>, <sup>gl</sup>, <sup>gm</sup>, <sup>gn</sup>, <sup>go</sup>, <sup>gp</sup>, <sup>gq</sup>, <sup>gr</sup>, <sup>gs</sup>, <sup>gt</sup>, <sup>gu</sup>, <sup>gv</sup>, <sup>gw</sup>, <sup>gx</sup>, <sup>gy</sup>, <sup>gz</sup>, <sup>ha</sup>, <sup>hb</sup>, <sup>hc</sup>, <sup>hd</sup>, <sup>he</sup>, <sup>hf</sup>, <sup>hg</sup>, <sup>hh</sup>, <sup>hi</sup>, <sup>hj</sup>, <sup>hk</sup>, <sup>hl</sup>, <sup>hm</sup>, <sup>hn</sup>, <sup>ho</sup>, <sup>hp</sup>, <sup>hq</sup>, <sup>hr</sup>, <sup>hs</sup>, <sup>ht</sup>, <sup>hu</sup>, <sup>hv</sup>, <sup>hw</sup>, <sup>hx</sup>, <sup>hy</sup>, <sup>hz</sup>, <sup>ia</sup>, <sup>ib</sup>, <sup>ic</sup>, <sup>id</sup>, <sup>ie</sup>, <sup>if</sup>, <sup>ig</sup>, <sup>ih</sup>, <sup>ii</sup>, <sup>ij</sup>, <sup>ik</sup>, <sup>il</sup>, <sup>im</sup>, <sup>in</sup>, <sup>io</sup>, <sup>ip</sup>, <sup>iq</sup>, <sup>ir</sup>, <sup>is</sup>, <sup>it</sup>, <sup>iu</sup>, <sup>iv</sup>, <sup>iw</sup>, <sup>ix</sup>, <sup>iy</sup>, <sup>iz</sup>, <sup>ja</sup>, <sup>jb</sup>, <sup>jc</sup>, <sup>jd</sup>, <sup>je</sup>, <sup>jf</sup>, <sup>jj</sup>, <sup>jh</sup>, <sup>ji</sup>, <sup>jj</sup>, <sup>jk</sup>, <sup>jl</sup>, <sup>jm</sup>, <sup>jn</sup>, <sup>jo</sup>, <sup>jp</sup>, <sup>jq</sup>, <sup>jr</sup>, <sup>js</sup>, <sup>jt</sup>, <sup>ju</sup>, <sup>kv</sup>, <sup>kw</sup>, <sup>kx</sup>, <sup>ky</sup>, <sup>kz</sup>, <sup>la</sup>, <sup>lb</sup>, <sup>lc</sup>, <sup>ld</sup>, <sup>le</sup>, <sup>lf</sup>, <sup>lg</sup>, <sup>lh</sup>, <sup>li</sup>, <sup>lj</sup>, <sup>lk</sup>, <sup>ll</sup>, <sup>lm</sup>, <sup>ln</sup>, <sup>lo</sup>, <sup>lp</sup>, <sup>lq</sup>, <sup>lr</sup>, <sup>ls</sup>, <sup>lt</sup>, <sup>lu</sup>, <sup>lv</sup>, <sup>lw</sup>, <sup>lx</sup>, <sup>ly</sup>, <sup>lz</sup>, <sup>ma</sup>, <sup>mb</sup>, <sup>mc</sup>, <sup>md</sup>, <sup>me</sup>, <sup>mf</sup>, <sup>mg</sup>, <sup>mh</sup>, <sup>mi</sup>, <sup>mj</sup>, <sup>mk</sup>, <sup>ml</sup>, <sup>mm</sup>, <sup>mn</sup>, <sup>mo</sup>, <sup>mp</sup>, <sup>mq</sup>, <sup>mr</sup>, <sup>ms</sup>, <sup>mt</sup>, <sup>mu</sup>, <sup>mv</sup>, <sup>mw</sup>, <sup>mx</sup>, <sup>my</sup>, <sup>mz</sup>, <sup>na</sup>, <sup>nb</sup>, <sup>nc</sup>, <sup>nd</sup>, <sup>ne</sup>, <sup>nf</sup>, <sup>ng</sup>, <sup>nh</sup>, <sup>ni</sup>, <sup>nj</sup>, <sup>nk</sup>, <sup>nl</sup>, <sup>nm</sup>, <sup>nn</sup>, <sup>no</sup>, <sup>np</sup>, <sup>nq</sup>, <sup>nr</sup>, <sup>ns</sup>, <sup>nt</sup>, <sup>nu</sup>, <sup>nv</sup>, <sup>nw</sup>, <sup>nx</sup>, <sup>ny</sup>, <sup>nz</sup>, <sup>oa</sup>, <sup>ob</sup>, <sup>oc</sup>, <sup>od</sup>, <sup>oe</sup>, <sup>of</sup>, <sup>og</sup>, <sup>oh</sup>, <sup>oi</sup>, <sup>oj</sup>, <sup>ok</sup>, <sup>ol</sup>, <sup>om</sup>, <sup>on</sup>, <sup>oo</sup>, <sup>op</sup>, <sup>oq</sup>, <sup>or</sup>, <sup>os</sup>, <sup>ot</sup>, <sup>ou</sup>, <sup>ov</sup>, <sup>ow</sup>, <sup>ox</sup>, <sup>oy</sup>, <sup>oz</sup>, <sup>pa</sup>, <sup>pb</sup>, <sup>pc</sup>, <sup>pd</sup>, <sup>pe</sup>, <sup>pf</sup>, <sup>pg</sup>, <sup>ph</sup>, <sup>pi</sup>, <sup>pj</sup>, <sup>pk</sup>, <sup>pl</sup>, <sup>pm</sup>, <sup>pn</sup>, <sup>po</sup>, <sup>pp</sup>, <sup>pq</sup>, <sup>pr</sup>, <sup>ps</sup>, <sup>pt</sup>, <sup>pu</sup>, <sup>pv</sup>, <sup>pw</sup>, <sup>px</sup>, <sup>py</sup>, <sup>pz</sup>, <sup>qa</sup>, <sup>qb</sup>, <sup>qc</sup>, <sup>qd</sup>, <sup>qe</sup>, <sup>qf</sup>, <sup>qg</sup>, <sup>qh</sup>, <sup>qi</sup>, <sup>qj</sup>, <sup>qk</sup>, <sup>ql</sup>, <sup>qm</sup>, <sup>qn</sup>, <sup>qo</sup>, <sup>qp</sup>, <sup>qq</sup>, <sup>qr</sup>, <sup>qs</sup>, <sup>qt</sup>, <sup>qu</sup>, <sup>qv</sup>, <sup>qw</sup>, <sup>qx</sup>, <sup>qy</sup>, <sup>qz</sup>, <sup>ra</sup>, <sup>rb</sup>, <sup>rc</sup>, <sup>rd</sup>, <sup>re</sup>, <sup>rf</sup>, <sup>rg</sup>, <sup>rh</sup>, <sup>ri</sup>, <sup>rj</sup>, <sup>rk</sup>, <sup>rl</sup>, <sup>rm</sup>, <sup>rn</sup>, <sup>ro</sup>, <sup>rp</sup>, <sup>rq</sup>, <sup>rr</sup>, <sup>rs</sup>, <sup>rt</sup>, <sup>ru</sup>, <sup>rv</sup>, <sup>rw</sup>, <sup>rx</sup>, <sup>ry</sup>, <sup>rz</sup>, <sup>sa</sup>, <sup>sb</sup>, <sup>sc</sup>, <sup>sd</sup>, <sup>se</sup>, <sup>sf</sup>, <sup>sg</sup>, <sup>sh</sup>, <sup>si</sup>, <sup>sj</sup>, <sup>sk</sup>, <sup>sl</sup>, <sup>sm</sup>, <sup>sn</sup>, <sup>so</sup>, <sup>sp</sup>, <sup>sq</sup>, <sup>sr</sup>, <sup>ss</sup>, <sup>st</sup>, <sup>su</sup>, <sup>sv</sup>, <sup>sw</sup>, <sup>sx</sup>, <sup>sy</sup>, <sup>sz</sup>, <sup>ta</sup>, <sup>tb</sup>, <sup>tc</sup>, <sup>td</sup>, <sup>te</sup>, <sup>tf</sup>, <sup>tg</sup>, <sup>th</sup>, <sup>ti</sup>, <sup>tj</sup>, <sup>tk</sup>, <sup>tl</sup>, <sup>tm</sup>, <sup>tn</sup>, <sup>to</sup>, <sup>tp</sup>, <sup>tq</sup>, <sup>tr</sup>, <sup>ts</sup>, <sup>tt</sup>, <sup>tu</sup>, <sup>tv</sup>, <sup>tw</sup>, <sup>tx</sup>, <sup>ty</sup>, <sup>tz</sup>, <sup>ua</sup>, <sup>ub</sup>, <sup>uc</sup>, <sup>ud</sup>, <sup>ue</sup>, <sup>uf</sup>, <sup>ug</sup>, <sup>uh</sup>, <sup>ui</sup>, <sup>uj</sup>, <sup>uk</sup>, <sup>ul</sup>, <sup>um</sup>, <sup>un</sup>, <sup>uo</sup>, <sup>up</sup>, <sup>uq</sup>, <sup>ur</sup>, <sup>us</sup>, <sup>ut</sup>, <sup>uu</sup>, <sup>uv</sup>, <sup>uw</sup>, <sup>ux</sup>, <sup>uy</sup>, <sup>uz</sup>, <sup>va</sup>, <sup>vb</sup>, <sup>vc</sup>, <sup>vd</sup>, <sup>ve</sup>, <sup>vf</sup>, <sup>vg</sup>, <sup>vh</sup>, <sup>vi</sup>, <sup>vj</sup>, <sup>vk</sup>, <sup>vl</sup>, <sup>vm</sup>, <sup>vn</sup>, <sup>vo</sup>, <sup>vp</sup>, <sup>vq</sup>, <sup>vr</sup>, <sup>vs</sup>, <sup>vt</sup>, <sup>vu</sup>, <sup>vv</sup>, <sup>vw</sup>, <sup>vx</sup>, <sup>vy</sup>, <sup>vz</sup>, <sup>wa</sup>, <sup>wb</sup>, <sup>wc</sup>, <sup>wd</sup>, <sup>we</sup>, <sup>wf</sup>, <sup>wg</sup>, <sup>wh</sup>, <sup>wi</sup>, <sup>wj</sup>, <sup>wk</sup>, <sup>wl</sup>, <sup>wm</sup>, <sup>wn</sup>, <sup>wo</sup>, <sup>wp</sup>, <sup>wq</sup>, <sup>wr</sup>, <sup>ws</sup>, <sup>wt</sup>, <sup>wu</sup>, <sup>wv</sup>, <sup>ww</sup>, <sup>wx</sup>, <sup>wy</sup>, <sup>wz</sup>, <sup>xa</sup>, <sup>xb</sup>, <sup>xc</sup>, <sup>xd</sup>, <sup>xe</sup>, <sup>xf</sup>, <sup>xg</sup>, <sup>xh</sup>, <sup>xi</sup>, <sup>xj</sup>, <sup>xk</sup>, <sup>xl</sup>, <sup>xm</sup>, <sup>xn</sup>, <sup>xo</sup>, <sup>xp</sup>, <sup>xq</sup>, <sup>xr</sup>, <sup>xs</sup>, <sup>xt</sup>, <sup>xu</sup>, <sup>xv</sup>, <sup>xw</sup>, <sup>xa</sup>, <sup>xb</sup>, <sup>xc</sup>, <sup>xd</sup>, <sup>xe</sup>, <sup>xf</sup>, <sup>xg</sup>, <sup>xh</sup>, <sup>xi</sup>, <sup>xj</sup>, <sup>xk</sup>, <sup>xl</sup>, <sup>xm</sup>, <sup>xn</sup>, <sup>xo</sup>, <sup>xp</sup>, <sup>xq</sup>, <sup>xr</sup>, <sup>xs</sup>, <sup>xt</sup>, <sup>xu</sup>, <sup>xv</sup>, <sup>xw</sup>, <sup>ya</sup>, <sup>yb</sup>, <sup>yc</sup>, <sup>yd</sup>, <sup>ye</sup>, <sup>yf</sup>, <sup>yg</sup>, <sup>yh</sup>, <sup>yi</sup>, <sup>yj</sup>, <sup>yk</sup>, <sup>yl</sup>, <sup>ym</sup>, <sup>yn</sup>, <sup>yo</sup>, <sup>yp</sup>, <sup>yq</sup>, <sup>yr</sup>, <sup>ys</sup>, <sup>yt</sup>, <sup>yu</sup>, <sup>yv</sup>, <sup>yw</sup>, <sup>ya</sup>, <sup>yb</sup>, <sup>yc</sup>, <sup>yd</sup>, <sup>ye</sup>, <sup>yf</sup>, <sup>yg</sup>, <sup>yh</sup>, <sup>yi</sup>, <sup>yj</sup>, <sup>yk</sup>, <sup>yl</sup>, <sup>ym</sup>, <sup>yn</sup>, <sup>yo</sup>, <sup>yp</sup>, <sup>yq</sup>, <sup>yr</sup>, <sup>ys</sup>, <sup>yt</sup>, <sup>yu</sup>, <sup>yv</sup>, <sup>yw</sup>, <sup>za</sup>, <sup>zb</sup>, <sup>zc</sup>, <sup>zd</sup>, <sup>ze</sup>, <sup>zf</sup>, <sup>zg</sup>, <sup>zh</sup>, <sup>zi</sup>, <sup>zj</sup>, <sup>zk</sup>, <sup>zl</sup>, <sup>zm</sup>, <sup>zn</sup>, <sup>zo</sup>, <sup>zp</sup>, <sup>zq</sup>, <sup>zr</sup>, <sup>zs</sup>, <sup>zt</sup>, <sup>zu</sup>, <sup>zv</sup>, <sup>zw</sup>, <sup>zx</sup>, <sup>zy</sup>, <sup>zz</sup>, <sup>aa</sup>, <sup>ab</sup>, <sup>ac</sup>, <sup>ad</sup>, <sup>ae</sup>, <sup>af</sup>, <sup>ag</sup>, <sup>ah</sup>, <sup>ai</sup>, <sup>aj</sup>, <sup>ak</sup>, <sup>al</sup>, <sup>am</sup>, <sup>an</sup>, <sup>ao</sup>, <sup>ap</sup>, <sup>aq</sup>, <sup>ar</sup>, <sup>as</sup>, <sup>at</sup>, <sup>au</sup>, <sup>av</sup>, <sup>aw</sup>, <sup>ax</sup>, <sup>ay</sup>, <sup>az</sup>, <sup>ba</sup>, <sup>bb</sup>, <sup>bc</sup>, <sup>bd</sup>, <sup>be</sup>, <sup>bf</sup>, <sup>bg</sup>, <sup>bh</sup>, <sup>bi</sup>, <sup>bj</sup>, <sup>bk</sup>, <sup>bl</sup>, <sup>bm</sup>, <sup>bn</sup>, <sup>bo</sup>, <sup>bp</sup>, <sup>bq</sup>, <sup>br</sup>, <sup>bs</sup>, <sup>bt</sup>, <sup>bu</sup>, <sup>bv</sup>, <sup>bw</sup>, <sup>bx</sup>, <sup>by</sup>, <sup>bz</sup>, <sup>ca</sup>, <sup>cb</sup>, <sup>cc</sup>, <sup>cd</sup>, <sup>ce</sup>, <sup>cf</sup>, <sup>cg</sup>, <sup>ch</sup>, <sup>ci</sup>, <sup>cj</sup>, <sup>ck</sup>, <sup>cl</sup>, <sup>cm</sup>, <sup>cn</sup>, <sup>co</sup>, <sup>cp</sup>, <sup>cq</sup>, <sup>cr</sup>, <sup>cs</sup>, <sup>ct</sup>, <sup>cu</sup>, <sup>cv</sup>, <sup>cw</sup>, <sup>cx</sup>, <sup>cy</sup>, <sup>cz</sup>, <sup>da</sup>, <sup>db</sup>, <sup>dc</sup>, <sup>dd</sup>, <sup>de</sup>, <sup>df</sup>, <sup>dg</sup>, <sup>dh</sup>, <sup>di</sup>, <sup>dj</sup>, <sup>dk</sup>, <sup>dl</sup>, <sup>dm</sup>, <sup>dn</sup>, <sup>do</sup>, <sup>dp</sup>, <sup>dq</sup>, <sup>dr</sup>, <sup>ds</sup>, <sup>dt</sup>, <sup>du</sup>, <sup>dv</sup>, <sup>dw</sup>, <sup>dx</sup>, <sup>dy</sup>, <sup>dz</sup>, <sup>ea</sup>, <sup>eb</sup>, <sup>ec</sup>, <sup>ed</sup>, <sup>ee</sup>, <sup>ef</sup>, <sup>eg</sup>, <sup>eh</sup>, <sup>ei</sup>, <sup>ej</sup>, <sup>ek</sup>, <sup>el</sup>, <sup>em</sup>, <sup>en</sup>, <sup>eo</sup>, <sup>ep</sup>, <sup>eq</sup>, <sup>er</sup>, <sup>es</sup>, <sup>et</sup>, <sup>eu</sup>, <sup>ev</sup>, <sup>ew</sup>, <sup>ex</sup>, <sup>ey</sup>, <sup>ez</sup>, <sup>fa</sup>, <sup>fb</sup>, <sup>fc</sup>, <sup>fd</sup>, <sup>fe</sup>, <sup>ff</sup>, <sup>fg</sup>, <sup>fh</sup>, <sup>fi</sup>, <sup>fj</sup>, <sup>fk</sup>, <sup>fl</sup>, <sup>fm</sup>, <sup>fn</sup>, <sup>fo</sup>, <sup>fp</sup>, <sup>fq</sup>, <sup>fr</sup>, <sup>fs</sup>, <sup>ft</sup>, <sup>fu</sup>, <sup>fv</sup>, <sup>fw</sup>, <sup>fx</sup>, <sup>fy</sup>, <sup>fz</sup>, <sup>ga</sup>, <sup>gb</sup>, <sup>gc</sup>, <sup>gd</sup>, <sup>ge</sup>, <sup>gf</sup>, <sup>gg</sup>, <sup>gh</sup>, <sup>gi</sup>, <sup>gj</sup>, <sup>gk</sup>, <sup>gl</sup>, <sup>gm</sup>, <sup>gn</sup>, <sup>go</sup>, <sup>gp</sup>, <sup>gq</sup>, <sup>gr</sup>, <sup>gs</sup>, <sup>gt</sup>, <sup>gu</sup>, <sup>gv</sup>, <sup>gw</sup>, <sup>gx</sup>, <sup>gy</sup>, <sup>gz</sup>, <sup>ha</sup>, <sup>hb</sup>, <sup>hc</sup>, <sup>hd</sup>, <sup>he</sup>, <sup>hf</sup>, <sup>hg</sup>, <sup>hi</sup>, <sup>hj</sup>, <sup>hk</sup>, <sup>hl</sup>, <sup>hm</sup>, <sup>hn</sup>, <sup>ho</sup>, <sup>hp</sup>, <sup>hq</sup>, <sup>hr</sup>, <sup>hs</sup>, <sup>ht</sup>, <sup>hu</sup>, <sup>hv</sup>, <sup>hw</sup>, <sup>hx</sup>, <sup>hy</sup>, <sup>hz</sup>, <sup>ia</sup>, <sup>ib</sup>, <sup>ic</sup>, <sup>id</sup>, <sup>ie</sup>, <sup>if</sup>, <sup>ig</sup>, <sup>ih</sup>, <sup>ii</sup>, <sup>ij</sup>, <sup>ik</sup>, <sup>il</sup>, <sup>im</sup>, <sup>in</sup>, <sup>io</sup>, <sup>ip</sup>, <sup>iq</sup>, <sup>ir</sup>, <sup>is</sup>, <sup>it</sup>, <sup>iu</sup>, <sup>iv</sup>, <sup>iw</sup>, <sup>ix</sup>, <sup>iy</sup>, <sup>iz</sup>, <sup>ja</sup>, <sup>jb</sup>, <sup>jc</sup>, <sup>jd</sup>, <sup>je</sup>, <sup>jf</sup>, <sup>jj</sup>, <sup>jh</sup>, <sup>ji</sup>, <sup>jj</sup>, <sup>jk</sup>, <sup>jl</sup>, <sup>jm</sup>, <sup>jn</sup>, <sup>jo</sup>, <sup>jp</sup>, <sup>jq</sup>, <sup>jr</sup>, <sup>js</sup>, <sup>jt</sup>, <sup>ju</sup>, <sup>kv</sup>, <sup>kw</sup>, <sup>kx</sup>, <sup>ky</sup>, <sup>kz</sup>, <sup>la</sup>, <sup>lb</sup>, <sup>lc</sup>, <sup>ld</sup>, <sup>le</sup>, <sup>lf</sup>, <sup>lg</sup>, <sup>lh</sup>, <sup>li</sup>, <sup>lj</sup>, <sup>lk</sup>, <sup>ll</sup>, <sup>lm</sup>, <sup>ln</sup>, <sup>lo</sup>, <sup>lp</sup>, <sup>lq</sup>, <sup>lr</sup>, <sup>ls</sup>, <sup>lt</sup>, <sup>lu</sup>, <sup>lv</sup>, <sup>lw</sup>, <sup>lx</sup>, <sup>ly</sup>, <sup>lz</sup>, <sup>ma</sup>, <sup>mb</sup>, <sup>mc</sup>, <sup>md</sup>, <sup>me</sup>, <sup>mf</sup>, <sup>mg</sup>, <sup>mh</sup>, <sup>mi</sup>, <sup>mj</sup>, <sup>mk</sup>, <sup>ml</sup>, <sup>mm</sup>, <sup>mn</sup>, <sup>mo</sup>, <sup>mp</sup>, <sup>mq</sup>, <sup>mr</sup>, <sup>ms</sup>, <sup>mt</sup>, <sup>mu</sup>, <sup>mv</sup>, <sup>mw</sup>, <sup>sx</sup>, <sup>sy</sup>, <sup>sz</sup>, <sup>ta</sup>, <sup>tb</sup>, <sup>tc</sup>, <sup>td</sup>, <sup>te</sup>, <sup>tf</sup>, <sup>tg</sup>, <sup>th</sup>, <sup>ti</sup>, <sup>tj</sup>, <sup>tk</sup>, <sup>tl</sup>, <sup>tm</sup>, <sup>tn</sup>, <sup>to</sup>, <sup>tp</sup>, <sup>tq</sup>, <sup>tr</sup>, <sup>ts</sup>, <sup>tt</sup>, <sup>tu</sup>, <sup>tv</sup>, <sup>tw</sup>, <sup>tx</sup>, <sup>ty</sup>, <sup>tz</sup>, <sup>ua</sup>, <sup>ub</sup>, <sup>uc</sup>, <sup>ud</sup>, <sup>ue</sup>, <sup>uf</sup>, <sup>ug</sup>, <sup>uh</sup>, <sup>ui</sup>, <sup>uj</sup>, <sup>uk</sup>, <sup>ul</sup>, <sup>um</sup>, <sup>un</sup>, <sup>uo</sup>, <sup>up</sup>, <sup>uq</sup>, <sup>ur</sup>, <sup>us</sup>, <sup>ut</sup>, <sup>uu</sup>, <sup>uv</sup>, <sup>uw</sup>, <sup>va</sup>, <sup>vb</sup>, <sup>vc</sup>, <sup>vd</sup>, <sup>ve</sup>, <sup>vf</sup>, <sup>vg</sup>, <sup>vh</sup>, <sup>vi</sup>, <sup>vj</sup>, <sup>vk</sup>, <sup>vl</sup>, <sup>vm</sup>, <sup>vn</sup>, <sup>vo</sup>, <sup>vp</sup>, <sup>vq</sup>, <sup>vr</sup>, <sup>vs</sup>, <sup>vt</sup>, <sup>vu</sup>, <sup>vv</sup>, <sup>vw</sup>, <sup>xa</sup>, <sup>xb</sup>, <sup>xc</sup>, <sup>xd</sup>, <sup>xe</sup>, <sup>xf</sup>, <sup>xg</sup>, <sup>xh</sup>, <sup>xi</sup>, <sup>xj</sup>, <sup>xk</sup>, <sup>xl</sup>, <sup>xm</sup>, <sup>xn</sup>, <sup>xo</sup>, <sup>xp</sup>, <sup>xq</sup>, <sup>xr</sup>, <sup>xs</sup>, <sup>xt</sup>, <sup>xu</sup>, <sup>xv</sup>, <sup>xw</sup>, <sup>ya</sup>, <sup>yb</sup>, <sup>yc</sup>, <sup>yd</sup>, <sup>ye</sup>, <sup>yf</sup>, <sup>yg</sup>, <sup>yh</sup>, <sup>yi</sup>, <sup>yj</sup>, <sup>yk</sup>, <sup>yl</sup>, <sup>ym</sup>, <sup>yn</sup>, <sup>yo</sup>, <sup>yp</sup>, <sup>yq</sup>, <sup>yr</sup>, <sup>ys</sup>, <sup>yt</sup>, <sup>yu</sup>, <sup>yv</sup>, <sup>yw</sup>, <sup>za</sup>, <sup>zb</sup>, <sup>zc</sup>, <sup>zd</sup>, <sup>ze</sup>, <sup>zf</sup>, <sup>zg</sup>, <sup>zh</sup>, <sup>zi</sup>, <sup>zj</sup>, <sup>zk</sup>, <sup>zl</sup>, <sup>zm</sup>, <sup>zn</sup>, <sup>zo</sup>, <sup>zp</sup>, <sup>zq</sup>, <sup>zr</sup>, <sup>zs</sup>, <sup>zt</sup>, <sup>zu</sup>, <sup>zv</sup>, <sup>zw</sup>, <sup>zx</sup>, <sup>zy</sup>, <sup>zz</sup>, <sup>aa</sup>, <sup>ab</sup>, <sup>ac</sup>, <sup>ad</sup>, <sup>ae</sup>, <sup>af</sup>, <sup>ag</sup>, <sup>ah</sup>, <sup>ai</sup>, <sup>aj</sup>, <sup>ak</sup>, <sup>al</sup>, <sup>am</sup>, <sup>an</sup>, <sup>ao</sup>, <sup>ap</sup>, <sup>aq</sup>, <sup>ar</sup>, <sup>as</sup>, <sup>at</sup>, <sup>au</sup>, <sup>av</sup>, <sup>aw</sup>, <sup>ax</sup>, <sup>ay</sup>, <sup>az</sup>, <sup>ba</sup>, <sup>bb</sup>, <sup>bc</sup>, <sup>bd</sup>, <sup>be</sup>, <sup>bf</sup>, <sup>bg</sup>, <sup>bh</sup>, <sup>bi</sup>, <sup>bj</sup>, <sup>bk</sup>, <sup>bl</sup>, <sup>bm</sup>, <sup>bn</sup>, <sup>bo</sup>, <sup>bp</sup>, <sup>bq</sup>, <sup>br</sup>, <sup>bs</sup>, <sup>bt</sup>, <sup>bu</sup>, <sup>bv</sup>, <sup>bw</sup>, <sup>bx</sup>, <sup>by</sup>, <sup>bz</sup>, <sup>ca</sup>, <sup>cb</sup>, <sup>cc</sup>, <sup>cd</sup>, <sup>ce</sup>, <sup>cf</sup>, <sup>cg</sup>, <sup>ch</sup>, <sup>ci</sup>, <sup>cj</sup>, <sup>ck</sup>, <sup>cl</sup>, <sup>cm</sup>, <sup>cn</sup>, <sup>co</sup>, <sup>cp</sup>, <sup>cq</sup>, <sup>cr</sup>, <sup>cs</sup>, <sup>ct</sup>, <sup>cu</sup>, <sup>cv</sup>, <sup>cw</sup>, <sup>cx</sup>, <sup>cy</sup>, <sup>cz</sup>, <sup>da</sup>, <sup>db</sup>, <sup>dc</sup>, <sup>dd</sup>, <sup>de</sup>, <sup>df</sup>, <sup>dg</sup>, <sup>dh</sup>, <sup>di</sup>, <sup>dj</sup>, <sup>dk</sup>, <sup>dl</sup>, <sup>dm</sup>, <sup>dn</sup>, <sup>do</sup>, <sup>dp</sup>, <sup>dq</sup>, <sup>dr</sup>, <sup>ds</sup>, <sup>dt</sup>, <sup>du</sup>, <sup>dv</sup>, <sup>dw</sup>, <sup>dx</sup>, <sup>dy</sup>, <sup>dz</sup>, <sup>ea</sup>, <sup>eb</sup>, <sup>ec</sup>, <sup>ed</sup>, <sup>ee</sup>, <sup>ef</sup>, <sup>eg</sup>, <sup>eh</sup>, <sup>ei</sup>, <sup>ej</sup>, <sup>ek</sup>, <sup>el</sup>, <sup>em</sup>, <sup>en</sup>, <sup>eo</sup>, <sup>ep</sup>, <sup>eq</sup>, <sup>er</sup>, <sup>es</sup>, <sup>et</sup>, <sup>eu</sup>, <sup>ev</sup>, <sup>ew</sup>, <sup>ex</sup>, <sup>ey</sup>, <sup>ez</sup>, <sup>fa</sup>, <sup>fb</sup>, <sup>fc</sup>, <sup>fd</sup>, <sup>fe</sup>, <sup>ff</sup>, <sup>fg</sup>, <sup>fh</sup>, <sup>fi</sup>, <sup>fj</sup>, <sup>fk</sup>, <sup>fl</sup>, <sup>fm</sup>, <sup>fn</sup>, <sup>fo</sup>, <sup>fp</sup>, <sup>fq</sup>, <sup>fr</sup>, <sup>fs</sup>, <sup>ft</sup>, <sup>fu</sup>, <sup>fv</sup>, <sup>fw</sup>, <sup>fx</sup>, <sup>fy</sup>, <sup>fz</sup>, <sup>ga</sup>, <sup>gb</sup>, <sup>gc</sup>, <sup>gd</sup>, <sup>ge</sup>, <sup>gf</sup>, <sup>gg</sup>, <sup>gh</sup>, <sup>gi</sup>, <sup>gj</sup>, <sup>gk</sup>, <sup>gl</sup>, <sup>gm</sup>, <sup>gn</sup>, <sup>go</sup>, <sup>gp</sup>, <sup>gq</sup>, <sup>gr</sup>, <sup>gs</sup>, <sup>gt</sup>, <sup>gu</sup>, <sup>gv</sup>, <sup>gw</sup>, <sup>gx</sup>, <sup>gy</sup>, <sup>gz</sup>, <sup>ha</sup>, <sup>hb</sup>, <sup>hc</sup>, <sup>hd</sup>, <sup>he</sup>, <sup>hf</sup>, <sup>hg</sup>, <sup>hi</sup>, <sup>hj</sup>, <sup>hk</sup>, <sup>hl</sup>, <sup>hm</sup>, <sup>hn</sup>, <sup>ho</sup>, <sup>hp</sup>, <sup>hq</sup>, <sup>hr</sup>, <sup>hs</sup>, <sup>ht</sup>, <sup>hu</sup>, <sup>hv</sup>, <sup>hw</sup>, <sup>hx</sup>, <sup>hy</sup>, <sup>hz</sup>, <sup>ia</sup>, <sup>ib</sup>, <sup>ic</sup>, <sup>id</sup>, <sup>ie</sup>, <sup>if</sup>, <sup>ig</sup>, <sup>ih</sup>, <sup>ii</sup>, <sup>ij</sup>, <sup>ik</sup>, <sup>il</sup>, <sup>im</sup>, <sup>in</sup>, <sup>io</sup>, <sup>ip</sup>, <sup>iq</sup>, <sup>ir</sup>, <sup>is</sup>, <sup>it</sup>, <sup>iu</sup>, <sup>iv</sup>, <sup>iw</sup>, <sup>ix</sup>, <sup>iy</sup>, <sup>iz</sup>, <sup>ja</sup>, <sup>jb</sup>, <sup>jc</sup>, <sup>jd</sup>, <sup>je</sup>, <sup>jf</sup>, <sup>jj</sup>, <sup>jh</sup>, <sup>ji</sup>, <sup>jj</sup>, <sup>jk</sup>, <sup>jl</sup>, <sup>jm</sup>, <sup>jn</sup>, <sup>jo</sup>, <sup>jp</sup>, <sup>jq</sup>, <sup>jr</sup>, <sup>js</sup>, <sup>jt</sup>, <sup>ju</sup>, <sup>kv</sup>, <sup>kw</sup>, <sup>kx</sup>, <sup>ky</sup>, <sup>kz</sup>, <sup>la</sup>, <sup>lb</sup>, <sup>lc</sup>, <sup>ld</sup>, <sup>le</sup>, <sup>lf</sup>, <sup>lg</sup>, <sup>lh</sup>, <sup>li</sup>, <sup>lj</sup>, <sup>lk</sup>, <sup>ll</sup>, <sup>lm</sup>, <sup>ln</sup>, <sup>lo</sup>, <sup>lp</sup>, <sup>lq</sup>, <sup>lr</sup>, <sup>ls</sup>, <sup>lt</sup>, <sup>lu</sup>, <sup>lv</sup>, <sup>lw</sup>, <sup>lx</sup>, <sup>ly</sup>, <sup>lz</sup>, <sup>ma</sup>, <sup>mb</sup>, <sup>mc</sup>, <sup>md</sup>, <sup>me</sup>, <sup>mf</sup>, <sup>mg</sup>, <sup>mh</sup>, <sup>mi</sup>, <sup>mj</sup>, <sup>mk</sup>, <sup>ml</sup>, <sup>mm</sup>, <sup>mn</sup>, <sup>mo</sup>, <sup>mp</sup>, <sup>mq</sup>, <sup>mr</sup>, <sup>ms</sup>, <sup>mt</sup>, <sup>mu</sup>, <sup>mv</sup>, <sup>mw</sup>, <sup>sx</sup>, <sup>sy</sup>, <sup>sz</sup>, <sup>ta</sup>, <sup>tb</sup>, <sup>tc</sup>, <sup>td</sup>, <sup>te</sup>, <sup>tf</sup>, <sup>tg</sup>, <sup>th</sup>, <sup>ti</sup>, <sup>tj</sup>, <sup>tk</sup>, <sup>tl</sup>, <sup>tm</sup>, <sup>tn</sup>, <sup>to</sup>, <sup>tp</sup>, <sup>tq</sup>, <sup>tr</sup>, <sup>ts</sup>, <sup>tt</sup>, <sup>tu</sup>, <sup>tv</sup>, <sup>tw</sup>, <sup>tx</sup>, <sup>ty</sup>, <sup>tz</sup>, <sup>ua</sup>, <sup>ub</sup>, <sup>uc</sup>, <sup>ud</sup>, <sup>ue</sup>, <sup>uf</sup>, <sup>ug</sup>, <sup>uh</sup>, <sup>ui</sup>, <sup>uj</sup>, <sup>uk</sup>, <sup>ul</sup>, <sup>um</sup>, <sup>un</sup>, <sup>uo</sup>, <sup>up</sup>, <sup>uq</sup>, <sup>ur</sup>, <sup>us</sup>, <sup>ut</sup>, <sup>uu</sup>, <sup>uv</sup>, <sup>uw</sup>, <sup>va</sup>, <sup>vb</sup>, <sup>vc</sup>, <sup>vd</sup>, <sup>ve</sup>, <sup>vf</sup>, <sup>vg</sup>, <sup>vh</sup>, <sup>vi</sup>, <sup>vj</sup>, <sup>vk</sup>,

la varianza en el ANOVA se observó en el componente nitrógeno, indicando de esta manera que fue el factor de mayor importancia, seguido por el efecto encontrado a través de los años (Cuadro 2).

Tanto en el rendimiento de grano como en el contenido de N en la hoja y peso de mazorcas los mayores valores se observaron en el sistema RCan seguido por RCan + Gram y estos dos superaron significativamente a los sistemas sin rotación de la leguminosa (SRas y RGra) (Cuadro 3).

Al comparar los sistemas que contienen rastrojos de gramíneas (RCan + Gram vs RGram) se encontró que el sistema que contiene Canavalia y gramínea superó en 0.78 t/ha al sistema con rastrojo de gramíneas como único mantillo. Esto demuestra el beneficio de incorporar la Canavalia, es decir, al reducir la relación C/N con el uso de las leguminosas se incrementó el rendimiento de grano. Esto también se observó cuando se compararon los sistemas RCan vs RCan + Gram, en donde el primero superó al segundo en 0.24 t/ha. Al no obtener diferencias significativas entre el número de plantas/m<sup>2</sup> se puede concluir que la diferencia en rendimiento en los sis-

temas que involucraron Canavalia se debe a la mejor eficiencia en el llenado de mazorcas (productividad).

El contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca en los distintos sistemas fue incrementándose a medida que se aumentó los niveles N. El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias significativas para este factor. Todos los sistemas tuvieron una respuesta de manera similar, pero en el sistema RGram se encontraron los valores más bajos, mien-

**CUADRO 3. RESULTADO DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y OTROS COMPONENTES. LOS CASTILLOS, PANAMÁ. 1996-1998.**

Sistema	Dosis de N (kg/ha)			Prom.
	0	75	150	
	<b>Rendimiento Grano (t/ha)</b>			
RGram	2.41	4.81	5.02	4.08
SRas	2.64	4.66	5.40	4.23
RCan+Gram	3.40	5.47	6.16	5.01
RCan	3.83	5.68	6.23	5.25
	<b>Peso mazorca (g)</b>			
RGram	55.2	101.9	106.5	87.91
SRas	58.9	99.3	112.4	90.23
RCan+Gram	77.0	112.8	127.7	105.9
RCan	82.6	120.9	129.5	111.0
	<b>Rendimiento Rastrojo (t/ha)</b>			
RGram	3.42	5.33	6.24	4.99
SRas	3.23	5.15	6.05	4.81
RCan+Gram	4.29	5.79	7.21	5.76
RCan	4.50	6.16	6.91	4.87
	<b>Contenido de N en la hoja (%)</b>			
RGram	1.70	2.18	2.24	2.04
SRas	1.71	2.36	2.55	2.22
RCan+Gram	1.81	2.36	2.52	2.23
RCan	1.91	2.44	2.67	2.34

tras que el sistema RCan presentó los mayores porcentajes de N en la hoja (Cuadro 3).

Tanto en 1996 como en 1998 (años con buena precipitación pluvial), el sistema sin rastrojo (SRas) rindió 0.50 y 0.09 t/ha más que el sistema RGram. En el año 1997 (año con menor precipitación) el resultado fue inverso, siendo el sistema SRas superado en 0.14 t/ha por el sistema RGram (Cuadro 4). Esta respuesta se ha podido dar, por los beneficios positivos que tiene el rastrojo en lo que se refiere a conservación de la humedad. El resultado de los años 96 y 98 es similar a los resultados obtenidos por Zea y Bolaños (1997), en donde el mantillo de maíz tiene una interacción negativa con el rendimiento de grano, principalmente a dosis bajas de nitrógeno. Esto se explica por la inmovilización del N aplicado al cultivo

por parte del rastrojo de maíz (relación C/N alta).

El efecto de los años fue el factor con mayor varianza después del efecto de nitrógeno para las variables RendG, CNit, Mzm<sup>2</sup> y Ptm<sup>2</sup>. El rendimiento de grano aumentó, tanto para los sistemas como para los niveles de N evaluados. Cabe señalar que, a pesar del mayor rendimiento a través de los años, la proporción o diferencia encontrada entre las dosis de N es similar en los tres años (Cuadro 4).

En cuanto a las variables del componente del rendimiento de grano, se observó que en el sistema RGram se encontró el menor número de mazorcas/m<sup>2</sup>. El análisis de varianza de esta variable mostró diferencias significativas con respecto a los otros tres sistemas. Los componentes del rendimiento como lo son plantas/m<sup>2</sup> y el número de ma-

zorcas/plantas presentaron valores muy similares a través de los distintos sistemas (Cuadro 5).

**CUADRO 4. RENDIMIENTO DE GRANO POR SISTEMAS Y NIVELES DE N, SEGÚN AÑO. LOS CASTILLOS, PANAMÁ. 1996-1998.**

Sistemas	1996	1997	1998	Prom.
RGram	2.82	3.90	5.53	4.08
SRas	3.32	3.76	5.62	4.23
RCan+Gram	4.26	4.71	5.27	5.01
RCan	4.56	4.98	5.25	5.25
<b>Promedio</b>	3.74	4.34	5.42	
<b>Niveles N</b>				
0	2.07	2.66	4.06	3.07
75	4.24	4.86	5.87	5.15
150	4.90	5.49	6.31	5.70

### **Análisis de Regresión**

El resultado del análisis de regresión cuadrática de la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de N por sistema, en cada año, se observa en el Cuadro 6. Los coeficientes de regresión obtenidos en el análisis combinado en cada siste-

**CUADRO 6. VALORES PARA LA CURVA DE RESPUESTA DE RENDIMIENTO DE GRANO EN FUNCIÓN DE LAS DOSIS DE N APLICADA. LOS CASTILLOS, 1996-1998.**

Sistemas	Int.	$b_0$	$b_1$	$R^2$	Dosis óptima de N	Rend Máximo
<b>RGram</b>	96	46.49**	-0.217**	0.92	107	3.851
	97	56.61**	-0.251**	0.93	118	5.317
	98	40.86**	-0.115 <sup>a</sup>	0.79	146	6.542
Combinado	2408**	46.57**	-0.194*	0.48	120	5.023
<b>SRas</b>	96	42.48**	-0.152*	0.84	139	4.522
	97	37.72**	-0.110*	0.90	171	5.192
	98	44.01**	-0.079*	0.89	166	6.573
Combinado	2638**	35.46**	-0.114 <sup>n.s.</sup>	0.52	155	5.395
<b>RCan+Gram</b>	96	29.43**	-0.075*	0.91	208	6.183
	97	33.21**	-0.068*	0.83	198	5.993
	98	45.55**	-0.208*	0.84	111	7.112
Combinado	3402**	36.71**	-0.122 <sup>n.s.</sup>	0.61	150	6.164
<b>RCan</b>	96	30.55**	-0.075*	0.92	196	5.942
	97	35.69**	-0.131*	0.79	134	5.919
	98	48.51**	-0.142*	0.90	126	7.109
Combinado	3825**	33.45	-0.116 <sup>n.s.</sup>	0.61	144	6.236

<sup>a</sup>, <sup>\*\*</sup> se refiere a P<F al 10, 5 y 1% de significancia, respectivamente. <sup>n.s.</sup> Se refiere a no significativo

**CUADRO 5. NÚMERO DE PLANTAS Y MAZORCAS POR METRO CUADRADO Y MAZORCAS POR PLANTA. LOS CASTILLOS, 1996-1998.**

Sistemas	Dosis de N (kg/ha)			
	0	75	150	Prom
<b>Plantas/m<sup>2</sup></b>				
RGram	4.83	4.83	4.70	4.79
SRas	4.88	4.76	4.79	4.81
RCan+Gram	4.82	4.88	4.88	4.86
RCan	1.91	4.83	4.87	4.87
<b>Mazorcas/m<sup>2</sup></b>				
RGram	4.18	4.69	4.66	4.51
SRas	4.26	4.67	4.78	4.57
RCan+Gram	4.36	4.83	4.83	4.67
RCan	4.61	4.69	4.81	4.70
<b>Mazorcas/planta</b>				
RGram	0.87	0.97	0.99	0.94
SRas	0.87	0.99	0.99	0.95
RCan+Gram	0.90	0.99	0.99	0.96
RCan	0.94	0.97	0.99	0.96

ma es menor que el análisis por año. Este resultado implica que la respuesta observada en cada año ha variado, por lo que, el análisis combinado no expresa la mejor respuesta. Sumado a esto, se observó que los coeficientes  $b_0$  y  $b_1$ , presentaron significancias estadísticas menores del 10% en el análisis por año, mientras que en el combinado, el coeficiente de la respuesta cuadrática ( $b_2$ ) no fue significativo.

Con relación a la dosis de N que optimiza el rendimiento, se observó que tanto en el sistema sin rastrojo, como en el sistema de rastrojo de

gramíneas, el valor de esta dosis ha presentado una tendencia de aumentar a través de los años. Por el contrario, en los sistemas que involucran Canavalia (RCan y RCan + Gram), la tendencia de esta dosis ha sido la de disminuir a través de los años. Las implicaciones que tiene este resultado sugieren que la Canavalia ha ido mejorando el suelo, de tal forma que el rendimiento máximo se obtuvo con menos N, lo que se refleja en una disminución en los costos de producción.

#### **Análisis Económico**

Se realizó el análisis económico a cada sistema por año. Para esto se utilizó la metodología de Jauregui y Saín (1990), en donde se igualó la primera derivada de la ecuación de respuesta a la relación de precios relevantes. Para este análisis, el precio de campo de un kg de N y maíz fue de 0.72 y 0.19 balboas, respectivamente, en tanto que la tasa mínima de retorno de los agricultores del área durante el ciclo del cultivo fue de 15%.

El cálculo de la dosis óptima económica de nitrógeno en la regresión cuadrática en los sistemas que incluyen Canavalia indicó que ésta disminuyó a través de los años, mientras que los sistemas SRas y RGram aumentó. Este

CUADRO 7. ANÁLISIS ECONÓMICO MARGINAL DE LA EVALUACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE RESIDUOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ. LOS CASTILLOS, 1996-1998.

	N Econ	Rend	Ing. Bruto	Costo N	Costo Can	Costo Total	Ing. Neto	TMR
1996								
RGram	97.1	3.829	727.53	69.90	0.00	69.90	657.64	
SRas	125.4	4.491	853.25	90.29	0.00	90.29	762.96	516.5
RCan	167.1	5.879	1116.97	120.35	36.00	156.35	960.62	299.2
RCan+Gram	183.9	6.130	1164.68	132.40	36.00	168.40	996.28	295.8
1997								
RGram	110.1	5.298	1006.67	79.25	0.00	79.25	927.43	
SRas	151.6	5.148	978.21	109.19	0.00	109.19	869.02	d
RCan	117.3	5.883	1117.69	84.45	36.00	120.45	997.24	169.4
RCan+Gram	165.8	5.923	1125.46	119.39	36.00	155.39	970.07	218.7
1998								
RGram	127.2	6.500	1235.08	91.57	0.00	91.57	1143.51	
RCan+Gram	100.4	7.089	1346.86	72.28	36.00	108.28	1238.58	569.0
SRas	138.2	6.513	1237.50	99.53	0.00	99.53	1137.97	d
RCan	110.7	7.075	1344.29	79.74	36.00	115.74	1228.56	d

d Tratamiento dominado

cambio a través de los años influyó en el costo total por sistemas. En el Cuadro 7 se observa como en los dos primeros años el orden en relación con los costos de los sistemas no varió, ya que para 1998, el sistema RCan + Gram pasó de ser el más costoso al segundo más barato.

El resultado del análisis de retorno marginal se encuentra en el Cuadro 7. En el primer año, los sistemas que involucran la Canavalia tuvieron una Tasa Marginal de Retorno (TMR) muy cercana al 300%, pero fueron superadas por el sistema SRas con una TMR de 516.5%. El análisis del segundo año indicó que estos sistemas fueron los más rentables y dominaron al sistema SRas. En el tercer año nuevamente sobresalió el sistema RCan + Gram siendo el más rentable (TMR=569%). Este resultado indica que debido a la disminución en las dosis óptimas de N y el incremento en el potencial de rendimiento en los sistemas con Canavalia, éstos se toman más rentables después de siembras continuas en el mismo terreno. Esto sugiere que para realizar un análisis económico a este tipo de ensayos, se debe realizar de mediano a largo plazo, ya que, después de un solo año se pueden llegar a conclusiones erradas.

## CONCLUSIONES

- Rastrojos con una alta relación de C/N reducen el potencial de rendimiento de grano de maíz.
- En los sistemas que involucran Canavalia la dosis óptima de Nitrógeno tiende a reducir a través de los años.
- En los sistemas de rastrojo de gramíneas y sin rastrojos la dosis que optimiza el rendimiento de grano tendió a aumentar a través de los años.
- La respuesta del maíz a la aplicación de N fue altamente significativa en todos los sistemas evaluados.
- Los sistemas que involucran Canavalia son más rentables a través de los años.

## BIBLIOGRAFÍA

- COSTA, M.B. da. 1993. Adubação verde no sul do Brasil, 2a Edição. Rio de Janeiro AS-PTA. 346 p.

- GORDÓN, R.; FRANCO, J.; DE GRACIA, N.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, A.; DE HERRERA, A.; BOLAÑOS, J. 1993. Respuesta del Maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con Canavalia y Mucuna, bajo dos tipos de labranza. Río Hato, Panamá, 1992-1993. *En Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*, Vol. 4. pp. 106-110.
- GORDÓN, R.; FRANCO, J.; DE GRACIA, N.; GONZÁLEZ, A. 1994. Respuesta del Maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con Canavalia y Mucuna, bajo dos tipos de labranza. Río Hato, Panamá. 1993-1994. (En edición). 11 p.
- HERRERA, A. P. DE; SAÍN, G.; VILLARREAL, G. 1997. Estudio de adopción de la labranza de conservación en el cultivo de Maíz en la Región de Azuero, Panamá, 1994. *En Síntesis de resultados experimentales del PRM*, 1993 - 1995. Vol. 5. pp. 198-220.
- JAUREGUI, M. A.; SAÍN, G. E. 1990. Continuous economic analysis of crop response to fertilizer in on farm research, CIMMYT. México, D.F. 125 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Tropical Legumes Resources for the future. Washington, D.C. pp. 292-332.
- YOST, R.S.; EVANS, D. O.; SAIDY, N. A. 1985. Tropical legumes for N production growth and N content in relation to soil pH. *Trop. Agric. (Trinidad)* 62: 20 - 24.
- ZEA, J. L.; BOLAÑOS, J. 1997. El uso de rastrojo de Maíz como mantillo superficial y sus implicaciones en la economía del Nitrógeno. *En Síntesis de resultados experimentales del PRM*, 1993-1995. Vol. 5. pp. 154-158.