

# *Poderosa Arma Contra*

## **PARTE V**

### **Consideraciones Agronómicas**

Por Ricardo Rodríguez, Ing. Agr.<sup>1</sup>,  
Marco A. Quiñones, Ing. Agr.<sup>1</sup>,  
Norman E. Borlaug, Ph. D.<sup>2</sup>,  
e Ignacio Narváez, Ph. D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Miembros del Departamento de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Gobierno de México.

<sup>2</sup>Miembros del personal del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo—una dependencia mancomunada de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Gobierno de México y de la Fundación Rockefeller.



**La asombrosa producción de trigo lograda en México se atribuye a las cualidades de las variedades enanas y semi-enanas desarrolladas en el país; los investigadores están trabajando con híbridos resistentes a las enfermedades del tizón (chauixtle) o roya, desgrane y acame**

■ EN EL DESARROLLO de trigos híbridos los genetistas necesitan tener siempre en cuenta los requisitos de esta planta de cultivo fijados por la industria molinera y demás usos a la que se destinen. Estas consideraciones industriales y los resultados hasta la fecha habidos en los trabajos de investigación se describieron en el artículo anterior de esta serie.

#### **1. El Enanismo y resistencia al acame en los híbridos:**

La formación y distribución de variedades de trigos mexicanos semi-enanos y doble-enanos con alto rendimiento

(por ejemplo Pitic 62, Pénjamo 62, Sonora 63, Nadadores 63, Lerma Rojo 64, Mayo y Sonora 64) redujeron mucho el acame y a la vez permitieron una fertilización más fuerte, resultando entonces un incremento substancial de los rendimientos de grano. El uso de variedades enanas y semi-enanas, ha sido el directamente responsable del aumento del promedio nacional de rendimiento del grano en México en 1000 kilos por hectárea durante los últimos tres años. El impacto de estas variedades, ha sido tan grande que han absorbido más del 95 por ciento

del área cultivada con trigo en México en un lapso de cuatro años. Las fuentes de enanismo en todas estas variedades son los "genes Norin", cuya acción se hereda como genes recesivos.

En los últimos dos años, todos los híbridos experimentales F<sub>1</sub> con más alto rendimiento, han sido el producto de cruza entre variedades enanas mexicanas y las variedades convencionales de paja alta. Las plantas F<sub>1</sub> en todos los casos son casi tan altas como el progenitor alto. Estos híbridos altos, se acamarán fuertemente cuando se cultiven en condiciones comerciales, y por este defecto no serán aceptables por los agricultores mexicanos, quienes ahora están totalmente convencidos de los beneficios de las variedades enanas.

Los datos presentados en el Cuadro 5, que incluyen a algunos de los híbridos más prometedores por su rendimiento y su calidad de molienda y panificación, claramente indican la dominancia casi completa de la altura sobre el enanismo en los híbridos. Uni-

# el Hambre Mundial

**CUADRO 5. Comparación de la altura de las plantas de once híbridos F<sub>1</sub> y de sus progenitores en experimentos cultivados en el CIANO, Ciudad Obregón, Sonora, México, en el ciclo 1964-65**

Híbrido	Altura en centímetros		
	Híbrido F <sub>1</sub>	Progenitor ♀	Progenitor ♂
♀                      ♂			
Yaqui 54A x P4160.....	115.0	113.7	94.6
Huamantla Rojo x Lerma Rojo 64 (E <sub>1</sub> ).....	126.5	132.5	110.0
Huamantla Rojo x Sonora 63(E <sub>1</sub> ).....	117.5	132.5	101.3
Yaqui 54A x Lerma Rojo 64(E <sub>1</sub> ).....	127.4	113.7	110.0
Yaqui 54A x Sonora 64(E <sub>1</sub> ).....	99.9	113.7	87.6
Lerma Rojo 64A(E <sub>1</sub> ) x Selkirk.....	115.0	95.0	130.0
Pénjamo 62(E <sub>1</sub> ) x Crim.....	116.0	80.00	120.0
Buck Bolivar x Pitic 62(E <sub>1</sub> ).....	110.0	115.0	100.0
Pitic 62(E <sub>1</sub> ) x CT 244.....	115.0	100.0	130.0
Pitic 62(E <sub>1</sub> ) x Crim.....	115.0	100.0	125.0
Pitic 62(E <sub>1</sub> ) x Pembina.....	115.0	100.0	135.0
Lerma Rojo 64A(E <sub>1</sub> ) x Sonora 64(E <sub>1</sub> ).....	80.0	95.0	75.0

(E<sub>1</sub>) = semi-enano  
(E<sub>2</sub>) = Enano



Mediante cruzamientos de trigo japonés Norin (centro) con otros de buen rendimiento, v. g., Yaqui 54 (izq.) originado del cruce de Yaqui 48 x (Egipto 101 x Timstein) en el Programa Mexicano se obtienen trigos enanos (F<sub>1</sub>, Der.) que sin acamarse resisten altos niveles de fertilización y riegos intensos. Ahora su cultivo comercial ya es muy popular.

camente cuando se introduce el enanismo por medio de los dos progenitores, como en el caso del híbrido Lerma Rojo 64A x Sonora 64, este enanismo se expresa en el híbrido.

Si se van a usar los genes Norin para producir variedades enanas, híbridas, será necesario introducir el enanismo al híbrido a través de ambos progenitores. Esto restringirá el Programa Mexicano de hibridación en un futuro cercano, a utilizar como progenitores las variedades enanas del Programa Mexicano, porque no hay otros países que actualmente tengan variedades de trigo de primavera que sean enanas y comerciales. Esta limitación, impedirá el uso directo de las variedades canadienses, norteamericanas y argentinas de paja alta en la formación de híbridos. Las variedades de paja alta de estos tres países, primero deben convertirse a variedades enanas incorporando los genes "Norin" por medio de un programa de retrocruzas, si se les va a utilizar como progenitores en

la formación de híbridos para el Programa Mexicano. Un procedimiento así, sería prolongado y costoso.

## 2. Resistencia al desgrane en los híbridos:

La cosecha de trigo mexicano se levanta directamente con combinada y en condiciones de alta temperatura y baja humedad. Consecuentemente, todas las variedades mexicanas comerciales son resistentes al desgrane. Algunas de las variedades de trigo de primavera norteamericanas que más extensivamente se cultivan, tales como Justin y Crim, y la variedad canadiense Selkirk, se desgranar fuertemente cuando se les cultiva bajo las condiciones de México. Este defecto sin embargo, no es de consecuencias, cuando dichas variedades se cultivan en su ambiente nativo, en donde la mayor parte de la cosecha se efectúa haciendo la siega seguida por la trilla.

Varios de los híbridos experimentales más prometedores que se estudiaron durante el ciclo 1964-65, fueron

cruzas entre las variedades mexicanas y las variedades Crim, Justin y Selkirk. Todos estos híbridos se desgranaron bastante bajo las condiciones del Estado de Sonora. Este defecto señala otro problema, que debe resolverse al formar trigos híbridos comerciales. Afortunadamente muchos otros híbridos, que también mostraron posibilidades considerables, no tienen esta debilidad. *Amplitud de adaptación de los híbridos:*

Las variedades de trigo varían mucho en su amplitud de adaptación. Ciertas variedades, tales como Lerma Rojo, Lerma Rojo 64, Nainari, Pénjamo 62, Pitic 62, Sonora 64, Nariño y Bonza, que se formaron en los Programas Mexicano y Colombiano de mejoramiento, son insensibles al fotoperiodismo, tienen madurez temprana y buen rendimiento en una amplia gama de latitudes. Algunas de estas variedades rinden igualmente bien en el Ecuador a los 50° Norte, ó a los 36° Sur de latitud y desde cerca del nivel del

## TRIGO HIBRIDO

(Continuación)

mar hasta elevaciones de 3.000 m, si no son afectadas adversamente por enfermedades. Hay otras variedades de trigo de primavera, tales como Selkirk, Thatcher, Justin y Crim, que son extremadamente sensibles a los cambios de la duración del día y no pueden cultivarse con éxito en latitudes menores de los 38°.

Sería muy ventajoso para una compañía dedicada a la investigación de trigo híbrido, poder formar híbridos con una alta capacidad de rendimiento en un amplio rango de condiciones y cubriendo una gran región geográfica.

Esto reduciría los costos de la investigación y simplificaría la producción y distribución de la semilla.

Cuando se siembra Sonora 64 y Selkirk en Winnipeg, Canadá (50°N), la primera de las variedades, únicamente madura dos días antes que Selkirk. Sin embargo, cuando se siembran en octubre en Ciudad Obregón, Sonora, México (28°N), la variedad Sonora 64 es 65 días más temprana que Selkirk.

Se ha demostrado recientemente por Jenkins y Borlaug<sup>(4)</sup>, que un simple

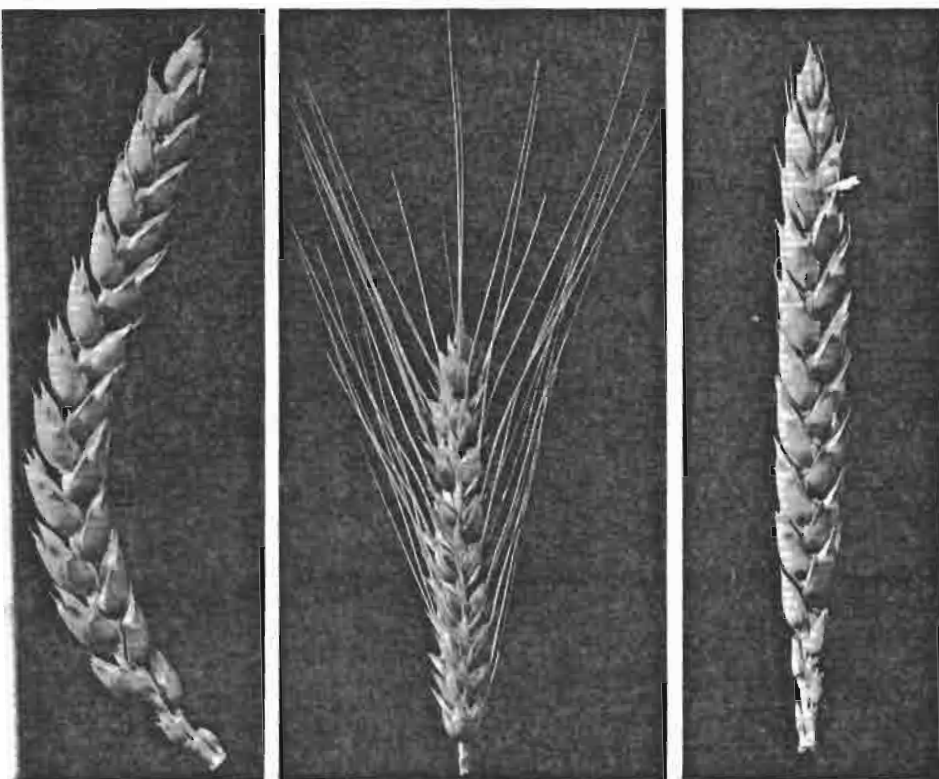
(4) Datos no publicados.

vorables para el desarrollo de estas razas en particular. La población de royas dentro de una área geográfica determinada, en un período de años, estará formada principalmente de razas capaces de atacar las variedades de trigo cultivadas extensamente en esa región. Cuando una variedad de trigo con un tipo nuevo de resistencia a las royas se distribuye y su cultivo se intensifica en la región, permanecerá libre del ataque de la roya por cierto número de años, pero tarde o temprano evolucionará una nueva raza, ya sea por hibridación en su hospedera alternante o por una mutación, que será capaz de atacar a esta nueva variedad.

El trigo es un cultivo de autopolinización y todas las plantas individuales en una variedad convencional de una línea pura son genéticamente idénticas para su resistencia a las royas. Cuando aparece una nueva raza de roya que es capaz de atacar a una variedad previamente resistente, se esparcirá como fuego incontrolable en esta variedad, y si las condiciones ecológicas son favorables causará epidemias devastadoras que traerán la ruina económica a una gran área geográfica. El equilibrio entre la planta hospedera y el parásito, y la seguridad de la cosecha no pueden restablecerse en esa región hasta que se distribuya una variedad que sea resistente a la nueva raza fisiológica, así como a las otras razas de royas que prevalezcan en la región. La variabilidad en el género *Triticum* es tan grande que no ha habido dificultad para localizar fuentes de resistencia a una determinada raza y formar una variedad resistente a ella, sin embargo, el problema mayor y más difícil es el mantener el nivel conveniente de resistencia en una variedad contra todas las razas de roya prevalecientes en una área geográfica, durante un largo período de tiempo.

En muchas zonas templadas del mundo, la probabilidad de vida de una variedad de trigo comercial está limitada de los 12 a los 15 años debido a la aparición de nuevas razas patogénicas de royas. En las áreas templadas de los trópicos y semi-trópicos que no tienen los beneficios de las bajas temperaturas invernales, la probabilidad de vida de una variedad de trigo aproximadamente es de cinco años antes de que quede destruida por una nueva raza de roya. Deben encontrarse métodos y formas para introducir a las

(Continúa en la página 52)



Tres variedades multilíneas de trigos mexicanos resistentes a las razas dominantes del chauixtle (tizón o roya) del tallo. De izq. a der., Yaqui 54, Lerma Rojo y Chapingo 53. En el Programa Mexicano y en el Programa Internacional se utilizan numerosas variedades en las que se introducen factores de resistencia y rendimiento.

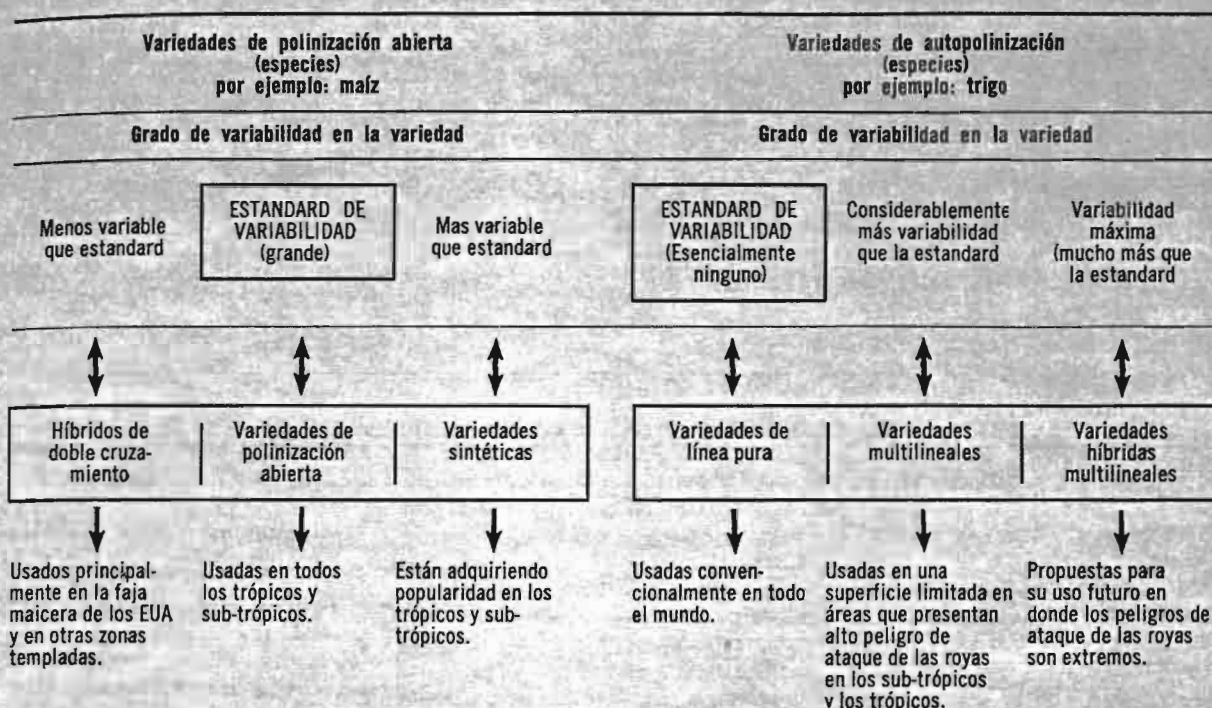
gene dominante controla la insensibilidad a la duración del día y a la adaptación de la variedad Sonora 64. El híbrido F<sub>1</sub> producido cruzando Sonora 64 con Selkirk, tiene buena adaptación y alto rendimiento, y únicamente madura un día más tarde que Sonora, cuando se siembra ya sea a los 28° de latitud en México o a los 50° de latitud en Winnipeg.

Resistencia a las royas en trigos híbridos y posibilidad eventual de la

formación de híbridos multilíneas: Hay tres diferentes especies de royas de importancia económica y cada una está formada por cientos de diferentes razas fisiológicas que atacan al trigo. Todas son parásitos obligados. Lo específico de la patogenicidad de estos organismos es extremadamente grande. Por ejemplo, ciertas razas de royas del tallo tienden a predominar en una gran área geográfica sobre ciertas variedades de trigo que constituyen medios fa-



**CUADRO 6. Importancia relativa de la variabilidad en variedades comerciales de cultivo de polinización cruzada y de autopolinización para el control de enfermedades epidémicas en las zonas templadas y tropicales.**



**CUADRO 7. Desarrollo esquemático de una variedad de trigo híbrido multilineal con estipulaciones para una base amplia de resistencia a la roya del tallo.**

VARIEDAD A <sup>1</sup>	Cruza 1 Principalmente para resistencia a la roya	Cruza 2 Principalmente para heterosis	VARIEDAD B <sup>2</sup>
	X ♂ Var. A <sup>n</sup> (Resistencia a la roya del tallo 1) <sup>4</sup>	..... Estéril ♀ F <sub>1</sub> MS <sup>5</sup>	X ♂ Var. B <sup>R</sup> <sup>6</sup>
	X ♂ Var. A <sup>n</sup> (Resistencia a la roya del tallo 2)	..... Estéril ♀ F <sub>1</sub> MS	X ♂ Var. B <sup>R</sup>
♀ VARIEDAD AMS <sup>3</sup>	X ♂ Var. A <sup>n</sup> (Resistencia a la roya del tallo 3)	..... Estéril ♀ F <sub>1</sub> MS	X ♂ Var. B <sup>R</sup>
	X ♂ Var. A <sup>n</sup> (Resistencia a la roya del tallo 4)	..... Estéril ♀ F <sub>1</sub> MS	X ♂ Var. B <sup>R</sup>
	X ♂ Var. A <sup>n</sup> (Resistencia a la roya del tallo 5)	..... Estéril ♀ F <sub>1</sub> MS	X ♂ Var. B <sup>R</sup>
	X ♂ Var. A <sup>n</sup> (Resistencia a la roya del tallo X)	..... Estéril ♀ F <sub>1</sub> MS	X ♂ Var. B <sup>R</sup>

**1—Variedad A**

Una variedad comercial en la que será incorporada la esterilidad citoplásmica, la cual será cruzada con líneas fenotípicamente similares, pero genotípicamente diferentes para obtener resistencia.

**2—Variedad B**

Una variedad comercial en la cual serán incorporados los genes para restauración de la fertilidad y que cuando se cruza indirectamente a derivados de la Variedad A como se indica arriba proporcionará heterosis en el híbrido.

**3—Variedad AMS**

Variedad A modificada con esterilidad citoplásmica masculina.

**4—Variedad A<sup>n</sup>**

(Resistencia a la roya del tallo 1, 2, etc.) son líneas multilineales fenotípicamente a la Variedad AMS que posee polinización normal, pero no posee genes para restauración de la fertilidad al estéril citoplásmico. Cada línea es genotípicamente diferente para resistencia a la roya del tallo.

**5—Líneas ♀ F<sub>1</sub>**

Estériles derivadas de la primera cruza.

**6—Variedad B<sup>R</sup> ♂**

Variedad B modificada que proporciona el efecto de rendimiento heterocítico cuando se cruza con la Variedad A y que también posee el gene para restauración normal de la fertilidad a la Variedad AMS.

futuras variedades de trigo, una resistencia más diversa y más prolongada a la enfermedad.

El maíz, en contraste con el trigo, es una planta de polinización libre o abierta. En los trópicos y semi-trópicos, donde las condiciones ecológicas son favorables para el desarrollo de epidemias de enfermedades, el maíz es un cultivo muy común. Dos diferentes especies de royas atacan al maíz, pero nunca alcanzan las mismas proporciones epidémicas destructivas que se experimentan con las variedades de trigo de líneas puras con epidemias de sus royas correspondientes, debido a que el maíz es un cultivo de polinización abierta. La tremenda variabilidad genética desde el punto de vista de la reacción a la enfermedad en una variedad de polinización abierta, sirve como una protección propia contra la epidemia. Sin embargo, si se cultiva el maíz como un híbrido de cruza simple o doble en áreas tropicales, pronto habrá dificultades con las epidemias de un número determinado de enfermedades, incluyendo a las royas. La lección que debe aprenderse de la llamada protección propia contra epidemias severas de las royas en las variedades de plantas de polinización abierta, tales como las de maíz, en contraste con las epidemias destructivas confrontadas en un cultivo de polinización cerrada, tal como el trigo, se ilustran en el Cuadro 6.

Los programas de Mejoramiento de Trigo de México y de la Fundación Rockefeller han admitido las serias limitaciones impuestas por el empleo de los métodos convencionales para desarrollar variedades de líneas puras en cultivos de autopolinización. Sus investigadores han sido los iniciadores del desarrollo de variedades de trigo de línea múltiple basados en el mezclado mecánico conjunto de cierto número de líneas similares fenotípicamente. Dos variedades comerciales multilíneas o de línea múltiple, la Miramar 63 y la Bonza 65 que presentan resistencia a la roya lineal, se han formado y se han cultivado con éxito en Colombia y en Ecuador.

Una de las posibilidades más atractivas del desarrollo del trigo híbrido, es la de formar variedades híbridas constituidas en tal forma que den mejor protección contra las pérdidas que ocasionan las royas y que esta resistencia sea de una naturaleza más estable o duradera. Esto puede conseguirse, haciendo a cada planta de la población de un híbrido, diferente en su resistencia a la roya y conservándole un mismo fenotipo para características agronómicas y de calidad. Lo anterior

puede lograrse formando un híbrido multilínea a base de cruza regresivas, utilizando el procedimiento delineado en el Cuadro 7.

Las primeras variedades de trigo híbrido serán cruza simples. Con toda probabilidad tendrán cierto grado de protección contra el ataque de la roya, similar al que proporcionan las variedades convencionales de líneas puras actualmente disponibles. El desarrollo y formación de una variedad multilínea de trigo híbrido, no puede justificarse, hasta que se han logrado un híbrido sobresaliente de una cruza simple y su valor comercial esté comprobado plenamente. Sin embargo en el análisis final, el mejor control de la roya que puede resultar del desarrollo de híbridos multilíneas, pudiera ser uno de los máximos beneficios que se obtendrían de los trigos híbridos. □

(Continuará)

### **Insecticida en la Propia Planta**

Se ha descubierto una substancia química que ocurre en la parte comestible de la chirimía y que tiene potentes propiedades insecticidas y sinérgicas: según informa E. P. Lichtenstein, técnico de la Universidad de Wisconsin, E.U.A.

A esa substancia se le denomina miristicina y es el segundo insecticida que se descubre como parte natural de una planta alimenticia. Anteriormente, el mismo científico descubrió el primero de esos compuestos de propiedades insecticidas en las partes comestibles de las raíces de los nabos. Ese descubrimiento hizo que se llevara a cabo una deliberada investigación para lograr pesticidas de mayor potencial en los cultivos para la alimentación humana.

El técnico Lichtenstein hizo crecer varios cultivos en suelos que no contenían residuos de pesticidas. Las partes comestibles de las plantas que resultaron de esos cultivos fueron maceradas en el laboratorio y los tejidos expuestos a las moscas. En estas pruebas las moscas murieron rápidamente cuando estuvieron en contacto con la chirimía picada.

Después de que esas pruebas preliminares indicaron la existencia de un tóxico natural, Lichtenstein extrajo ese compuesto tóxico y finalmente logró purificarlo.

El autor de ese descubrimiento describe a la miristicina como "un líquido de color dorado claro y de olor agradable". Esta última característica será muy considerada por los consumidores, en el caso de que ese compuesto químico llegue a ser un insecticida realmente práctico.

## **PARA MÁS INFORMACIONES SOBRE LOS FERTILIZANTES SEIFA DIRIGIRSE A:**

FIORANI S.A.C.I.F.I.  
Perú 1646  
BUENOS AIRES

MONTARGENTO S.A.C.I.  
Cordoba 632  
BUENOS AIRES **ARGENTINA**

COMPANHIA BRASILEIRA DE  
MAQUINAS E MATERIAIS  
Caixa Postal 88  
Rça Vista 254 4º - S/408/9  
SAO PAULO **BRASIL**

URIGO LTDA.  
Apartado Aereo 4479  
Calle 15 No. 9-18 Piso 3  
BOGOTÁ **COLOMBIA**

FERTILIZADORA RAINBOW LTDA.  
Apartado 3393  
San Juan de Tibas - SAN JOSE' **COSTA RICA**

CIA. AGRO-QUIMICA INDUSTRIAL S.A.  
P.O.B. 926  
V.M. Rendon 430  
QUAYAQUIL **ECUADOR**

JAPAN COTTON COMPANY  
P.O.B. 1247  
1120, Cotton Exchange Bldg.  
DALLAS 21/Texas (U.S.A.) **EL SALVADOR**

BRAUN VALLE HNOS.  
AGRICOLA CENTRO-AMERICANA  
4a Avenida 6-24 Zona 4  
GUATEMALA **GUATEMALA**

JAPAN COTTON COMPANY  
P.O.B. 1247  
1120, Cotton Exchange Bldg.  
DALLAS 21/Texas (U.S.A.) **HONDURAS**

COMERCIAL AGRICOLA S.A.  
CHINANDEGA **NICARAGUA**

ACEL S.A.  
Oliva 271  
Casilla de Correo 651  
ASUNCIÓN **PARAGUAY**

CAMINTER S.A.  
Avenida Tacna 329 of. 306  
Apartado 5484  
LIMA **PERÚ**

COOPERATIVA CAFETEROS DE  
PUERTO RICO  
Cuatro Calles  
P.O.B. 1511  
PONCE **PUERTO RICO**

JULIO C. FERNANDEZ  
Rio Branco 1373  
Piso 6  
MONTEVIDEO **URUGUAY**

S.A.R.I.  
"Edificio Oriol"  
Avenida Progreso  
Las Acacias - CARACAS **VENEZUELA**

NITROQUIMICA S.A.  
Paseo de Gracia 111  
BARCELONA (España) **ISLAS CANARIAS**

**SEIFA**  
**Piazza Duca d'Aosta, 4 - Milano**