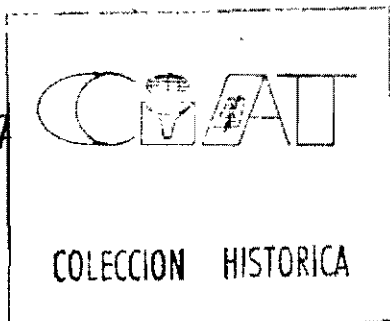
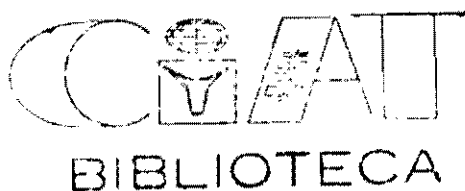


SB
327
•C457



Documento de
Trabajo No. 118

Mejoramiento de la Fijación Biológica de Nitrógeno en Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Perú



Paulina Pineda

Agrónoma-Microbióloga del Programa de Frijol
para la Zona Andina

106288



Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

**Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia**

**CIAT Documento de trabajo No. 118
Tiraje: 200 ejemplares
Impreso en Colombia
Noviembre 1992**

**PUBLICACION DEL CIAT
Programa de Frijol**

**Producción: Programa de Frijol para la Zona Andina
Impresión: Artes Gráficas del CIAT**

CONTENIDO

	Página
Antecedentes	1
Objetivos	2
Costa Peruana	
1. Ensayos en invernadero	3
2. Ensayos en campo	
2.1. Costa 1989	4
2.2. Costa 1990	5
2.3. Costa 1991	7
2.4. Resultados	5-8
3. Ensayos en red para la Costa	9
4. Conclusiones y recomendaciones para la Costa Peruana	11
Sierra Peruana	
1. Ensayos en invernadero	13
2. Ensayos de campo en Cusco	
2.1. Cusco 1988	14
2.2. Cusco 1989	15
2.3. Cusco 1990	17
2.4. Cusco 1991	18
2.5. Resultados	15-18
2.6. Conclusiones y recomendaciones para Cusco	18

3. Ensayos de campo en Cajamarca	
3.1. Cajamarca 1988	19
3.2. Cajamarca 1989	20
3.3. Cajamarca 1990	21
3.4. Cajamarca 1991	22
3.5. Resultados	20-23
3.6. Conclusiones y recomendaciones para Cajamarca	23
Recomendaciones para Ecuador	24
Recomendaciones para Bolivia	24
Agradecimientos	24
Cuadros	25
Gráficos	50
Referencias	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Número de nódulos por planta, lectura a los 30 días media de dos variedades, Costa Central de El Perú, 1990	25
2	Respuesta a la inoculación en número de nódulos por planta, lectura a los 30 días. Costa Central de El Perú, 1990	25
3	Respuesta a la inoculación en número de nódulos y rendimiento en gramos/planta. Chincha, Perú, 1991.	26
4	Respuesta a la inoculación con <u>Rhizobium</u> en germoplasma seleccionado para FBN. Número de nódulos/planta. Costa Central de El Perú, 1991	27
5	Respuesta a la inoculación con <u>Rhizobium</u> en germoplasma seleccionado para FBN. Rendimiento en kg/ha. Costa Central Perú, 1991	28
6	Respuesta de frijol a la inoculación con <u>Rhizobium</u> (No. de nódulos/planta). Costa Peruana, 1991.	29
7	Rendimiento de frijol (kg/ha), inoculado con <u>Rhizobium</u> . Costa Peruana, 1991	30
8	Ensayo de selección de cepas, Trujillo, Perú, 1991	31
9	Ensayo de selección de cepas. Número de nódulos por planta en R5. Arequipa, Perú, 1991.	32
10	Ensayo de selección de cepas. Rendimiento de frijol en kg/ha. Arequipa, Perú, 1991.	32
11	Número promedio de nódulos/planta de dos variedades de frijol, lecturas a los 50 y 90 días. Cusco, Perú, 1988	33
12	Rendimiento promedio de dos variedades de frijol (kg/ha) inoculadas con <u>Rhizobium</u> y asociadas con maíz. Cusco, Perú, 1988	34

13	Rendimiento de maíz (kg/ha) asociado con frijol inoculado con <u>Rhizobium</u> . Cusco, Perú, 1988	34
14	Número de nódulos/planta. Promedio de dos variedades de frijol, lectura a los 50 días. Cusco, Perú, 1989	35
15	Rendimientos promedio de dos variedades de frijol inoculadas con <u>Rhizobium</u> y asociadas con maíz (kg/ha). Cusco, Perú, 1989.	35
16	Ensayo de dos niveles de nitrógeno en frijol inoculado con <u>Rhizobium</u> y asociado con maíz. Huychu, Cusco, Perú, 1989	36
17	Ensayo de tres niveles de nitrógeno en frijol inoculado con <u>Rhizobium</u> y asociado con maíz. Taray, Cusco, Perú, 1989 ..	36
18	Efecto de la inoculación con <u>Rhizobium</u> comparada con un fertilizante nitrogenado en frijol asociado con maíz. Peso seco parte aérea de frijol y maíz (g/2 plantas). Lectura en R5. Cusco, Perú, 1990	37
19	Rendimientos de frijol inoculado con <u>Rhizobium</u> y asociado con maíz (kg/ha). Cusco, Perú, 1990	38
20	Rendimientos promedio de frijol (var. Kori-Inti) inoculada con <u>Rhizobium</u> y asociada con maíz (kg/ha). Ensayos en laderas. Cusco, Perú, 1991	39
21	Número promedio de nódulos/planta, lectura a los 60 días Medias de dos variedades. Cajamarca, Perú, 1988	40
22	Efecto de la inoculación con <u>Rhizobium</u> , comparada con la aplicación de un fertilizante nitrogenado, en el rendimiento de frijol y maíz (kg/ha).Medias de dos variedades de frijol. Cajamarca, Perú, 1988	40
23	Número promedio de nódulos/planta, variedad de frijol Gloriabamba. Lectura a los 60 días. Cajamarca, Perú, 1989 ..	41
24	Rendimiento promedio de frijol variedad Gloriabamba (kg/ha) inoculada con <u>Rhizobium</u> y asociada con maíz. Cajamarca, Perú, 1989	41
25	Rendimiento de maíz (kg/ha) asociado con frijol inoculado con <u>Rhizobium</u> . Cajamarca, Perú, 1989	42

26	Respuesta a la inoculación con <u>Rhizobium</u> , en frijol asociado con maíz. Peso seco parte aérea de frijol (g/2 plantas). Cajamarca, Perú, 1990	43
27	Respuesta a la inoculación con <u>Rhizobium</u> , en frijol asociado con maíz. Peso seco parte aérea de maíz (g/2plantas). Cajamarca, Perú, 1990	44
28	Rendimiento de frijol (kg/ha) inoculado con <u>Rhizobium</u> y asociado con maíz. Cajamarca, Perú, 1990	45
29	Rendimiento de maíz (kg/ha) asociado con frijol inoculado con <u>Rhizobium</u> . Cajamarca, Perú, 1990	46
30	Respuesta a la fertilización con fósforo y potasio y a dos dosis de inoculante en la asociación frijol-maíz. Rendimientos frijol (kg/ha). Cajamarca, Perú, 1990	47
31	Efecto de la Inoculación, comparada con la aplicación de un fertilizante nitrogenado en el rendimiento de frijol y maíz (kg/ha). Cajamarca, Perú, 1991	48
32	Porcentaje de ganancia en los rendimientos de frijol y de maíz obtenidos con las mejores cepas de <u>Rhizobium</u> y con la aplicación de un fertilizante nitrogenado en 16 ensayos con agricultores. Cajamarca, Perú	49

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico		Página
1	Respuesta a la inoculación en dos variedades de frijol Chincha, Perú, 1990	50
2	Respuesta a la inoculación en dos variedades de frijol Cañete, Perú, 1990	51
3	Respuesta de germoplasma de frijol a la inoculación Chincha, Perú, 1990	52
4	Respuesta de germoplasma de frijol a la inoculación Cañete, Perú, 1990	53
5	Parcelas de confirmación de cepas. Costa Central de El Perú, 1991	54
6	Selección de cepas en invernadero. Lima, Perú, 1988	55
7	Selección de cepas en invernadero. Lima, Perú, 1989	56
8	Selección de cepas en invernadero. Lima, Perú, 1990	57
9	Parcela de confirmación con cepa CIAT 632. Coya, Cusco, Perú, 1989	58
10	Parcela de confirmación con cepa CIAT 632. Urubamba, Cusco, Perú, 1990	59
11	Parcela de confirmación con cepa CIAT 632. Calca, Cusco, Perú, 1990	60
12	Parcela de confirmación con cepa CIAT 7001. Cochabamba, Cajamarca, Perú, 1989	61
13	Parcelas de confirmación de cepas. Cajamarca, Perú, 1991 ..	62

PROLOGO

El Proyecto de Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA) entidad oficial del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), financiado por la Corporación Técnica Suiza (COTESU), trabaja en colaboración con los Institutos Nacionales de Investigación, Universidades, Organizaciones no gubernamentales e instituciones privadas de Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia.

Desde el inicio del Proyecto (1988) se llevaron a cabo en cada uno de los países, reuniones con los Programas Nacionales de leguminosas, en donde se definieron las prioridades para la investigación en frijol en la zona. Para el cumplimiento de uno de los objetivos trazados, se desarrollaron trabajos sobre fijación biológica de nitrógeno.

Como parte de las actividades, se organizó una red de colaboradores, se dió capacitación, y se implementaron ensayos, principalmente a nivel de campo. Como resultado de estos trabajos se lograron obtener para la Sierra Peruana, tres cepas efectivas, competitivas y adaptadas a la zona.

La metodología llevada a cabo en los trabajos y los resultados de los mismos estan expuestos en el documento y esperamos sean de alguna utilidad en la realización de estudios similares. Es importante resaltar que, los principales beneficiarios han sido los agricultores de escasos recursos, quienes han obtenido incrementos en los rendimientos tanto en el frijol como en el malz, con el empleo de los inoculantes.

Rogelio Lépez

Coordinador de PROFRIZA.

RESUMEN

En la Sierra Peruana, la deficiencia de nitrógeno en los suelos, es una de las causas principales de los bajos rendimientos en cultivos como maíz y frijol. Una alternativa de bajo costo para reducir este problema, es el nitrógeno fijado por la leguminosa. Con este propósito, el Proyecto de Frijol del CIAT para la Zona Andina (PROFRIZA), en 1988 inició trabajos sobre fijación biológica de nitrógeno en frijol. Se comenzó por coleccionar nódulos de frijol en Cajamarca y Cusco, de ellos se efectuaron 150 aislamientos en el laboratorio y se obtuvieron 41 cepas debidamente caracterizadas. Estas cepas, junto con 23 cepas traídas del CIAT, se evaluaron en tres ensayos bajo condiciones de invernadero. Con las cepas seleccionadas se instalaron 50 ensayos en campos de agricultores, en cuatro campañas agrícolas; se evaluaron 7 cepas nativas y 7 del CIAT, en las variedades de frijol Puebla 444, Cajamarca 64-1 y Gloriabamba y variedades de maíz Blancos y Amarillos Locales. Se incluyeron 2 testigos 0 y 120 kg N/ha y se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 21 m². En el primer año se encontró diferencia significativa en el rendimiento de frijol al inocular con la cepa CIAT-7001. En el segundo año sobresalieron las cepas CUSCO-10 y CIAT-2. En el tercer año se encontró diferencia estadística sólo en uno de los ensayos, sobresalieron las cepas CUSCO-10 y CIAT-7001; en los tres ensayos restantes los rendimientos mejoraron con el uso de las cepas CUSCO-10 y CIAT-2. En el cuarto año con las cepas CUSCO-10 y CAJAMARCA-13, la respuesta en rendimiento de frijol fue significativamente superior a la aplicación de nitrógeno. Se compararon los rendimientos de las parcelas inoculadas con las no inoculadas y sin fertilizar y se lograron incrementos del 22% en la producción de frijol y del 42% en la producción de maíz a través de los cuatro años. Con base en estos resultados, en la campaña de 1991-1992 y con el apoyo de la Universidad Nacional de Cajamarca y de la E. E. Baños del Inca del INIAA, se llevó a cabo un proyecto piloto de venta de inoculantes con las mejores cepas, los cuales fueron ampliamente aceptados por los agricultores.

MEJORAMIENTO DE LA FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO EN FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN EL PERU.

ANTECEDENTES

Dentro del Programa de Frijol del CIAT, se creó en 1988 el Proyecto de Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA) con el objetivo de aumentar la producción y la productividad del frijol en la Zona, para mejorar así los ingresos de los agricultores, e incrementar el consumo de esa leguminosa que es fuente protéica de bajo costo.

En mayo de ese mismo año se llevó a cabo una reunión con el Programa Nacional de Frijol de Perú, bajo el sistema PPO (Programación por objetivos) en donde se definieron las prioridades de investigación. Fue común en todos los participantes la necesidad de investigar en el área de la fijación biológica de nitrógeno (FBN). Estas investigaciones se justificaban debido a la baja fertilidad de los suelos, a la no disponibilidad o el alto costo de los fertilizantes nitrogenados y, en general a la deficiencia de nitrógeno en los diferentes sistemas en que se ha sembrado el frijol. (Seminario PPO de Perú, 1988).

En Arequipa, Ayacucho y Cajamarca, desde hace mas de 10 años, se han producido inoculantes efectivos para varias leguminosas a excepción del frijol, debido en parte a una inadecuada metodología y a la falta de un buen tamizado de cepas. Controles de calidad efectuados en CIAT a estos inoculantes desarrollados para frijol, indicaron en muchos casos ausencia de Rhizobium y en otros casos que la población de la bacteria estuvo por debajo del mínimo requerido.

Reuniones similares (PPO) se efectuaron en Ecuador y Bolivia y se encontró que se había realizado poca investigación en este campo (Seminarios PPO de Ecuador, 1988 y de Bolivia, 1990).

En noviembre de 1988, se organizó un taller regional sobre uso de Rhizobium en frijol para la Zona Andina, en el que participaron 22 Científicos de Ecuador, Perú y Bolivia (un agrónomo y un microbiólogo por cada zona frijolera de importancia). En este taller se conocieron los progresos y problemas de cada institución, se unificaron criterios, y se priorizó la investigación.

Surgió la necesidad del Curso sobre Evaluación, Selección y Manejo de la simbiosis Phaseolus vulgaris-Rhizobium phaseoli, que se impartió en Lima en julio de 1989, para igual número de personas de los tres países. Comprendió tres áreas: laboratorio, invernadero y campo. Con mucho énfasis en este último, ya que ha sido la falla principal de la zona, la débil investigación hecha en campo.

Por todo lo anterior se decidió aunar esfuerzos para resolver el problema principal: la falta de cepas de Rhizobium efectivas, competitivas y con amplio rango de adaptación. Estas constituyen la materia prima para lograr inoculantes de buena calidad. Aunque es importante el estudio del potencial de fijación que tienen los diferentes cultivares de frijol, el fitomejoramiento no fue incluido en este proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Incrementar el aporte del nitrógeno proveniente de la fijación biológica, en los sistemas frijoleros de la Zona Andina, dentro de un esquema sostenible, duradero y de bajo costo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1- Seleccionar cepas efectivas de Rhizobium phaseoli, con amplio rango de adaptación y con capacidad de competir con las cepas nativas.
- 2- Evaluar con los agricultores el efecto de las cepas seleccionadas en las variedades comerciales o en las líneas promisorias locales.
- 3- Organizar centros regionales de producción y de distribución de inoculantes de alta calidad, con el fin de garantizar que los agricultores tengan fácil acceso a ellos.
- 4- Estudiar el grado de aceptación de los inoculantes por parte de los agricultores y evaluar métodos para promover su uso.

METODOLOGIA

De acuerdo con los recursos humanos y económicos se programaron diferentes acciones en cada país.

En INIAP, Ecuador, con el apoyo económico del Proyecto CRSP-Universidad de Minnesota, se ha desarrollado una serie de investigaciones relacionadas con el mejoramiento de la FBN. Por esta razón se tomó la decisión de participar con ellos sólo en asesoría, capacitación y suministro de germoplasma bacteriano (cepas) y de frijol (líneas y materiales promisorios).

En Santa Cruz, Bolivia, se apoyó económicamente la realización de ensayos (3 a 4 por año) para selección de cepas en campos de agricultores, a través de tesis de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM). De igual manera que con los ecuatorianos, se les brindó asesoría, capacitación y se proporcionó germoplasma promisorio.

Los esfuerzos físicos y económicos, con personal científico propio del proyecto se centraron en Perú, en donde se trabajó para dos zonas contrastantes Costa y Sierra, utilizando una metodología con la que se tuvo éxito en otras zonas (Pineda y Kipe-Nolt, 1990).

COSTA PERUANA

Después de varias visitas de reconocimiento a campos de agricultores de la Costa Central, se inició un muestreo, en prefloración y floración, de plantas de frijol sanas y muy vigorosas.

Un 40% de las plantas no presentaron nodulación; en otro 40% la nodulación se consideró inefectiva; nódulos pequeños, blandos, de color oscuro con pudriciones en diferentes grados y con mucha frecuencia nudos por nemátodos; sólo en un 20% pudo encontrarse nódulos con características de efectivos, es decir, grandes (0.5 cm.), compactos, rojos en el interior, sanos, sin daño de insectos o de nemátodos. Los nódulos se identificaron por la localidad y se tomó nota del tipo de suelo, la variedad, el manejo, la fertilización y el cultivo anterior.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Patología del Centro Internacional de la Papa donde se procedió al aislamiento, purificación, caracterización y autenticación de las cepas (Manual de Métodos, 1987). Después de tres meses se obtuvieron 16 cepas de Rhizobium de la Costa Central.

1. Ensayos en Invernadero

Con las 16 cepas obtenidas, junto con seis cepas del CIAT y dos de la Universidad de Lambayeque, en febrero de 1989 se procedió a instalar un ensayo en invernadero. Se utilizó suelo de Chincha, que se distribuyó en macetas con 2 kg de suelo más 2 kg de cuarzo. Se empleó la variedad de frijol Canario Divex 8120. Se incluyeron testigos con bajo y alto nitrógeno (180 kg N/ha). Un total de 26 tratamientos distribuidos completamente al azar, con cinco repeticiones.

Se obtuvo una germinación del 15% por problemas de pudrición con Fusarium y Rhizoctonia; el examen microscópico del suelo reveló además la presencia de nemátodos.

Para la segunda instalación del ensayo, el suelo se sometió a 90°C con vapor, a intervalos de 4 horas, por 2 días consecutivos, y la semilla se trató con Benlate (2.5g/lt).

A los 8 días de efectuada la siembra, se procedió a la inoculación. Esta vez se logró una germinación del 90%, se tenían macetas extra para completar las 130 unidades experimentales.

La inoculación se efectuó con cultivos en caldo a base de manitol y agua de levadura, mantenidos en agitación por tres días, con un recuento de 1×10^9 bacterias/ml. Se utilizaron 2 ml/maceta.

El desarrollo de las plantas fue normal, sin problemas de plagas ni enfermedades; el riego se controló por el peso de cada maceta; la temperatura promedio por la mañana fue de 26° C y por la tarde de 34° C. A los 50 días se procedió a evaluar el ensayo y se encontró "cero nodulación".

Un tercer intento se efectuó en julio del mismo año, época en la cual se tiene una temperatura promedio de 15° C. Se utilizaron los mismos materiales y las mismas medidas del 2o. ensayo. Se logró cosechar y evaluar a los 50 días. Se encontró una flora nativa alta (52 nódulos), que no difirió estadísticamente de los recuentos obtenidos con las cepas CIAT-165 (69 nódulos) y CIAT-876 y CIAT-899 con 62 nódulos. El

coeficiente de variación fue de 50%. Se concluyó que el ensayo no era confiable.

En noviembre del mismo año se efectuó un segundo muestreo, en campos de agricultores, del que se lograron obtener 10 cepas debidamente caracterizadas.

En mayo de 1990 se instaló un ensayo en el invernadero para el cual se incluyeron estas 10 cepas junto con 5 cepas obtenidas el año anterior, 8 cepas del CIAT y 2 de la Universidad de Arequipa, y se compararon con los testigos de bajo y alto nitrógeno.

En esta oportunidad al suelo se le efectuó una aplicación de Banrot (1 g/lt) 15 días antes del llenado de macetas. Se empleó la variedad de frijol CIFAC 87133 y la temperatura fue de 15-20° C.

Resultados

Se encontraron diferencias altamente significativas para número de nódulos, no así en el resto de las variables evaluadas. Sobresalieron las siguientes:

No. de nódulos: ODI-32 (72 nódulos)
CIAT-45, COSTA-13, COSTA-15 (62 nódulos)
testigo -N (49 nódulos)

Peso seco nódulos: ODI-32, COSTA-15 (25 mg/pl)
testigo -N (20 mg/pl)

Peso seco parte aérea: +N, CIAT-948, COSTA-15 (2.8 g/pl)
testigo -N (2.5 g/pl)

Rendimiento de N: +N (10 mg/pl), ODI-32, CIAT-45 (8.9 mg/pl)
COSTA-15 (8.5 mg/pl), testigo -N (7.8 mg/pl)

Se seleccionaron para ensayos en campo : ODI-32 y COSTA-15

Las cepas nativas de la Costa Central de Perú se encuentran liofilizadas en el Banco de Cepas del CIAT, en Cali, Colombia.

2. Ensayos de Campo

2.1. Costa 1989

En 1989 aún no se contaba con cepas tamizadas a nivel de invernadero para ser evaluadas en el campo; por lo tanto, se prepararon inoculantes con cepas promisorias de CIAT, instalándose los siguientes ensayos:

1- Beneficio de la inoculación:
Con las cepas CIAT-632 y CIAT-652, como testigos el uno de bajo N y el otro de alto N (110 kg N/ha).
En un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones; cada unidad experimental constó de 5 surcos de 6 m de largo.

2- Evaluación de germoplasma para medir la nodulación:

Se utilizaron las líneas 5 CIFAC, 2 CIFEP, L-17, BLANCO LARAN Y CANARIO DIVEX. En tres repeticiones y se inocularon con una mezcla de 3 cepas (CIAT-652, CIAT-144 y CIAT-7019). Como testigo se utilizó otro bloque con todos los materiales sin inocular pero fertilizado con 110 kg N/ha.

Controles químicos: Como medida de protección contra ataques de insectos e infección por hongos se aplicaron:

A la siembra: Benlate 1 g/lt + Lannate 1 cc/lt

A la emergencia: Benlate 1 g/lt.

Resultados

1- Beneficio de la inoculación:
No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos para el número de nódulos. El coeficiente de variación fue del 58% y hubo un promedio general de 9 nódulos/planta.

2- Evaluación del germoplasma:
No hubo diferencia estadística significativa entre los diferentes genotipos de frijol. Con un coeficiente de variación del 48% y un promedio general de 8 nódulos/planta.

Tomando en cuenta la nodulación tan baja y los coeficientes de variación tan altos, los ensayos se descartaron.

2.2. Costa 1990

En Junio se instalaron 6 ensayos, en campos de agricultores en Chincha y Cañete.

1. Tres ensayos de evaluación de cepas:

Se tomó la decisión de efectuar una evaluación a un buen número de cepas directamente a nivel de campo. Se evaluaron las siguientes:

COSTA-3, COSTA-9, COSTA-15, del grupo de las nativas, junto con las CIAT-2, CIAT-57, CIAT-144, CIAT-274, CIAT-632, CIAT-652, CIAT-876 y como testigos bajo y alto N.

Se emplearon dos variedades de frijol, CIFAC 87133 y Blanco Larán.

2. Tres ensayos para evaluación de germoplasma:

Se emplearon los siguientes materiales: 5 CIFAC, 1 CIFEP, 1 NEMA, Blanco Larán, Línea-17 y Canario Divex.

Pesticidas y fertilizantes usados en los 6 ensayos:

A la siembra: Banrot 1 g/lt + Lannate 1 cc/lt

a los 8 días: Banrot 1 g/lt + Difolatán 2 g/lt

En todos los ensayos se aplicó fósforo: 120 kg/ha de P_2O_5

y a los testigos nitrogenados, 110 kg de N/ha, fraccionado:

50 kg a la siembra, 30 kg a los 30 días y 30 kg a los 50 días.

Resultados

Se evaluó la nodulación a los 30 días, en los 6 ensayos, y 4 de ellos mostraron de regular a buena nodulación. Se descartaron 2 ensayos por presentar muy baja nodulación.

En los dos ensayos para evaluación de cepas (uno en Chincha y otro en Cañete) por número de nódulos, se encontró diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos (cepas) y no se encontró diferencia entre variedades; tanto Blanco Larán como CIFAC-87133, respondieron igual a la inoculación.

En Chincha, sobresalió la cepa CIAT-632 y en Cañete, la CIAT-57. El resto de las cepas tuvieron igual comportamiento, pero superiores al de los testigos sin inocular. La flora nativa fue muy escasa en ambas localidades (Cuadro 1).

En rendimiento se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y entre variedades. En Cañete los rendimientos fueron superiores con las cepas CIAT-632 y CIAT 57 que con el empleo de 110 kg N/ha. En Chincha rindieron igual el testigo nitrogenado y las cepas CIAT-876, CIAT-632 y COSTA-15. En ambos ensayos, los mas bajos rendimientos se obtuvieron cuando no se aplicó ningún tratamiento (-N). El rendimiento fue superior para Blanco Larán en Cañete y para CIFAC-87133 en Chincha (Gráficos 1 y 2). Se seleccionaron para estudios posteriores las cepas CIAT-632, CIAT-57 y COSTA-15.

En los ensayos para evaluación de germoplasma se encontraron diferencias significativas sobre nodulación; en Chincha sobresalieron Blanco Larán y CIFAC-87066. En Cañete no hubo diferencias en la nodulación entre los materiales estudiados (Cuadro 2).

En cuanto a rendimiento, en Chincha, los 10 materiales lograron un rendimiento significativo, que fue superior cuando fueron inoculados que cuando fueron fertilizados; entre el germoplasma estudiado la respuesta fue altamente significativa. CIFAC-88011 superó a todos al ser inoculado y rindió 3.000 kg/ha; está seguido de CIFAC-87124, CIFAC-87066 y CIFAC-87133 con rendimientos de 2.300 kg/ha (Gráfico 3).

En Cañete no hubo diferencias entre los materiales, al ser fertilizados y al ser inoculados; en ambos casos respondieron igual. Pero sí se encontraron diferentes respuestas entre los materiales inoculados. Con BLANCO LARAN, NEMA-89022 y CIFAC-88011 se obtuvo un rendimiento de 1.700 kg/ha, el rendimiento mas bajo se obtuvo con la LINEA-17 (rojo moteado) con solo 900 kg/ha, aunque en esta línea posiblemente influyó la época de siembra (Gráfico 4).

Los resultados demuestran que las líneas CIFAC (amarillos canarios) tuvieron una alta respuesta a la inoculación y que existe una alta variabilidad entre los genotipos. El rendimiento promedio general en los materiales inoculados fue de 1.740 kg/ha que, comparado con el rendimiento promedio de los materiales fertilizados con N (1.670 kg/ha), representa una ganancia del 5%. En términos numéricos esto es bajo, pero para el agricultor, en términos económicos, significa mucho.

En diciembre se instalaron otros dos ensayos de evaluación de cepas, uno en Chincha y otro en Cañete, para evaluar las mejores cepas de los ensayos anteriores.

Tratamientos: CIAT-632, CIAT-57, COSTA-15, -N, +N (110 kg/ha)
Variedad de frijol: Blanco Larán. Parcelas de 4 surcos de 4 m de largo. Diseño de bloques al azar con 4 repeticiones.

En todos los casos, antes de instalar los ensayos se efectuaron análisis de suelos; siempre se encontró bajo el contenido de materia orgánica, ningún problema de pH, alto en potasio pero bajo en fósforo; por tanto, en todos los ensayos se aplicó éste nutriente.

Resultados

Se evaluó la nodulación en prefloración. En el ensayo de Cañete la nodulación fue cero, por lo que ya no se le dio seguimiento.

Al encontrarse muy constante la pérdida de ensayos, se efectuaron análisis de nitratos (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). En el suelo de Cañete se encontraron 32.63 ppm de nitratos; con mas de 30 ppm ya no es posible encontrar respuesta a la inoculación.

En Chincha se encontró diferencia estadística significativa. Fue mejor la CIAT-632 (35 nódulos); las CIAT-57 y COSTA-15 tuvieron igual comportamiento (21 nódulos) pero diferente al de los tratamientos +N (7 nódulos) y -N (10 nódulos) (Cuadro 3).

En cuanto a rendimiento, no hubo diferencias; sin embargo, la CIAT-57 rindió igual que el testigo +N (15 g/planta) (Cuadro 3).

2.3. Costa 1991

Con las cepas promisorias CIAT-632 y COSTA-15 y las líneas CIFAC 87133, CIFAC 88011 y NEMA 89022 se instalaron 3 ensayos en el mes de mayo. Se incluyó además CIFAC 87005, que se liberaría en los próximos días como CANARIO 2000, junto con

el CANARIO CENTINELA (CIFAC 87133).

Se evaluaron 16 tratamientos en bloques al azar con 4 repeticiones. El manejo fue óptimo y, como en todos los casos de Costa Central, se fertilizó con 120 kg/ha de P_2O_5 y, a los testigos nitrogenados con 110 kg N/ha. Se efectuaron dos aplicaciones de Banrot (a la siembra y a los 8 días) y una de Lannate (a los 8 días). La semilla para estos ensayos nunca fue tratada, muy a pesar de que todos los agricultores de la zona la tratan con Vitavax 300 y con Vencetho. Los tres ensayos fueron afectados por mosca minadora, para lo cual se efectuaron aplicaciones de Politrin N; superado éste problema, el desarrollo de las plantas fue normal.

Resultados

En prefloración se efectuaron las evaluaciones de nodulación. En El Chilcal, Cañete, la nodulación fue 0; el análisis de suelos reportó 26.2 ppm de NH_4^+ y 55 ppm de NO_3^- ; en ésta misma localidad, se efectuó una 2a. evaluación del sistema radical a la floración, y la nodulación continuó nula. El ensayo fue descartado.

En los dos ensayos cosechados se encontraron diferencias altamente significativas, para número de nódulos. En Chincha la más alta nodulación, (39 nódulos), se encontró con la combinación CIFAC 87133 X COSTA-15. El resto de materiales inoculados se comportó igual pero mejor que los testigos +N y -N. En Cañete sobresalió como la mejor noduladora la COSTA-15 con las 4 líneas. Se notó una escasa nodulación en los testigos +N y -N (Cuadro 4).

Para rendimiento, en Chincha, no se encontraron diferencias significativas; sin embargo la combinación CIFAC 87005 X COSTA-15 rindió 2170 kg/ha que comparada con el tratamiento en bajo nitrógeno, 1490 kg/ha, representó una ganancia del 46%. En general, se obtuvo una buena respuesta con la aplicación de nitrógeno, pero en todas las líneas los rendimientos fueron superiores con el empleo de las cepas. Los más bajos rendimientos se encontraron con el tratamiento - N (Cuadro 5).

En Cañete se encontraron diferencias estadísticas significativas. Las líneas NEMA 89022 y CIFAC 87133 respondieron mejor a la inoculación; en cambio, CIFAC 87005 y CIFAC 88011 respondieron mejor a la fertilización nitrogenada. Al comparar los materiales inoculados con los testigos sin fertilizar y sin inocular, se encontró que para NEMA 89022 se tuvo una ganancia de 25%, para CIFAC 87133 de 63% y para CIFAC 88011 de 15%. En la CIFAC 87005 se encontró una buena respuesta a la flora nativa (Cuadro 5).

En época de primavera (octubre), que es campaña chica para frijol, se procedió a evaluar las cepas promisorias en parcelas de confirmación: COSTA-15 (nativa) y CIAT-632, en las localidades de Alto Larán y Chincha Alta (Cooperativa Wiracocha).

Tratamientos:

- 1- CIAT-632 + P
- 2- COSTA-15 + P
- 3- + P
- 4- + N + P
- 5- - N - P

Fertilización:

Fósforo: 120 kg de P_2O_5 /ha

Nitrógeno: 110 kg N/ha

Variedad de frijol: Blanco Larán, en parcelas de 140 m²

Resultados

Los rendimientos obtenidos en Alto Larán fueron de 1428 kg/ha tanto con la cepa CIAT-632 como con la COSTA-15, lo que representó una ganancia del 16% comparando con el testigo sin inocular y con fósforo, cuyo rendimiento fue de 1224 kg/ha.

En Chincha Alta, la ganancia promedio en las parcelas inoculadas fue del 8%. En ambos ensayos se observó muy buena respuesta a la aplicación de fósforo; posiblemente causó un efecto positivo en la flora nativa, ya que en las parcelas sin inocular y sin fertilizar (testigo) el rendimiento decreció en un 50% (Gráfico 5).

3. RED PARA LA COSTA PERUANA

Como resultado del taller de noviembre de 1988, de profesionales ligados a la investigación de FBN, se constituyó una Red, con proyectos a ejecutar con las siguientes instituciones:

Por Perú:

JNIAA, E.E. de Virú en Trujillo
Universidad Agraria La Molina, Lima
Universidad de San Marcos, Lima
Universidad de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho
Universidad Nacional de Piura
Universidad de San Agustín de Arequipa
Universidad Nacional de Cajamarca.

Por Ecuador:

INIAP, E.E. Santa Catalina, Quito.

Por Bolivia:

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno de Santa Cruz.

Se solicitó un apoyo financiero de \$ 1.500.00 por Institución, para poder ejecutar los proyectos, dado que se carecía de fondos para investigación. La respuesta fue negativa.

En febrero de 1990, se planificó con el Dr. William Johnson, del Proyecto Carolina del Norte, en Lima, Perú, un taller sobre investigación en Rizobiología en Perú. Fue organizado por el INIAA, FUNDEAGRO, PROYECTO CAROLINA DEL NORTE y CIAT. Fue coordinado por CIAT (P.P.) Este tuvo una duración de tres días y participaron 25 profesionales. Se elaboró un proyecto de investigación que sería financiado por FUNDEAGRO. No se obtuvieron los fondos.

Dado el interés de los participantes, se constituyó una pequeña Red, en la que los investigadores recibieron un mínimo apoyo económico por parte de PROFRIZA; la Universidad de Arequipa se comprometió a elaborar los inoculantes.

Se instalaron los siguientes ensayos de evaluación de cepas:

Número de ensayos:	Localidad:	Responsable:
2	Piura	Edda Guerra
2	Trujillo	Carlos Valverde
1	Huaral	José Gómez
1	Barranca	José Gómez
1	Camaná	Victor Quiroz
1	Majes	Victor Quiroz

Cepas: CIAT-PERU: 6
U. Cajamarca: 1
U. Ayacucho: 1
U. Arequipa: 1
U. Agraria: 1

Testigos: - N y + N (110 Kg N/ha)

Varietades de frijol: 2 (las de mayor demanda en cada localidad).

Resultados de la Red para la Costa

En general, la nodulación fue baja en todos los ensayos. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en los ensayos de Arequipa. No hubo diferencias en las otras localidades. Los mayores valores se obtuvieron con la cepa OTUZCO (de Cajamarca) al menos en tres localidades (Cuadro 6).

No hubo diferencias entre las variedades Panamito VF-162 y Panamito Local en Piura. Ni entre Bayo Chimú y Blanco La Molina en Trujillo. Ni entre Bayo y Huaralino en Huaral. Sólo en Arequipa, Canario Corriente noduló mejor que Canario Divex.

Por diferentes razones técnicas se cosechó solo un ensayo en cada localidad; en Trujillo, por problemas fitosanitarios, no se cosechó ninguno. Estadísticamente se encontraron diferencias en Piura, en donde los mas altos rendimientos se obtuvieron al inocular con las cepas OTUZCO y CUSCO-6. En las otras localidades no hubo diferencias entre los distintos tratamientos. En Huaral las cepas CUSCO-1 y CIAT-652; y en Arequipa las OTUZCO y COSTA-3, presentaron los mayores rendimientos (Cuadro 7). En CIAT se efectuaron recuentos bacterianos a los inoculantes utilizados, los cuales fueron preparados por la Universidad de Arequipa; se encontró contaminación y una población baja de Rhizobios.

Con inoculantes preparados por CIAT se evaluaron 20 cepas en el campo de un agricultor en Trujillo. Se evaluó nodulación en R5 y no hubo diferencia entre 16 cepas y la flora nativa; en el resto de las cepas la nodulación fue aún menor. En cuanto a rendimiento, no hubo diferencia estadística significativa, aunque los mayores valores se obtuvieron con las cepas CIAT-7001 y CIAT-7136 (Cuadro 8).

En Arequipa, con las cepas más promisorias se instalaron 4 ensayos entre mayo y junio de 1991. Se utilizó la variedad Canario Divex y se aplicaron 2 g de inoculante/ m lineal de cada una de las cepas: CIAT-632, COSTA-9, ODI-32 (Arequipa), COSTA-3, CIAT-652 y La Molina. Testigos - N y + N, y parcelas de 12.5 m².

Se evaluó nodulación en R5; no se encontró diferencia estadística significativa. La flora nativa dió mejores valores que algunas de las cepas sometidas al estudio, y en uno de los casos (agricultor de Camaná) la flora nativa se estimuló con la aplicación de nitrógeno. En la E.E. de Majes nodularon mejor las cepas de Arequipa y La Molina (Cuadro 9).

En cuanto a rendimiento no hubo diferencias en los 4 ensayos. En general, se observó una buena respuesta a la aplicación de nitrógeno. En Camaná, COSTA-9 y en Majes, la cepa de Arequipa mostraron una tendencia al mayor rendimiento (Cuadro 10).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA COSTA PERUANA

Se instalaron en total 18 ensayos en diferentes localidades de Chincha y Cañete; antes de la instalación se investigaron los antecedentes del lote, se fueron descartando los que en el cultivo anterior fueron altamente fertilizado, así como, los que antes presentaron problemas de pudriciones radicales o nemátodos. Se efectuaron los análisis de suelos respectivos. El promedio correspondió a suelos de arenosos a franco arenosos, pH 7.0, bajos en N y P, altos en K. En general, el desarrollo de las plantas fue muy bueno (sanas y vigorosas) pero en un 40% de los ensayos instalados no se encontró nodulación.

A pesar de que se afirma que en suelos con estas características no es posible el efecto residual del nitrógeno, en todos los casos de no nodulación se encontró NO₃⁻ y NH₄⁺ mayores que 30 ppm.

Se recomienda efectuar un estudio específico que lleve a determinar la causa de que en un 40% de los lotes inoculados no se obtuvo nodulación.

De los materiales evaluados en los diferentes ensayos resultaron con mayor capacidad de fijación de nitrógeno: CIFAC 87133, NEMA 89022 Y BLANCO LARAN ; de las cepas: CIAT-632, CIAT-57 y COSTA-15 fueron las mas promisorias.

Se recomienda instalar parcelas de confirmación con estos materiales, a través de diferentes localidades, por dos campañas agrícolas; si se logra una ganancia de por lo menos 25 kg N/ha, se podría efectuar una venta piloto de los inoculantes.

En cuanto a la Red, la información obtenida no es confiable. Si en un futuro se trabaja de esta manera, para los primeros ensayos, se recomienda entregar los inoculantes, y si la preparación se asigna posteriormente a una entidad local, ésta debe contar con un laboratorio que reúna condiciones óptimas de esterilidad, y que tenga buena turba (previamente seleccionada para tal fin). En los inicios, dar asistencia técnica y seguimiento hasta garantizar la buena calidad de los inoculantes.

SIERRA PERUANA

Se efectuaron tres muestreos (uno por año) en las principales zonas frijoleras de Cajamarca y Cusco, para recolectar plantas de frijol que tuvieran nódulos de Rhizobium phaseoli con características de efectivos. Se realizaron en las épocas de prefloración y floración (R5 y R6, respectivamente).

De todos los muestreos efectuados en la Sierra, la mejor población nativa de rizobios se encontró en el Valle Sagrado (Piso de Valle). En un 90% las plantas se encontraron noduladas, y en ellas un 40% de los nódulos presentaron características de efectivos. En las laderas del mismo Valle se encontró una nodulación menor y el porcentaje de nódulos efectivos también fue menor.

En Cajamarca se muestrearon principalmente dos provincias: Chota y Santa Cruz. La nodulación en Chota fue muy similar a la encontrada en las laderas del Valle Sagrado. En Santa Cruz, un buen porcentaje de las plantas de frijol no presentaron nodulación, y en muchos casos los nódulos presentaron características de inefectivos (blancos y pequeños) posiblemente es que el frijol se siembra después de la papa y ésta es fuertemente fertilizada.

Los nódulos se identificaron por localidad; se tomó nota del tipo de suelo, variedad de frijol, del manejo del cultivo, de fertilización, cultivo anterior, y otros aspectos. Las muestras se trabajaron en el CIP. Se efectuaron 150 aislamientos, que se sometieron al proceso de purificación y caracterización; se obtuvieron 50 cepas que fueron evaluadas en invernadero (Manual de Métodos, 1987).

1. Ensayos en Invernadero

Los ensayos de evaluación de cepas se llevaron a cabo en la ciudad de Lima. El primer ensayo se instaló en el CIP; se empleó la variedad de frijol Blanco Salkantay, suelo de Cusco. Se evaluaron 7 cepas de Cusco y 11 de CIAT: las Cusco No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y las CIAT No. 2, 5, 114, 125, 274, 323, 613, 632, 652, 7001, 7002.

El 2o y 3er. ensayo se instalaron en un invernadero de la Estación Experimental La Molina del INIAA. Para el 2o. se utilizó la variedad Blanco Caballero de Cajamarca, de la que posteriormente provino la Blanco Salkantay; se empleó suelo de Cajamarca y se evaluaron 6 cepas de Cajamarca, 13 de Cusco y 4 de CIAT: las Cajamarca No. 2, 3, 4, 5, 6, 7; las Cusco No. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21; y las CIAT No. 2, 114, 125, 274. Para el 3o. se utilizó la variedad Blanco Cajabamba, con suelo de Cajamarca. Se evaluaron 15 cepas de Cajamarca con 8 cepas de CIAT: las Cajamarca No. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y Otuzco (U.N.C.), y las CIAT No. 45, 112, 151, 166, 348, 639, 640, 948.

Los ensayos se instalaron en los meses de junio, julio y agosto, con una temperatura promedio de 15° C, una humedad relativa de 85%, a una altitud de 50 m. El sustrato empleado fue suelo de la Sierra, mezclado con cuarzo en una proporción 1:1 para favorecer la aireación y el drenaje. Se emplearon macetas plásticas con 4 kg del sustrato; se utilizaron dos testigos, + N (200 kg N/ha) y - N (sin fertilizar), en una distribución de bloques al azar con 5 repeticiones.

Resultados en el Invernadero

Se lograron condiciones óptimas de temperatura, humedad, luminosidad, textura del sustrato, y otras, no obstante haber cambiado totalmente de ambiente a las variedades de frijol empleadas y a las cepas nativas, de los 2900 m hasta el nivel del mar; el desarrollo de las plantas fue normal. Logradas las condiciones óptimas para el buen desarrollo del cultivo, el éxito de este tipo de ensayo se basa en probabilidades: a mayor número de cepas, más posibilidades de encontrar cepas efectivas a nivel de invernadero que puedan llevarse a ensayos en campo.

Todos los ensayos se cosecharon a los 60 días y se evaluó el número de nódulos, el peso seco de nódulos, el peso seco de la parte aérea, el porcentaje de nitrógeno, y el rendimiento de nitrógeno por planta. Todas las características evaluadas fueron consideradas, pero se tomó como la más importante el rendimiento de nitrógeno por planta. Para esta variable se observó una alta respuesta a la fertilización nitrogenada.

En ninguna de las variables evaluadas se obtuvo diferencia estadística significativa entre las 20 cepas de Cusco, las 21 de Cajamarca y las 23 cepas de CIAT. En el primer año se seleccionaron las cepas CUSCO-1, CUSCO-6, CIAT-632 y CIAT-7001, las cuales presentaron los más altos valores en el rendimiento de nitrógeno (Gráfico 6).

En el 2o. año se seleccionaron, por sus buenas características, las cepas CUSCO-8, CUSCO-9, CUSCO-10, CIAT-2 y CIAT-274; ésta última superó en rendimiento de nitrógeno al testigo nitrogenado (Gráfico 7). En el tercer ensayo se seleccionaron las cepas CAJAMARCA-12, CAJAMARCA-13, CIAT-112, CIAT-348 y CIAT-948 (Gráfico 8).

Partiendo de estos ensayos se seleccionó un total de 14 cepas (5 de Cusco, 2 de Cajamarca y 7 de CIAT) para evaluarlas en el campo.

2. Ensayos de Campo

2.1. Cusco 1988

Se instalaron 6 ensayos de evaluación de cepas en las localidades de Taray, Coya, Caytupampa, Calca, Grifo y Huayocari a una altitud promedio de 2900 m. Se emplearon las variedades de frijol Blanco Salkantay y ZAV 83099 y las cepas CUSCO-1, CUSCO-6, CIAT-632 y CIAT-7001.

Para la instalación de todos los ensayos de la Sierra se procedió de la siguiente manera:

Diseño experimental: bloques al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental estaba constituida por 4 surcos de 6.6 m de largo, con un área útil de 21.12 m².

Preparación del suelo: Los terrenos donde se instalaron los ensayos fueron preparados por el mismo agricultor en su forma tradicional, haciendo uso de un implemento de tracción animal (bueyes), con una arada y dos pases de rastra. No se efectuó aplicación de herbicidas.

Siembra: La mayoría de los ensayos se instalaron en condiciones de secano; el agricultor tomó la decisión de cuando sembrar, de acuerdo con las lluvias. (octubre en Cusco y noviembre en Cajamarca). La siembra fue manual, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.60 m entre golpes. Se colocaron 3 semillas de frijol y 2 de maíz por golpe. Sobre la semilla se colocó el inoculante en forma granular, a una dosis de 1 g por metro lineal; se tapó inmediatamente.

Fertilización: Todos los ensayos fueron fertilizados a la siembra con 120 kg de P₂ O₅/ha, en forma de superfosfato simple. Para los testigos nitrogenados se utilizó, en el primer año, 180 kg de N/ha, en forma de urea, fraccionada en tres dosis. En los años siguientes se cambió a 120 kg de N/ha.

Manejo: Estuvo en manos del agricultor. Por lo general, la asociación crece entre los cultivos Quinoa y Kiwicha que el agricultor deja y aprovecha como alimento; de igual forma, deja casi cualquier maleza pues le sirve para alimentar a los cuyes que siempre cría para su consumo. En Cajamarca, en un 50% de los casos, se efectuó de una a dos aplicaciones de Kumulos para prevenir un tanto el ataque de Oidium, aunque los principales problemas fueron sequía y heladas.

Resultados

Se evaluó la nodulación a los 50 y 90 días (R5 y R7, aproximadamente). A excepción de una localidad (Huayocari) la nodulación aumentó de los 50 a los 90 días; en general, se encontró disminuida con la aplicación de 180 kg de N/ha.

A los 50 días se encontró una diferencia altamente significativa entre localidades; sobresalieron Huayocari con un promedio de 140 nódulos, y Grifo con 70 nódulos; el resto se comportó igual (promedio: 30 nódulos). En Huayocari sobresalió el comportamiento de Blanco Salkantay como la mejor noduladora. En tratamientos se encontró diferencia significativa en 4 localidades; sobresalió como la mejor la cepa CUSCO-1, seguida de la CIAT-632.

A los 90 días también se encontró diferencia significativa entre localidades; las mejores respuestas se obtuvieron en Caytupampa. En esta etapa, en Huayocari, bajó considerablemente la nodulación aunque sobresalieron las cepas CIAT-632 y CIAT-7001, con más de 100 nódulos efectivos. En tres localidades se encontró una flora nativa muy alta (Cuadro 11).

En el rendimiento de frijol se encontró diferencia significativa entre localidades; sobresalió nuevamente Huayocari, y en ella la variedad Blanco Salkantay. Entre tratamientos no se encontró diferencia; el promedio general más alto se obtuvo con la cepa CIAT-632, resultado que coincide con los altos valores de nódulos encontrados (Cuadro 12).

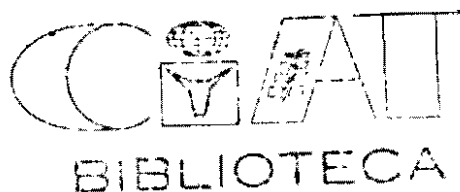
En el rendimiento de maíz se encontró diferencia significativa a la fertilización nitrogenada en dos localidades; en el resto no hubo diferencias, aunque en dos ensayos los más altos rendimientos se obtuvieron con el empleo de la cepa CIAT-632 (Cuadro 13).

2.2. Cusco 1989

En 1989 se instalaron 3 ensayos de evaluación de cepas en Taray, Coya y Yanahuara. Se emplearon las variedades de frijol Blanco Salkantay y Amarillo Gigante, el maíz Amarillo Calca y las cepas CUSCO-8, CUSCO-9, CUSCO-10, CIAT-2 y CIAT-274. Los testigos bajo N y 120 kg de N/ha completaron el ensayo.

Se efectuaron tres ensayos para determinar el nivel óptimo de N, en Taray, Yanahuara y Huychu, siempre a una altitud promedio de 2900 m. Se utilizó la variedad de frijol Blanco Salkantay y el maíz Amarillo Calca. En estos ensayos se utilizó una mezcla de las cepas CIAT-632, CIAT-652 y CIAT-7001.

Los tratamientos fueron los siguientes:



<u>Nivel de Nitrógeno</u>	<u>Inoculante</u>
0	-
0	+
40	-
40	+
80	-
80	+

Este mismo año se instaló en Coya, una parcela de confirmación con la cepa CIAT-632; para ello se emplearon 20 surcos de 12.5 m de largo. Se incluyeron parcelas fertilizadas y de control sin fertilización ni inoculación.

Resultados

Uno de los tres ensayos de evaluación de cepas se perdió por problemas con Oidium. En Coya se encontró diferencia altamente significativa entre variedades para la nodulación. Blanco Salkantay noduló mejor que Amarillo Gigante. No se encontró diferencia entre tratamientos en los dos ensayos; no obstante las cepas CUSCO-8 en Taray y CIAT-274 en Coya, mostraron los mayores valores (Cuadro 14).

En el rendimiento tanto del frijol como del maíz no se encontró diferencia significativa; en el frijol se observó una tendencia de más rendimiento con la cepa CIAT-2 (Cuadro 15).

En los ensayos con diferentes niveles de nitrógeno no se evaluó nodulación sino únicamente el rendimiento. Por el mismo ataque de Oidium se perdió el ensayo de Yanahuara. En Huychu la emergencia no fue uniforme; además hubo ataque de Diabrotica y de Oidium, lo que se refleja en los bajos rendimientos obtenidos. En las parcelas con nitrógeno bajo, el maíz mostró poco desarrollo y color amarillo.

En el frijol no se encontró diferencia entre aplicar 0 y 80 kg de N; con el empleo del inoculante el rendimiento bajó de 100 a 50 kg. En maíz si hubo una alta respuesta a la fertilización nitrogenada: 6000 kg/ha, contra 675 kg/ha obtenidos en las parcelas en las que no se aplicó nitrógeno (Cuadro 16).

En Taray no se encontraron diferencias en el rendimiento del frijol ni del maíz; aparentemente dió igual fertilizar o aplicar inoculante, o incluso no aplicar nada (Cuadro 17).

En la parcela de confirmación instalada en Coya, se obtuvieron con la cepa CIAT-632, 1500 kg/ha de frijol; comparada con la parcela testigo (- N, -inoculante) en la que se obtuvieron 650 kg/ha, representó un 130% de incremento en el rendimiento. El maíz también se vio favorecido con un 80% de incremento en la parcela inoculada (Gráfico 9).

2.3. Cusco 1990

A partir de 1990 se comenzó a trabajar en lotes de ladera, con pendiente entre 50% y 70%, en donde la producción promedio de frijol es de 300 kg/ha y de maíz de 1800 kg/ha. Se instalaron 4 ensayos de evaluación de cepas en la Cooperativa Los Incas, Calca, Macay y Urubamba. Se emplearon las cepas CUSCO-10, Cajamarca-12, Cajamarca-13, y las CIAT 2, 112, 348, 948 y 7001. Se sembró la variedad Amarillo Gigante (K'ello Poroto).

Se instalaron dos parcelas de confirmación para la cepa CIAT-632, en Urubamba y Calca, con la variedad de frijol K'ello Poroto y las variedades de maíz Duro Blanco (Confite), en Urubamba, y Canchero Local, en Calca.

Resultados

Se efectuó una evaluación cualitativa de nodulación en R5, que resultó, de media a baja. En la misma etapa se determinó el peso seco de la parte aérea del frijol y del maíz en dos de los ensayos, pero no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, en Macay se observó incrementos en el peso seco del frijol con 5 de las cepas en estudio (Cuadro 18).

Se logró cosechar frijol en 3 de los 4 ensayos instalados. En la Cooperativa Los Incas se encontró diferencia significativa, y fue mejor la cepa Cajamarca-13 con 1350 kg/ha. En Chimpacalca, esta cepa se comportó superior e igual a CUSCO-10, CIAT-2, CIAT-348 y CIAT-948, con las que se lograron rendimientos superiores a los 2000 kg/ha. En Macay no se encontró diferencia significativa, pero con el empleo de las cepas los rendimientos mostraron una tendencia positiva (Cuadro 19). El ensayo de Urubamba fue sujeto de robo, por lo que no fue considerado.

Para maíz no se encontraron diferencias significativas, aunque en Macay los rendimientos fueron mayores en las parcelas donde el frijol fue inoculado (Cuadro 19).

En la parcela de confirmación para la CIAT-632 en Urubamba, se observó una buena respuesta a la inoculación. Con solo aplicar P y K se obtuvieron, en frijol, incrementos del 25%, y al agregar inoculante el incremento fue de 50%; comparados con el testigo. En maíz se obtuvo el mismo efecto, con incrementos del 75% en la parcela donde el frijol fue inoculado (Gráfico 10).

En Calca se obtuvo buena respuesta a la fertilización con NPK, tanto en frijol como en maíz. El más bajo rendimiento en frijol se obtuvo en la parcela sin inocular pero con P

y K. La flora nativa sin fertilización superó en un 20% a la cepa inoculada y fertilizada (Gráfico 11).

2.4. Cusco 1991

En 1991 se instalaron, siempre en laderas, tres ensayos de evaluación de cepas en las localidades de Paruro, Colcha y Caccsapat. Se empleó la variedad de frijol Kori-Inti y de maíz una variedad criolla. Las cepas empleadas fueron las más promisorias de los ensayos anteriores: CUSCO-10, Cajamarca-12, Cajamarca-13, CIAT-2 y CIAT-7001.

Resultados

En Paruro se encontró una diferencia altamente significativa entre tratamientos en el rendimiento de frijol; no se encontró diferencia entre fertilizar con 120 kg de N/ha y aplicar la cepa Cajamarca-12. La CUSCO-10 tuvo también un buen comportamiento. En todos los casos los rendimientos fueron superiores con el uso de las cepas, en relación con el testigo - N.

Para maíz se encontró una respuesta significativa a la fertilización con N; al comparar los tratamientos inoculados, éstos superaron en un 90% al testigo sin inocular (Cuadro 20).

En Colcha, en frijol, sobresalieron estadísticamente las cepas CUSCO-10, Cajamarca-12 y Cajamarca-13, con ganancias de 200%, sobre el testigo sin inocular. En el maíz, el uso de N superó al resto; al comparar el rendimiento promedio de las parcelas en las que se aplicó inoculante, con la parcela testigo, la ganancia fue del 50% (Cuadro 20).

2.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL VALLE SAGRADO

Entre las variedades de frijol estudiadas en 1988 y 1989, Blanco Salkantay mostró mejores componentes para la fijación biológica, y las cepas CUSCO-1, CUSCO-8, CIAT-274 y CIAT-632 fueron las que más nodularon, especialmente con Blanco Salkantay. Es importante resaltar el buen comportamiento de la flora nativa en varios de los ensayos.

En los ensayos con niveles de nitrógeno, los resultados no fueron concluyentes debido a los ataques de Oidium y Diabrotica. En Huychu se encontró respuesta a la fertilización nitrogenada únicamente en el maíz, pero no en el frijol; posiblemente, el nitrógeno aplicado inhibió tanto al inoculante como a la flora nativa. La presencia del hongo y de la plaga tuvieron un efecto inhibitorio en las bacterias. En Taray, al aplicar 40 kg N/ha, la flora nativa se estimuló y se obtuvo el mayor rendimiento. Se recomienda efectuar de nuevo este tipo de ensayo (Cuadros 16 y 17).

Por los resultados obtenidos en 12 ensayos a través de dos años, se tomó la decisión de no gastar más esfuerzos con evaluaciones de cepas en Piso de Valle.

En las laderas, el nitrógeno es un factor que limita la producción; al estar este elemento disponible, como resultado de la simbiosis se lograron incrementos hasta del 200% en el rendimiento del frijol y 50% en el del maíz. En estas condiciones, las variedades de frijol Amarillo Gigante y Kori-Inti mostraron buena capacidad de fijación de nitrógeno.

Se recomienda trabajar más con las cepas CIAT-2, CUSCO-10, CAJAMARCA-12 y CAJAMARCA-13. Con base en esos resultados, llevar las tres mejores cepas a parcelas de confirmación, como pasos indispensables antes de reproducirlas como inoculantes.

3.1. Cajamarca 1988

El primer año se instalaron 6 ensayos para evaluar las cepas CUSCO-1, CUSCO-6, CIAT-7001 y CIAT-632; hubo dos testigos, uno sin fertilizar y sin inocular y otro con 180 kg N/ha. Se utilizaron las variedades de frijol Cajamarca 64-1 y Puebla 444 y la variedad de maíz Amarillo Local. Se evaluaron 4 ensayos por nodulación en prefloración y por rendimiento de grano. Dos ensayos se perdieron por exceso de humedad.

Resultados

Se hizo un análisis de dos factores en bloques completos al azar, combinados a través de localidades; se encontró una nodulación altamente significativa entre variedades. Cajamarca 64-1, con 70 nódulos efectivos, fue superior a Puebla 444, con sólo 26 nódulos.

Hubo diferencias entre localidades; la mejor nodulación se dio en la E. E. de Cajabamba, con un suelo franco de pH 5.0, materia orgánica 0.9%, fósforo 2.6 ppm, y de potasio 1348 kg/ha de K₂O. El promedio fue de 60 nódulos efectivos. La más baja nodulación se encontró en Sivingan (30 nódulos), en un suelo franco-arcilloso, con un pH de 7.8, materia orgánica 2.97%, fósforo 5.8 ppm, y de potasio 1350 kg/ha de K₂O.

También hubo diferencias significativas entre cepas. La mejor respuesta se obtuvo con la cepa CUSCO-6 y un comportamiento semejante se obtuvo con la CIAT-632; las otras dos cepas no difirieron de la flora nativa. La nodulación más baja fue la del testigo + N (180 kg N/ha) (Cuadro 21).

En los análisis para cada localidad, no se encontró diferencia significativa entre cepas, aunque los más altos valores se hallaron en tres localidades con la cepa CUSCO-6 (Cuadro 21).

Para rendimiento de frijol se obtuvo una diferencia altamente significativa entre variedades; Cajamarca 64-1 rindió 840 kg/ha y Puebla 444, 700 kg/ha. Se logró un incremento significativo en dos localidades al inocular con la cepa CIAT-7001.

El rendimiento en maíz se incrementó significativamente en tres ensayos cuando el frijol fue inoculado. El maíz respondió a la fertilización nitrogenada a diferencia del frijol, cuyos

rendimientos se vieron reducidos con la aplicación del nitrógeno (Cuadro 22).

3.2. Cajamarca 1989

En el mes de octubre se instalaron 6 ensayos de evaluación de cepas; éstas fueron CIAT-2, CIAT-274, CUSCO-8, CUSCO-9 y CUSCO-10. Se incluyó un testigo sin inocular y sin N y un testigo con 120 kg de N/ha. Se emplearon las variedades de frijol Gloriabamba y Cajamarca 64-1 y la variedad de maíz Amarillo Local.

También se instalaron 2 parcelas de confirmación con las cepas CIAT-632 y CIAT-7001. Cada una de ellas constó de 4 subparcelas:

- 1- Inoculada + P
- 2- 80-120-00
- 3- 00-000-00
- 4- 00-120-00

Cada subparcela tenía 30 surcos de 20 m de largo.

Siete de éstos ensayos se perdieron por causa de las heladas: la primera los días 7-8 de noviembre a tres semanas de instalados los ensayos, y la segunda los días 30-31 de diciembre. Posteriormente, una prolongada sequía terminó con los ensayos.

Por esa razón, en marzo siguiente se instalaron 5 ensayos con las mismas cepas en la variedad de frijol Gloriabamba, en las localidades de Cochabamba (2), Cercado (2) y Sivingan (1).

Resultados

En general, en este año la nodulación fue muy baja, con un promedio de 15 nódulos efectivos por planta. Se presentaron diferencias en la nodulación entre las 5 localidades; la más baja se dio en Sivingan. La cepa que mejor noduló fue CIAT-2, estadísticamente diferente del resto.

Al efectuar el análisis por localidad, se encontró una considerable reducción en la nodulación bajo el efecto de la fertilización nitrogenada; siempre hubo mas nódulos cuando se emplearon las cepas. Bajo estas condiciones de poca nodulación, la flora nativa se pudo considerar alta (Cuadro 23).

En el análisis combinado entre localidades se encontró que el rendimiento de frijol fue significativamente diferente. En Sivingan, en donde se encontró la más baja nodulación, el rendimiento fue de 500 kg/ha. En el resto de las localidades el frijol rindió un promedio de 600 kg/ha.

Hubo diferencia altamente significativa en el rendimiento de frijol con las cepas CUSCO-10 y CIAT-2 (720 kg/ha), lo que representa un incremento del 64% comparando con el testigo -N y -inoculante, cuyo rendimiento fue de 440 kg/ha. Esto se obtuvo en 4 de las

5 fincas. En la 5a. finca, aunque no hubo diferencias, los rendimientos en las parcelas inoculadas siempre fueron mayores que en los testigos. El rendimiento del frijol con fertilizante nitrogenado fue menor (Cuadro 24).

Para el maíz se encontró una respuesta altamente significativa al aplicar 120 kg de N/ha con un rendimiento de 3500 kg/ha. Se encontró una buena respuesta con las cepas CIAT-2 y CIAT-274 (2980 kg/ha) cuyos rendimientos superaron en un 45% al testigo -N y sin inocular (2050 kg/ha). En 4 de las 5 fincas los rendimientos más bajos se registraron cuando no se inoculó el frijol y no se aplicó nitrógeno (Cuadro 25).

En la única parcela de confirmación cosechada, se encontró una ganancia de 100% en el rendimiento de frijol con el empleo de la cepa CIAT-7001, al compararla con el testigo + P y sin inocular. En maíz no se obtuvo ninguna diferencia (Gráfico 12).

3.3. Cajamarca 1990

Se instalaron 10 ensayos de evaluación de cepas; estas fueron CUSCO-10, Cajamarca-12, Cajamarca-13, CIAT-2, CIAT-112, CIAT-348, CIAT-948 y CIAT-7001. Se incluyeron los testigos - N y + N, y se empleó la variedad Gloriabamba y el maíz la Amarillo Local.

Con las mejores cepas de los años anteriores, CUSCO-10, CIAT-632 y CIAT-7001, se instalaron dos parcelas de confirmación para cada una de ellas. Para cada parcela se organizaron cuatro sub-parcelas con 10 surcos de 10 m de largo, con los siguientes tratamientos:

- 1- 100-120-60
- 2- Inoculado + 120-60
- 3- 00-120-60
- 4- 00-00-00

Se instalaron 4 ensayos inoculados con Rhizobium para encontrar la dosis óptima de inoculante, y para determinar la necesidad de P y K. Se empleó la variedad de frijol Gloriabamba, y de maíz la Marginal. Se inoculó con la cepa CUSCO-10. Se utilizó una parcela con 6 surcos de 6.6 m de largo. Se aplicaron 3 dosis de inoculante: a) 1.0 g/m, b) 0.5 g/m, y c) sin inocular. Se fertilizó con 120 kg P₂O₅/ha y 60 kg ClK/ha. Un total de 6 tratamientos:

- 1- +P +K + 1.0 g/m
- 2- +P +K + 0.5 g/m
- 3- +P +K - inoc.
- 4- -P -K + 1.0g/m
- 5- -P -K + 0.5 g/m
- 6- -P -K - inoc.

Resultados

En 7 ensayos de selección de cepas, de los 10 instalados (tres se perdieron por sequía) se determinaron pesos secos de frijol (en V4) y de maíz. Solo en uno de ellos se encontró diferencia estadística significativa para el frijol frente al testigo alto N, seguido de la cepa CIAT-112. Del resto no hubo diferencias. En frijol, en la mayoría de los casos, hubo más peso seco cuando se aplicó inoculante, comparando con el testigo sin inocular y sin N (Cuadro 26). En maíz, en el 60% de los ensayos evaluados, se observaron incrementos en las parcelas inoculadas (Cuadro 27).

Sólo en cuatro ensayos se logró evaluar el rendimiento en grano de frijol y de maíz. En frijol, solo en uno de ellos se encontró una respuesta significativa con las cepas CUSCO-10 y CIAT-7001, aunque en los tres restantes los rendimientos mejoraron con el uso de las cepas (Cuadro 28).

En maíz, en tres ensayos, se encontró respuesta significativa a la aplicación de nitrógeno. En Lajas, el maíz con las cepas CUSCO-10 y CIAT-948 respondió de igual manera que con alto N. En Cochabamba y Sivingan, se obtuvieron incrementos en el rendimiento de maíz en las parcelas en que el frijol fue inoculado (Cuadro 29).

De los ensayos para dosificar inoculante, sólo se logró cosechar el frijol; los problemas de la sequía no permitieron un desarrollo normal del maíz. En dos localidades no se encontró diferencia significativa entre usar 1.0 ó 0.5 g/m de inoculante. Se lograron incrementos del 60% con la aplicación de 0.5 g/m (-P, -K) comparando con el tratamiento sin inocular. En presencia o ausencia de P y K, hubo respuesta a la aplicación del inoculante; los rendimientos fueron estadísticamente iguales. Con el testigo -P -K y sin inocular, se obtuvo el más bajo rendimiento en las tres localidades (Cuadro 30).

Las 6 parcelas de confirmación se perdieron por la sequía.

3.4. Cajamarca 1991

Se instalaron 4 ensayos para evaluación de cepas en la localidad de Chota, con las cepas más promisorias de los ensayos anteriores, a saber: CUSCO-10, CAJAMARCA-12, CAJAMARCA-13, CIAT-2 y CIAT-7001.

Se instalaron 6 parcelas de confirmación, dos para cada una de las cepas CIAT-2, CIAT-7001 y CUSCO-10. Para cada parcela se incluyó una parcela como testigo absoluto (sin fertilizar y sin inocular) y se hicieron tres repeticiones. El tamaño de la parcela fue de 10 surcos de 10 m de largo.

Resultados

A los tres ensayos cosechados para evaluación de cepas se les hizo un análisis combinado a través de localidades. En el rendimiento del frijol se encontró una diferencia significativa entre las localidades y una diferencia altamente significativa entre los tratamientos con las cepas de Cajamarca y con la de Cusco. Con las cepas CIAT se consiguió igual efecto que con la aplicación de 120 kg de N/ha. En el maíz, la respuesta al N fue significativa. Con la aplicación de las cepas, el rendimiento del maíz fue superior al del tratamiento con bajo N y sin inocular.

En los ANOVAS de los rendimientos de frijol por localidad, se encontró que en Anchanchón sobresalieron significativamente CUSCO-10, Cajamarca-12 y Cajamarca-13; en Bocatoma CUSCO-10, y en Pingobamba Cajamarca-12 y Cajamarca-13 (Cuadro 31).

En las tres parcelas de confirmación cosechadas, el rendimiento del frijol fue superior en las parcelas inoculadas, con una ganancia promedio de 22%. En el maíz, en los tres casos, se obtuvieron los mayores rendimientos en las parcelas donde el frijol fue inoculado. Al comparar con las parcelas testigo, la ganancia en el rendimiento del maíz fue de 12% (Gráfico 13).

Con base en estos resultados, en la campaña de 1991, con el apoyo de la Universidad Nacional de Cajamarca y de la E. E. Baños del Inca, se llevó a cabo un proyecto piloto de venta de inoculantes con las mejores cepas. Se produjeron y se vendieron 100 bolsas de inoculantes a pequeños agricultores de los Municipios de Chota y Santa Cruz. En el transcurso de la campaña se pasaron tres encuestas, con el fin de determinar la factibilidad del uso de los inoculantes por los agricultores. Esta información se reportará en un trabajo posterior.

3.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA CAJAMARCA

Durante los años 1988, 1989, 1990 y 1991, se instalaron 50 ensayos; en 24 de estos se obtuvieron resultados, lo que representa una pérdida de 52% de los ensayos instalados. El problema más importante fue la sequía; en el año 1989 se sumó a ésta, el problema de las heladas. Se recomienda por lo tanto, para estudios posteriores en esta localidad, prever esta situación e instalar el doble de los ensayos que se tengan programados; así se logrará información confiable.

Se pudo concluir que dentro de las variedades de frijol empleadas, Cajamarca 64-1 y Gloriabamba, demostraron mayor eficiencia simbiótica con las cepas.

Las mejores cepas fueron: en 1988 la CIAT-7001; en 1989 y 1990 las CUSCO-10 y CIAT-2; y en 1991 las CUSCO-10 y Cajamarca-13. Estas cepas fueron significativamente superiores en 10 de los 16 ensayos. La ganancia promedio en el rendimiento de frijol fue de 54%, y de 72% en el rendimiento del maíz (Cuadro 32).

Se recomienda, aun a pesar de lo positivo de los resultados, no pensar que ya todo está resuelto; queda aún pendiente la evaluación en parcelas de confirmación de las cepas CAJAMARCA-12 y CAJAMARCA-13 y ensayos con mezclas de las cepas recomendadas. Además es importante determinar si el agricultor adoptará los inoculantes, y la capacidad de la Universidad Nacional de Cajamarca para lograr una distribución permanente de inoculantes de buena calidad.

RECOMENDACIONES PARA ECUADOR

Debido a que el INIAP aún no cuenta con cepas promisorias, que puedan servir para la elaboración de inoculantes, se les sugiere lo siguiente: paralelamente al cumplimiento de los objetivos ya definidos en el proyecto CRSP INIAP Universidad de Minnesota, trabajar por 2 o 3 campañas agrícolas con ensayos de evaluación de cepas en unas 6 localidades contrastantes, y con un mínimo de 2 ensayos por localidad; además, utilizar las cepas CUSCO-10, CAJAMARCA-12, CAJAMARCA-13, CIAT-2, CIAT-7001 para localidades situadas a más de 1500 m que reúnan condiciones similares a las de la Sierra Peruana, descritas en este trabajo.

RECOMENDACIONES PARA BOLIVIA

Como resultado de los trabajos de tesis desarrollados por la U.A.G.R.M. de Santa Cruz, cuyo objetivo fue evaluar cepas en campos de agricultores, se seleccionó la cepa CIAT-899. Con esta cepa el Centro de Investigación Agrícola Tropical, en 1992, produjo inoculante para 3000 ha. Se les sugiere continuar en 2 o 3 campañas agrícolas con ensayos de evaluación de cepas, ya que el germoplasma bacteriano estudiado ha sido muy limitado y las posibilidades de encontrar cepas eficientes para las condiciones de Santa Cruz son altas. Análisis de calidad efectuados por CIAT a los inoculantes mostraron recuentos de 10^9 bacterias/g, que es muy buena población de rizobios. Sin embargo mostraron contaminación leve de otras bacterias y contaminación fuerte de hongos, lo cual es muy fácil de controlar.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece al Centro Internacional de la Papa, que por cuatro años facilitó laboratorios, equipos e invernaderos para un óptimo manejo de las cepas. Al Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Agroindustrial de El Perú, por el apoyo brindado para la ejecución de los ensayos en el campo. Muy especialmente a los ingenieros agrónomos Eladio Cantoral de la E.E. de Chíncha, Vidal Ortiz de la E.E. Andenes de Cusco, y Elmer Rojas de PROFRIZA, Cajamarca.

Cuadro 1. Número de nódulos por planta, lectura a los 30 días, media de dos variedades, Costa Central de El Perú, 1990.

TRATAMIENTO	CHINCHA	CAÑETE
CIAT-632	21a *	14ab
CIAT-57	17ab	22a
COSTA-15	14ab	14ab
COSTA-9	12ab	7ab
CIAT-652	9ab	5 b
COSTA-3	9ab	15ab
CIAT-144	9ab	6ab
CIAT-876	8 b	14ab
CIAT-2	6 b	10ab
CIAT-274	5 b	18ab
- N	5 b	1 b
+ N	3 b	1 b

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 2. Respuesta a la inoculación en número de nódulos por planta, lectura a los 30 días. Costa Central de El Perú, 1990.

GERMOPLASMA	CHINCHA	CAÑETE
Blanco Larán	25a *	19
CIFAC 87066	25a	16
CIFAC 87133	20ab	24
NEMA 89022	19ab	15
CIFAC 88011	15 bc	24
CIFEP 87008	13 bc	28
CIFAC 87124	11 bc	13
LINEA 17	8 c	10
CANARIO DIVEX	7 c	14
CIFAC 87005	6 c	20

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% Duncan

Cuadro 3. Respuesta a la inoculación en número de nódulos y rendimiento en gramos/planta. Chincha, Perú, 1991.

TRATAMIENTO	No. NODULOS/PLANTA	RENDIMIENTO g/PLANT.
CIAT-632	35a *	9.0
CIAT-57	21ab	15.0
COSTA-15	21ab	11.0
- N	10 b	11.0
+ N	7 b	15.0

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% Duncan

Cuadro 4. Respuesta a la inoculación con Rhizobium en Germoplasma seleccionado para FBN. Número de nódulos/planta. Costa Central del Perú, 1991.

TRATAMIENTO		CHINCHA	CAÑETE
NEMA 89022 X	CIAT-632	20 b *	22abc
	COSTA-15	9 bc	24a
	+ N	2 c	1 e
	- N	2 c	3 e
CIFAC 87005 X	CIAT-632	9 bc	30a
	COSTA-15	13 bc	17abcd
	+ N	1 c	2 e
	- N	2 c	4 de
CIFAC 87133 X	CIAT-632	20 b	9 cde
	COSTA-15	39a	23ab
	+ N	1 c	4 de
	- N	1 c	1 e
CIFAC 88011 X	CIAT-632	15 bc	10 bcde
	COSTA-15	13 bc	27a
	+ N	1 c	1 e
	- N	3 c	3 e

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 5. Respuesta a la inoculación con Rhizobium en Germoplasma seleccionado para FBN. Rendimiento en kg/ha. Costa Central, Perú, 1991.

TRATAMIENTO		CHINCHA	CAÑETE
NEMA 89022 X	CIAT-632	1595	678 bc *
	COSTA-15	1925	758abc
	+ N	1663	580 cde
	- N	1782	575 cde
CIFAC 87005 X	CIAT-632	1404	677 bc
	COSTA-15	2171	701 bc
	+ N	1930	980a
	- N	1491	736abc
CIFAC 87133 X	CIAT-632	1857	387 def
	COSTA-15	1794	589 cde
	+ N	2008	358 ef
	- N	1432	300 f
CIFAC 88011 X	CIAT-632	1962	778abc
	COSTA-15	1895	690 bc
	+ N	2062	867ab
	- N	1880	637 bcd

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 6. Respuesta de frijol a la inoculación con Rhizobium (No. de nódulos/planta) Costa Peruana, 1991.

TRATAMIENTO	LOCALIDAD			
	PIURA	TRUJILLO	HUARAL	AREQUIPA
CUSCO-1	15	9	28	16ab *
CUSCO-6	19	10	21	23ab
COSTA-3	17	22	21	37ab
COSTA-9	11	17	12	28ab
CIAT-632	10	18	15	20ab
CIAT-652	9	14	26	34ab
OTUZCO	20	10	33	48a
LA MOLINA	12	10	10	32ab
AYACUCHO	14	21	11	43a
AREQUIPA	16	24	20	26ab
+ N	7	4	6	2 b
- N	13	7	9	28ab
MEDIA	14	14	18	28
C.V. %	60	97	100	68

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 7. Rendimiento de frijol(kg/ha), inoculado con Rhizobium. Costa Peruana, 1991.

TRATAMIENTO	LOCALIDAD		
	PIURA	HUARAL	AREQUIPA
CUSCO-1	1372 cd	1630	1043
CUSCO-6	1670ab *	1360	1340
COSTA-3	1099 de	1540	1708
COSTA-9	1053 e	1620	1564
CIAT-632	724 f	1010	1525
CIAT-652	766 f	1640	1650
OTUZCO	1757a	1330	1728
LA MOLINA	1308 cd	1210	1372
AYACUCHO	1459 bc	1280	1246
AREQUIPA	1065 e	1260	1338
+ N	774 f	1130	644
- N	1369 cd	1390	1330
MEDIA	1200	1370	1374
C.V. %	16	36	29

* Medias con igual literal no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 8. Ensayo de Selección de Cepas, Trujillo, Perú, 1991.

Tratamiento	No. Nódulos/planta	Rendimiento (kg/ha)
CIAT 348	151ab*	1229
CIAT 151	135ab	1179
CIAT 274	112ab	963
CIAT 613	125ab	1151
CIAT 7001	126ab	1356
CIAT 652	118ab	986
CIAT 876	135ab	1207
CIAT 948	139ab	1197
CIAT 7136	117ab	1323
CIAT 166	98 b	1095
CIAT 45	89 b	929
CIAT 112	109ab	1143
CIAT 639	91 b	1019
CIAT 5	110ab	754
CIAT 640	89 b	895
CIAT 899	128ab	1260
CIAT 144	116ab	795
CIAT 2	172ab	957
CIAT 113	115ab	821
CIAT 632	136ab	1129
+ N	9 c	1184
- N	159ab	1235
Media	117	1082
C.V. %	30	22

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan).

Cuadro 9. Ensayo de Selección de Cepas, Número de nódulos por planta en R5. Arequipa, Perú, 1991.

TRATAMIENTO	LOCALIDAD			
	AGRICULTOR CAMANA	E. E. CAMANA	AGRICULTOR MAJES	E. E. MAJES
CIAT-632	21	18	18	24
CIAT-652	27	17	17	31
COSTA-3	28	19	17	25
COSTA-9	22	20	32	30
LA MOLINA	14	23	13	43
AREQUIPA	17	25	16	36
- N	24	21	9	25
+ N	36	19	20	20
MEDIA	24	20	17	29
C. V. %	45	45	66	52

Cuadro 10. Ensayo de Selección de Cepas. Rendimiento de frijol en kg/ha. Arequipa, Perú, 1991.

TRATAMIENTO	LOCALIDAD			
	AGRICULTOR CAMANA	E. E. CAMANA	AGRICULTOR MAJES	E. E. MAJES
CIAT-632	566	2612	582	1929
CIAT-652	480	2586	838	1900
COSTA-3	484	2705	680	1656
COSTA-9	626	2779	754	1672
LA MOLINA	429	2680	366	1850
AREQUIPA	415	2360	767	2123
- N	347	2544	860	1725
+ N	828	2490	988	2418
MEDIA	522	2595	730	1909
C.V. %	38	13	31	23

Cuadro 11. Número promedio de nódulos/planta de dos variedades de frijol, lecturas a los 50 y 90 días, Cusco, Perú, 1988.

TRATAMIENTO	Localidad											
	Taray		Coya		Calca		Cayupampa		Grifo		Huayocari	
	50 d	90 d	50 d	90 d	50 d	90 d	50 d	90 d	50 d	90 d	50 d	90 d
CUSCO 1	50a *	185	29 bc	117	42a	108	34	130	148	147	171a	39 bc
CUSCO 6	36ab	89	39a	108	40a	102	31	142	56	109	137ab	68abc
CIAT 7001	38ab	96	36ab	121	26ab	54	26	202	28	53	131ab	128a
CIAT 632	50a	171	25 c	164	34ab	68	23	126	88	116	169a	100ab
+ N	24 b	43	1 d	39	16 b	115	26	112	49	63	41 b	20 c
- N	40ab	113	2 d	61	24ab	87	28	161	38	140	199a	44 bc

* Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 12. Rendimiento promedio de dos variedades de frijol (kg/ha) inoculadas con Rhizobium y asociadas con maíz. Cusco, Perú, 1988.

Tratamiento	Localidad					
	Taray	Coya	Calca	Caytupampa	Grifo	Huayocari
CUSCO 1	579	519	526	600	317ab	883
CUSCO 6	619	557	311	699	307ab	692
CIAT 7001	579	618	261	727	201 b	118
CIAT 632	841	512	293	664	308ab	1043
+ N	639	805	488	445	321ab	835
- N	475	508	446	911	417a	753

* Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente 5% (Duncan)

Cuadro 13. Rendimiento de maíz (kg/ha) asociado con frijol inoculado con Rhizobium. Cusco, Perú, 1988.

Tratamiento	Localidad					
	Taray	Coya	Calca	Caytupampa	Grifo	Huayocari
CUSCO 1	3231 b*	6090	1306	5700	7150	2106 b
CUSCO 6	4057 b	6558	1273	5009	6516	1958 b
CIAT 7001	3846 b	6318	1664	5573	5477	2326 b
CIAT 632	4035 b	6125	1705	5796	7729	2265 b
+ N	5609a	6944	1651	7126	6876	4724a
- N	3725 b	6045	1520	5870	7314	2197 b

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente 5% (Duncan)

Cuadro 14. Número de nódulos/planta. Promedio de dos variedades de frijol. Lectura a los 50 días. Cusco, Perú, 1989.

Tratamiento	Localidad	
	Taray	Coya
CUSCO 8	77	51
CUSCO 9	27	54
CUSCO 10	49	39
CIAT 2	37	43
CIAT 274	67	69
+ N	42	53
- N	50	34

Cuadro 15. Rendimientos promedio de dos variedades de frijol inoculadas con Rhizobium y asociadas con maíz (kg/ha) Cusco, Perú, 1989.

Tratamiento	Localidad			
	Taray		Coya	
	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz
CUSCO 8	795	3159	718	3890
CUSCO 9	958	3498	717	3009
CUSCO 10	694	3678	641	3095
CIAT 2	1043	3381	911	3159
CIAT 274	923	3742	827	2858
+ N	863	3355	799	3299
- N	807	3382	797	3696

Cuadro 16. Ensayo de dos niveles de Nitrógeno en frijol inoculado con Rhizobium y asociado con maíz. Huychu, Cusco, Perú, 1989.

Tratamiento	Rendimientos en kg/ha	
	Frijol	Maíz
- N, - Inoculante	119	577
- N, + Inoculante	53	744
80 Kg N, - Inoculante	100	6017
80 Kg N, + Inoculante	41	6091

Cuadro 17. Ensayo de tres niveles de Nitrógeno en frijol inoculado con Rhizobium y asociado con maíz. Taray, Cusco, Perú, 1989.

Tratamiento	Rendimientos en kg/ha	
	Frijol	Maíz
- N, - Inoculante	893	4758
- N, + Inoculante	691	3279
40 Kg N, - Inoculante	1099	4158
40 Kg N, + Inoculante	906	4522
80 Kg N, - Inoculante	795	2808
80 Kg N, + Inoculante	720	4051

Cuadro 18. Efecto de la inoculación con *Rhizobium* comparada con un fertilizante nitrogenado en frijol asociado con maíz. Peso seco parte aérea de frijol y maíz (g/2 plantas) Lectura en R5. Cusco, Perú, 1990.

Tratamiento	Localidad			
	Chimpacalca		Macay	
	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz
CUSCO 10	125	257	58	151
CAJAMARCA 12	110	154	43	176
CAJAMARCA 13	83	272	29	121
CIAT 2	122	228	23	174
CIAT 112	121	244	63	218
CIAT 348	86	265	50	189
CIAT 948	120	463	27	143
CIAT 7001	80	132	44	141
+ N	139	252	33	113
- N	127	256	30	197
Media	111	252	40	162
C.V. %	33	53	63	34

Cuadro 19. Rendimientos de frijol inoculado con *Rhizobium* y asociado con maíz (kg/ha). Cusco, Perú, 1990.

Tratamiento	Localidad				
	Cooperativa Los Incas		Macay		Chimpacalca
	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol
CUSCO 10	707 c*	2856	781	4575	2056ab
CAJAM 12	995 bc	2781	459	4306	1280 cd
CAJAM 13	1356a	2405	490	3905	2065ab
CIAT 2	959 bc	2255	552	4685	2218ab
CIAT 112	671 c	3984	521	3432	947 d
CIAT 348	995 bc	3458	497	4808	2380a
CIAT 948	707 c	3157	762	4630	2317a
CIAT 7001	995 bc	2631	758	4792	1930 b
+ N	1226ab	1954	513	4436	1407 c
- N	794 c	3007	389	2946	1136 cd
Media	941	2849	572	4252	1774
C.V. %	20	37	37	31	11

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan)

Cuadro 20. Rendimientos promedio de frijol (Var. Kori-Inti) inoculada con *Rhizobium* y asociada con maíz (kg/ha). Ensayos en laderas, Cusco, Perú, 1991.

Tratamiento	Localidad			
	Paruro		Colcha	
	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz
CUSCO 10	1528 b *	3124 b	1273a	2055 b
CAJAMARCA 12	1597ab	3494 b	1296a	1624 c
CAJAMARCA 13	1273 c	3370 b	1134a	1212 cd
CIAT 2	903 d	3370 b	741 b	2096 b
CIAT 7001	648 e	3000 b	744 b	1603 c
+ N	1736a	5055a	1435a	3699a
- N	417 f	1685 c	370 c	1151 d

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan).

Cuadro 21. Número promedio de nódulos/planta, lectura a los 60 días, Cajamarca, Perú, 1988. Medias de dos variedades de frijol.

Tratamiento	Localidad				
	Cajabamba	Sivingan	Pingo	Cabracancho	X
CIAT 7001	66	34	59	44	51ab
CIAT 632	89	37	49	58	58a
CUSCO 1	53	36	38	46	43 bc
CUSCO 6	53	37	81	63	59a
+ N	36	19	45	35	34 c
- N	62	28	39	43	43 bc

Cuadro 22. Efecto de la inoculación con *Rhizobium*, comparada con la aplicación de un fertilizante nitrogenado, en el rendimiento de frijol y maíz (kg/ha). Cajamarca, Perú, 1988. Medias de dos variedades de frijol.

Tratamiento	Cajabamba		Sivingan		Pingo		Cabracancho	
	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz
CIAT 7001	720a*	2610 bc	663a	2438 b	800a	2350 b	1189	2634 b
CIAT 632	696ab	2154 c	618ab	2620ab	450 c	2055 b	1494	2760 b
CUSCO 1	661ab	3715 b	504ab	2795a	551 bc	2024 b	1211	2392 c
CUSCO 6	551abc	3033 bc	592ab	2440 b	699ab	2038 b	1379	2500 c
+ N	361 c	6391a	533ab	2748a	732a	3470a	1286	2924
-N -INOC.	503 bc	2231 c	386 b	1007 c	716a	928 c	1359	915 d

* Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 23. Número promedio de nódulos/planta, variedad de frijol Gloriabamba. Lectura a los 60 días, Cajamarca, Perú, 1989.

Tratamiento	Localidad				
	Cochabamba1	Cochabamba2	Cercado 1	Cercado 2	Sivingan
CUSCO 8	19 b*	17ab	14a	16a	5
CUSCO 9	18 b	16ab	15a	20a	5
CUSCO 10	18 b	17ab	17a	15a	6
CIAT 2	24a	20a	18a	17a	6
CIAT 274	17 b	16ab	14a	15a	6
+ N	8 c	7 c	7 b	6 b	3
- N	17 b	15 b	18a	18a	2

* Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% (Duncan)

Cuadro 24. Rendimiento promedio de frijol variedad Gloriabamba (kg/ha) inoculada con Rhizobium y asociada con maíz. Cajamarca, Perú, 1989.

Tratamiento	Localidad				
	Cochabamba1	Cochabamba2	Cercado 1	Cercado 2	Sivingan
CUSCO 8	675	561 b*	535 cd	517 bc	402 c
CUSCO 9	606	597 b	488 d	506 bc	393 c
CUSCO 10	628	789a	689 b	799a	711a
CIAT 2	606	765a	783a	767a	619ab
CIAT 274	635	580 b	574 c	552 bc	504 bc
+ N	471	448 c	394 e	460 c	434 c
- N	562	547 b	412 e	586 b	425 c

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan)

Cuadro 25. Rendimiento de maíz (kg/ha) asociado con frijol inoculado con Rhizobium, Cajamarca, Perú, 1989.

Tratamiento	Localidad				
	Cochabamba1	Cochabamba2	Cercado 1	Cercado 2	Sivingan
CUSCO 8	2070	3281 bc*	2605a	3195	2602ab
CUSCO 9	2020	2993 bc	2945a	3330	2404abc
CUSCO 10	2575	3453 b	2433ab	3048	1987 bc
CIAT 2	2020	3283 bc	2811a	3902	2898a
CIAT 274	2296	3180 bc	2920a	3423	2847a
+ N	2752	4397a	3451a	4362	2931a
- N	2247	2398 c	1496 b	2387	1718 c

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan).

Cuadro 26. Respuesta a la inoculación con *Rhizobium*, en frijol asociado con maíz. Peso seco parte aérea de frijol (g/2 plantas). Cajamarca, 1990.

Tratamiento	Localidad						
	Chuyabamba	Chuyabamba	Toril	Lajas-1	Lajas-2	Cochabamba	Sivingan
CUSCO 10	10	11 bc*	15	18	11	7	4
Cajamarca 12	6	12 bc	9	29	9	8	6
Cajamarca 13	9	13 bc	13	23	14	7	5
CIAT-2	8	10 c	13	14	19	11	4
CIAT-112	9	18ab	13	22	16	10	5
CIAT-348	9	13 bc	13	27	9	12	5
CIAT-948	10	11 bc	17	31	17	9	5
CIAT-7001	8	12 bc	12	28	10	5	4
+ N	9	22a	11	21	11	10	6
- N	6	13 bc	13	19	10	9	9
Media	8	13	13	23	13	9	5
C.V. %	36	25	50	50	47	58	45

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan).

Cuadro 27. Respuesta a la inoculación con Rhizobium, en frijol asociado con maíz. Peso seco parte aérea de maíz (g/2 plantas). Cajamarca, 1990.

Tratamiento	Localidad						
	Chuyabamba	Chuyabamba	Chuyabamba	Toril	Lajas-1	Lajas-2	Cochabamba
CUSCO 10	37	88	60	68	39	72	21
Cajamarca 12	32	72	37	64	34	67	14
Cajamarca 13	39	70	39	77	35	62	28
CIAT 2	30	55	40	47	39	54	24
CIAT 112	29	73	45	67	41	104	11
CIAT 348	22	63	41	71	34	73	23
CIAT 948	30	58	51	67	37	57	18
CIAT 7001	31	102	42	56	29	44	18
+ N	38	98	69	74	45	57	23
- N	22	59	60	86	45	58	14
Media	31	74	48	68	38	65	19
C.V. %	27	33	44	24	44	37	42

Cuadro 28. Rendimiento de frijol (kg/ha) inoculado con *Rhizobium* y asociado con maíz. Cajamarca, 1990.

Tratamiento	Localidad			
	Chuyabamba Bajo	Lajas	Cochabamba	Sivingan
CUSCO 10	506	1045	542	2232a*
Cajamarca 12	626	1118	525	1243 bc
Cajamarca 13	502	874	582	1212 bc
CIAT 2	728	1372	578	1262 bc
CIAT 112	463	1107	420	1166 c
CIAT 348	422	664	504	1569 bc
CIAT 948	684	1029	420	1455 bc
CIAT 7001	303	940	346	1871ab
+ N	458	1331	778	1092 c
- N	423	915	344	1550 bc
Media	511	1039	477	1508
C.V. %	32	39	42	27

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan).

Cuadro 29. Rendimiento de maíz (kg/ha) asociado con frijol inoculado con *Rhizobium*. Cajamarca 1990.

Tratamiento	Localidad			
	Chuyabamba Bajo	Lajas	Cochabamba	Sivingan
CUSCO 10	2803	2374a*	2043 bc	2890 b
Cajamarca 12	4217	1912ab	1823 c	2350 cd
Cajamarca 13	3258	1593 b	1890 c	2413 c
CIAT 2	2853	1811ab	2285 b	3015 bc
CIAT 112	3005	1462 b	1988 c	2070 d
CIAT 348	3788	1525 b	1927 c	2110 cd
CIAT 948	2677	2394a	2040 bc	2185 cd
CIAT 7001	3182	1949ab	2097 bc	2830 b
+ N	2752	2358a	2673a	3433a
- N	3308	1949ab	1943 c	2270 cd
Media	3184	1933	2071	2558
C.V. %	35	19	7	7

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan).

Cuadro 30. Respuesta a la fertilización con fósforo y potasio y a dos dosis de inoculante en la asociación frijol-maíz. Rendimiento frijol (kg/ha). Cajamarca, Perú, 1990.

Tratamiento	Localidad		
	Sta. Cruz 1	Sta. Cruz 2	Chota
+P +K +1g *	508a**	609a	734a
+P +K +0.5g *	492a	578a	678ab
+P +K	422a	555a	647ab
-P -K +1g	398a	539a	640ab
-P -K +0.5g	406a	508a	597 b
-P -K	227 b	328 b	415 c
Media	409	520	618
C.V.%	21	13	11

* 1.0 y 0.5 g de inoculante/mt lineal

** Medias con igual literal no difieren significativamente al 5% (Duncan)

Cuadro 31. Efecto de la inoculación, comparada con la aplicación de un fertilizante nitrogenado en el rendimiento de frijol y maíz (kg/ha). Cajamarca, Perú, 1991.

Tratamiento	Localidad					
	Anchanchón		Bocatoma		Pingobamba	
	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz
CUSCO 10	1032a*	3308 b	1357a	3810 b	684 cd	2853 b
CAJAM 12	1030a	3472 b	1032 bc	3607 bc	900a	2617 bc
CAJAM 13	1032a	3636 b	1185ab	3727 bc	888a	2883 b
CIAT 2	722 c	2878 c	1178ab	3073 de	602 e	2530 c
CIAT 7001	908 b	3408 b	939 c	3360 cd	801 b	2741 bc
+ N	855 b	4621a	917 c	4847a	731 c	3695a
- N	690 c	2651 c	913 c	2747 e	633 de	2109 d
Media	896	3425	1074	3595	748	2575
C.V. %	5	7	9	6	4	5

* Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% (Duncan)



Cuadro 32. Porcentaje de ganancia en los rendimientos de frijol y de maíz obtenidos con las mejores cepas de Rhizobium y con la aplicación de un fertilizante nitrogenado en 16 ensayos con agricultores. Cajamarca, Perú.

Año	Localidad	Cepa	Frijol		Maíz	
			Inoculado	+ N	Inoculado	+ N
1988	Cajabamba	CIAT 7001	43% *	NS	NS	186 %
	Sivingan	CIAT 7001	72%	NS	142 %	173 %
	Pingo	CIAT 7001	NS **	NS	153 %	274 %
	Cabracancha	CIAT 632	NS	NS	202 %	220 %
1989	Cochabamba 1		NS	NS	NS	NS
	Cochabamba 2	CUSCO 10	44 %	Disminuye	44 %	83 %
	Cercado 1	CIAT 2	90 %	NS	88 %	131 %
	Cercado 2	CUSCO 10	36 %	Disminuye	NS	NS
	Sivingan	CUSCO 10	67 %	NS	16 %	71 %
1990	Chuyabamba		NS	NS	NS	NS
	Sivingan	CUSCO 10	44%	NS	27 %	51 %
	Cochabamba	CIAT 2	NS	NS	18 %	38 %
	Lajas		NS	NS	NS	NS
1991	Anchanchón	CUSCO 10	50%	Disminuye	25%	74%
	Bocatoma	CUSCO 10	50%	Disminuye	39%	76%
	Pingobamba	CAJAM. 13	40%	Disminuye	37%	75%

* % de incremento en relación con el sin inocular y sin fertilizar.

** NS = Respuesta de rendimiento no significativa al 5%.

RESPUESTA A LA INOCULACION EN DOS VAR.
DE FRIJOL, CHINCHA, PERU, 1990.

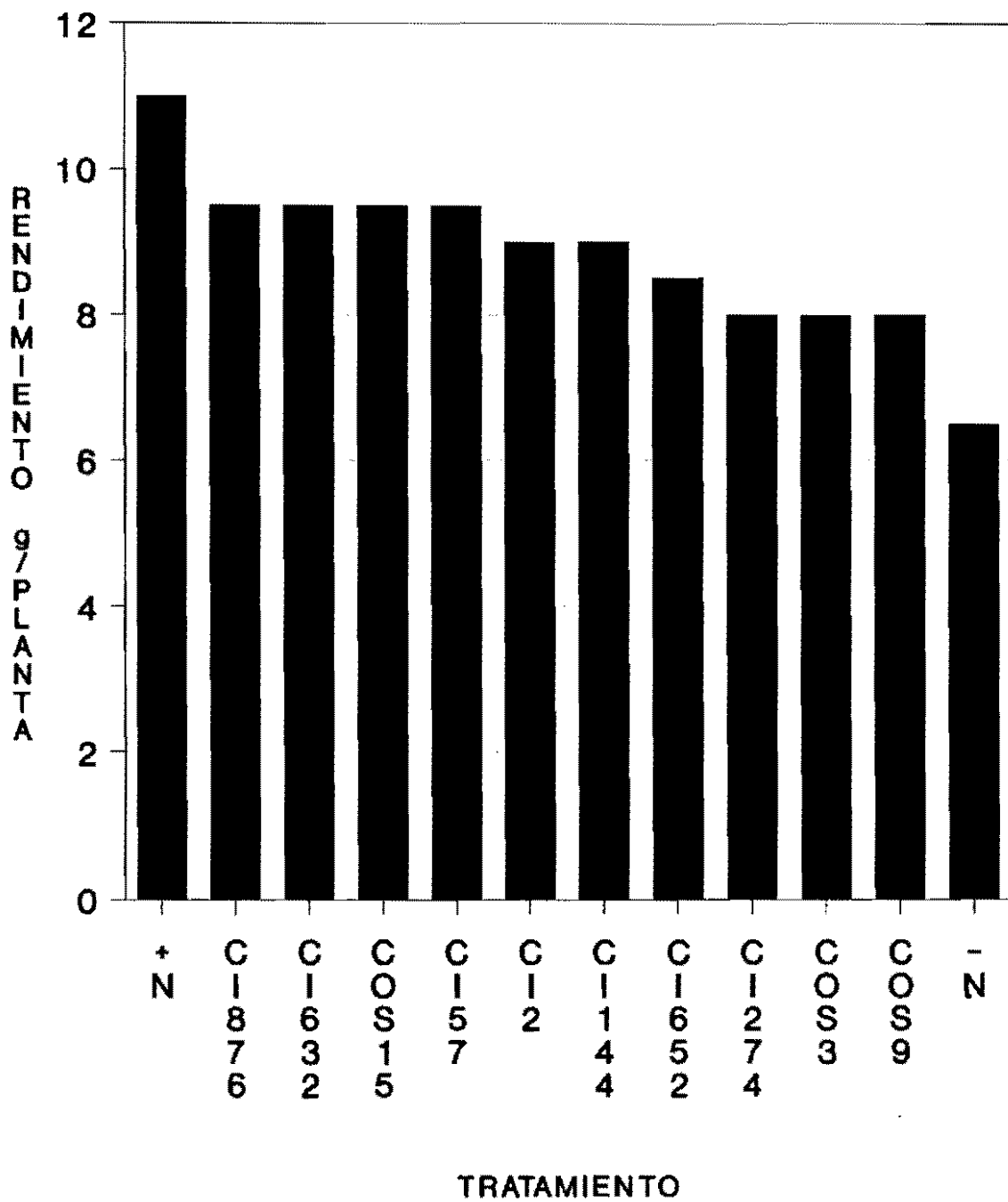


GRAFICO 1

RESPUESTA A LA INOCULACION EN DOS VAR.
DE FRIJOL, CAÑETE, PERU 1990.

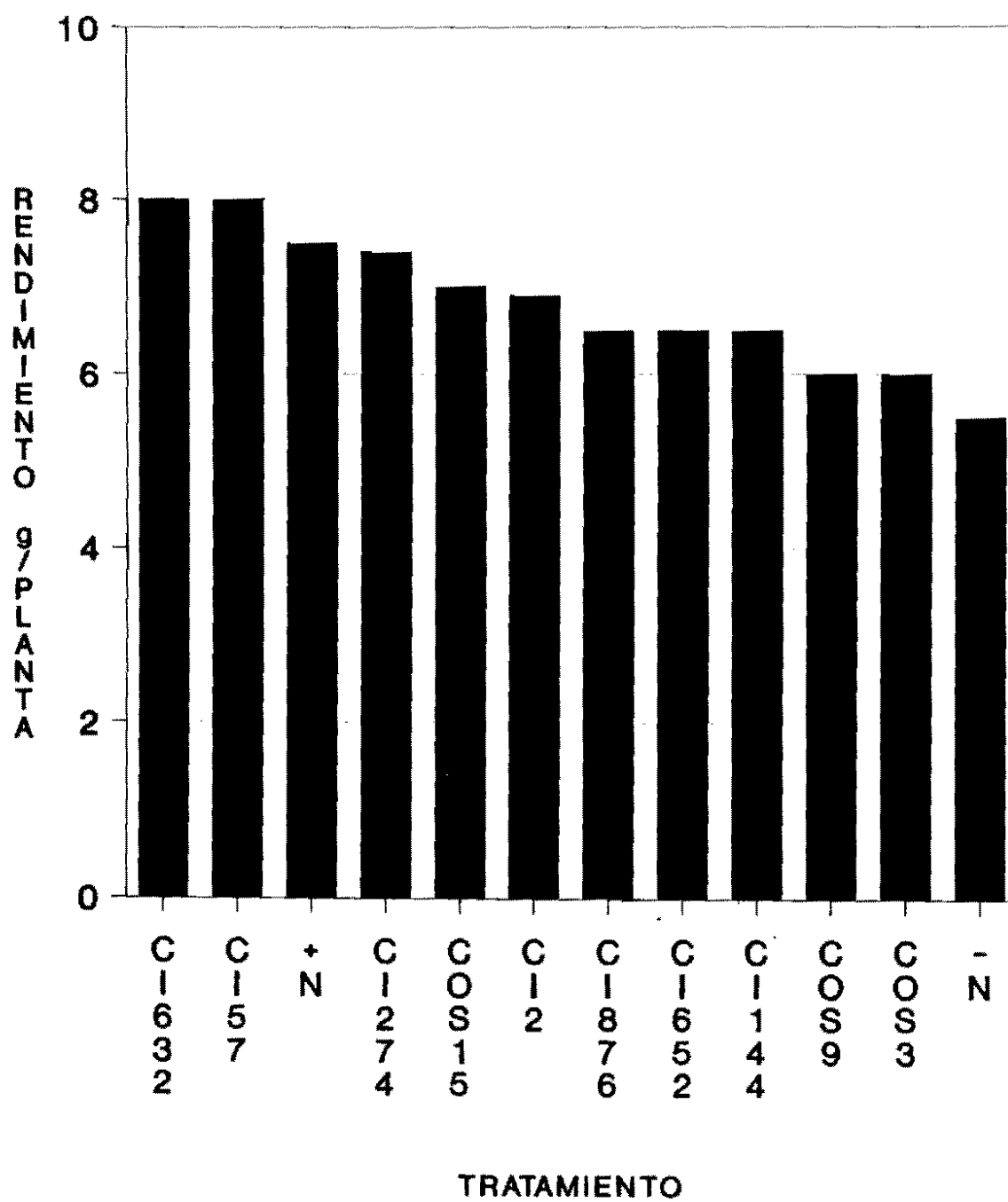


GRAFICO 2

RESPUESTA DE GERMOPLASMA DE FRIJOL
A LA INOCULACION, CHINCHA, PERU, 1990

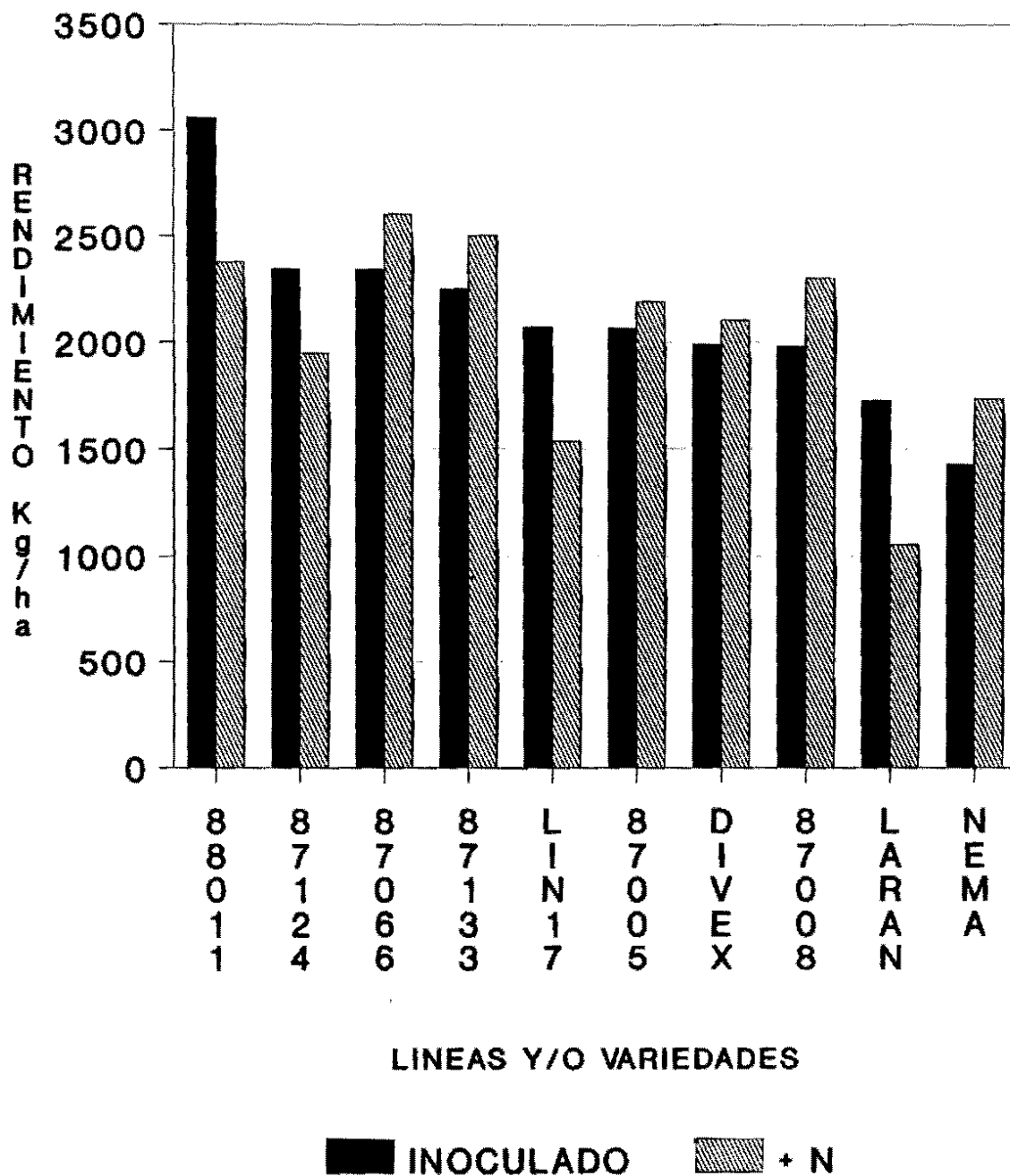


GRAFICO 3

RESPUESTA DE GERMOPLASMA DE FRIJOL
A LA INOCULACION, CAÑETE, PERU, 1990

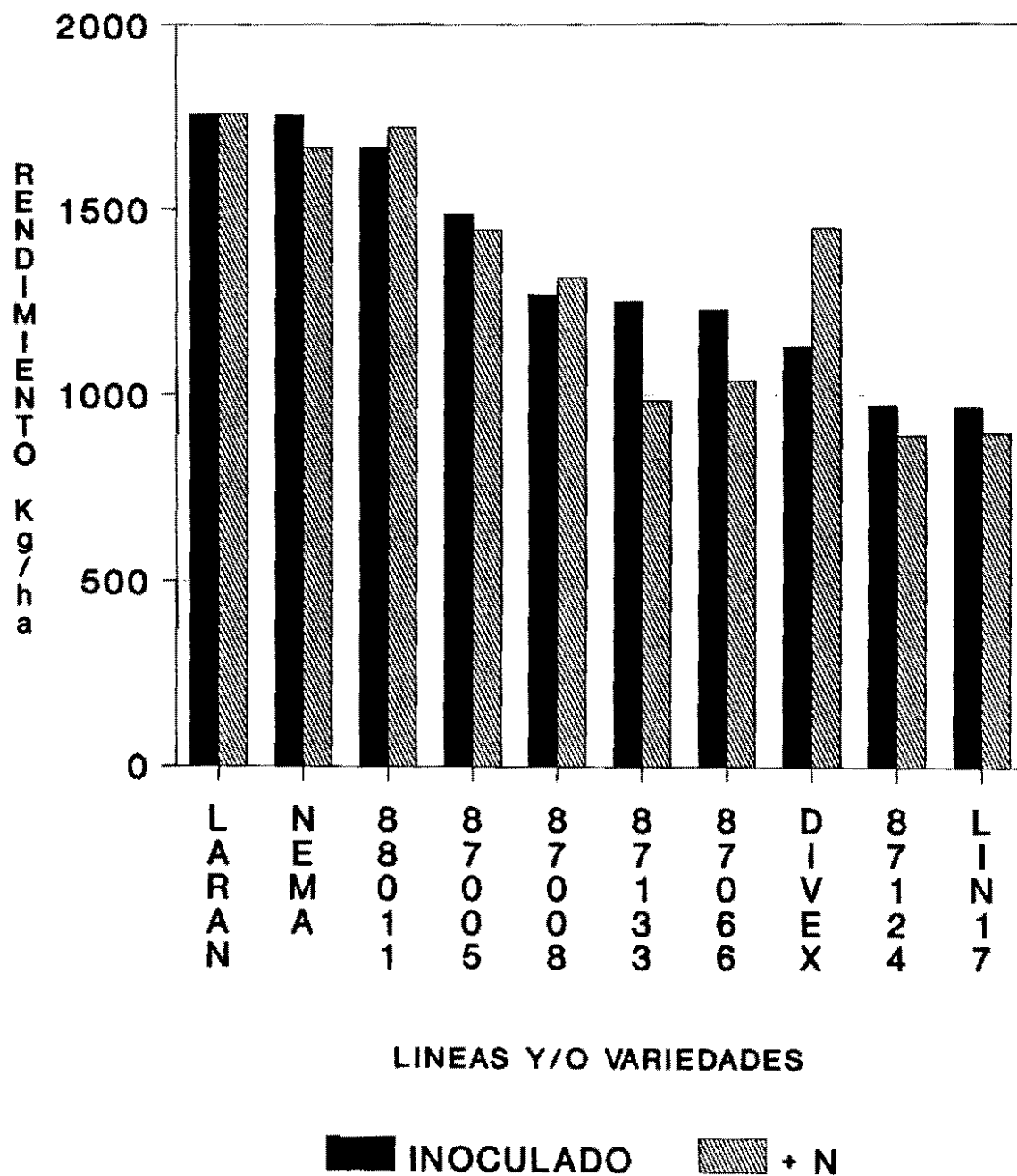


GRAFICO 4

PARCELAS DE CONFIRMACION DE CEPAS
COSTA CENTRAL DE EL PERU 1991

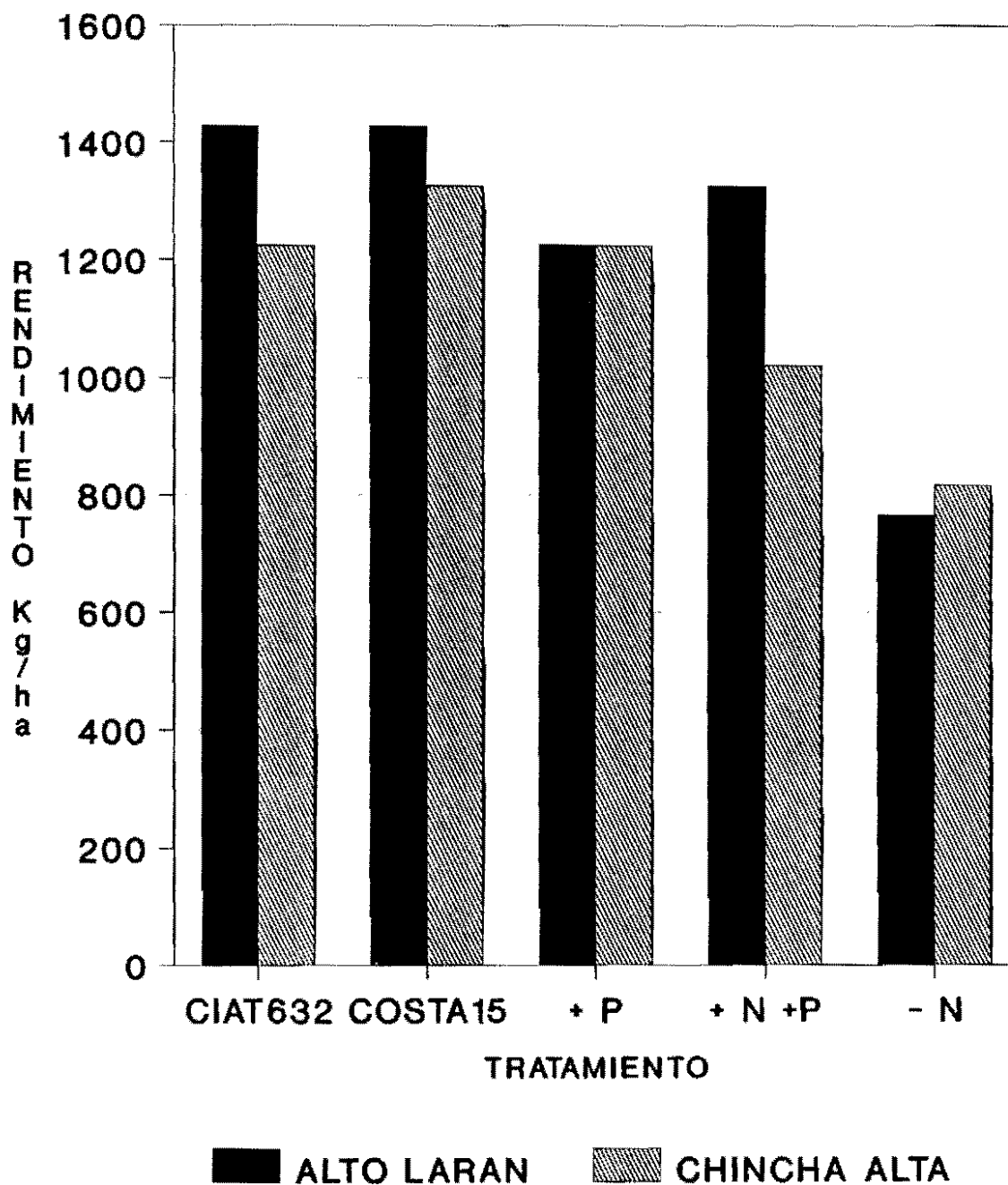


GRAFICO 5

SELECCION DE CEPAS DE CUSCO EN INVERNADERO, LIMA, 1988.

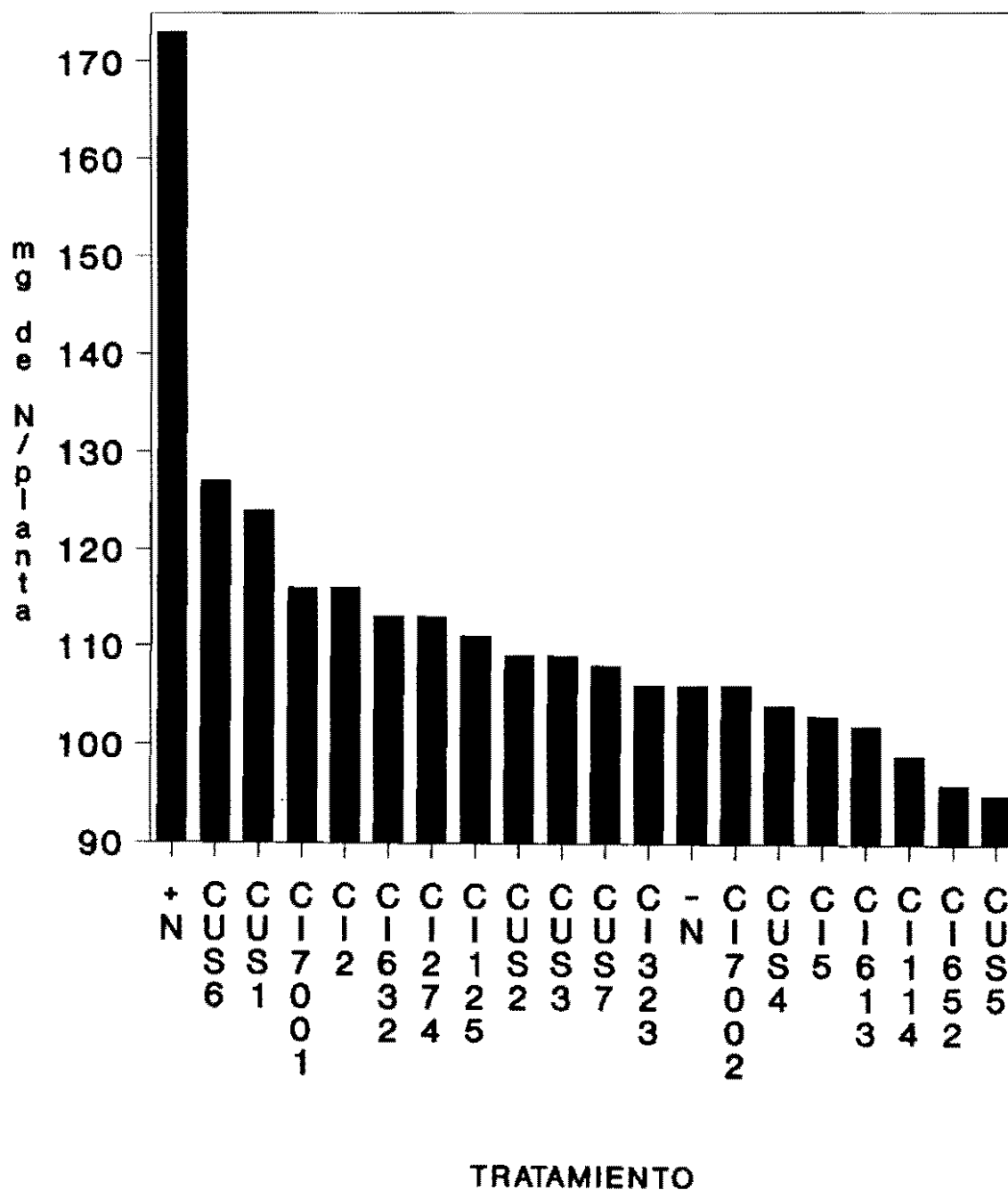


Grafico 6

SELECCION DE CEPAS DE CUSCO Y CAJAMARCA EN INVERNADERO, LIMA, 1989

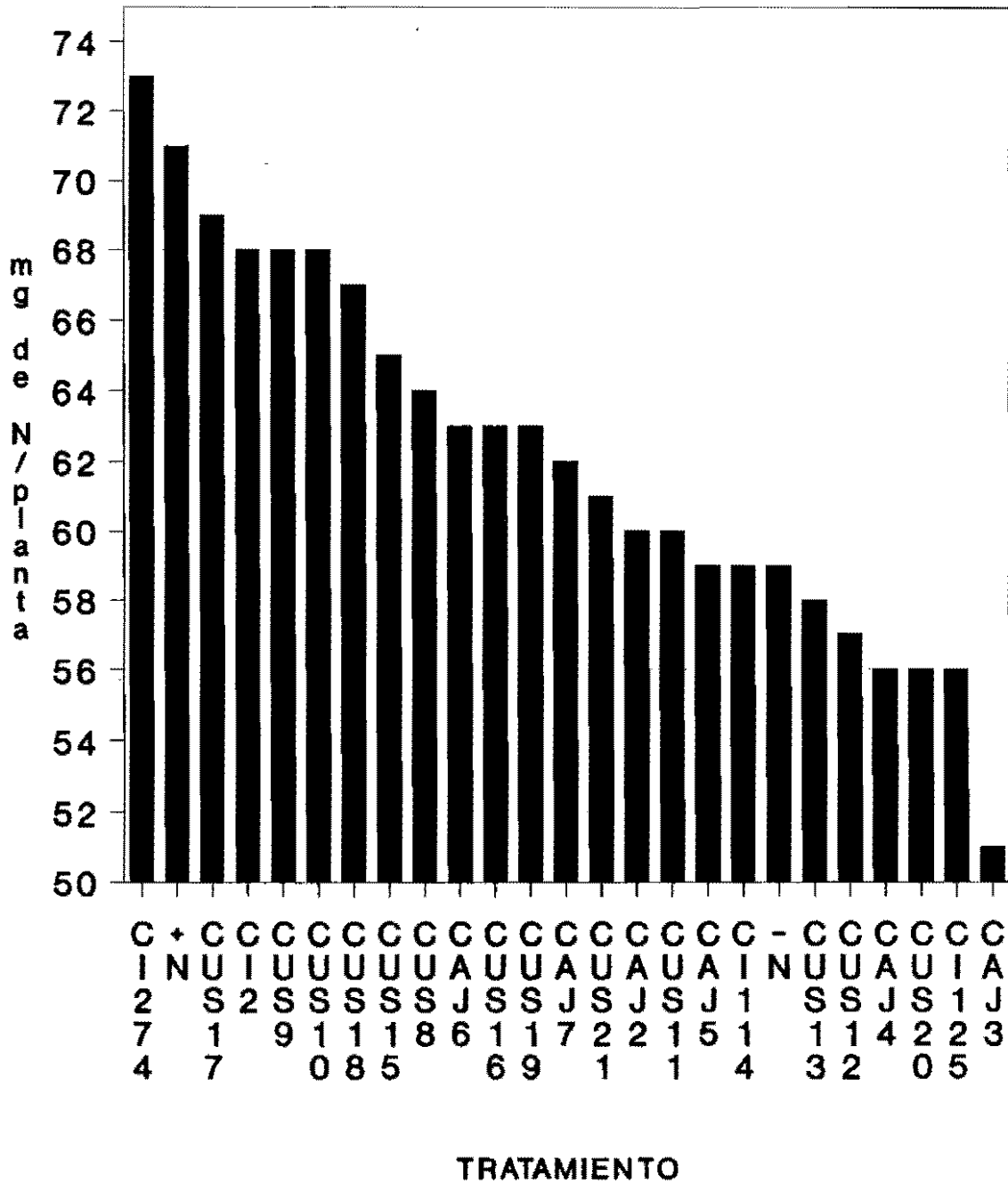


Grafico 7

SELECCION DE CEPAS DE CAJAMARCA EN INVERNADERO, LIMA, 1990

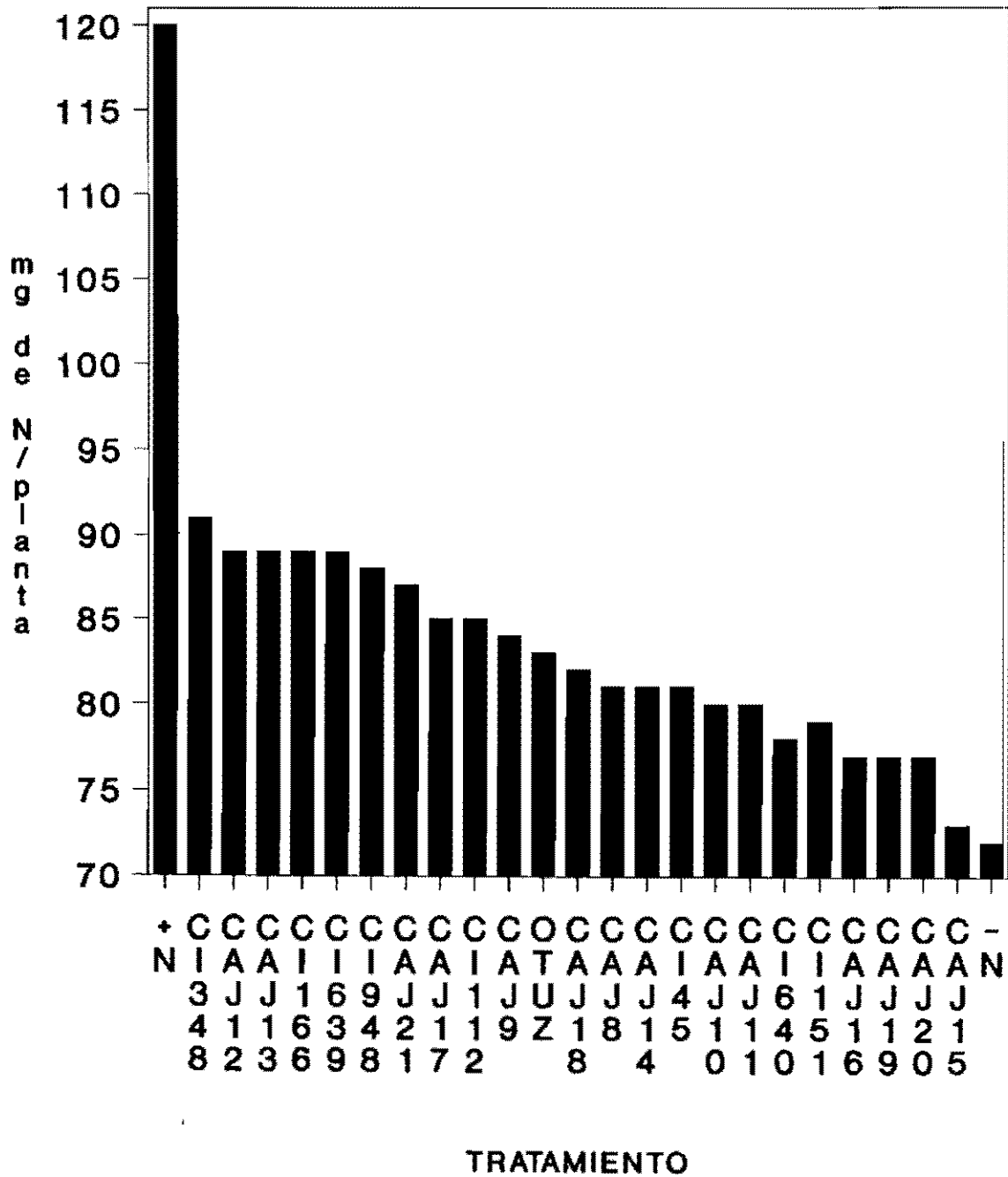


Grafico 8

PARCELA DE CONFIRMACION DE CEPA CIAT 632
COYA, CUSCO, PERU, 1989.

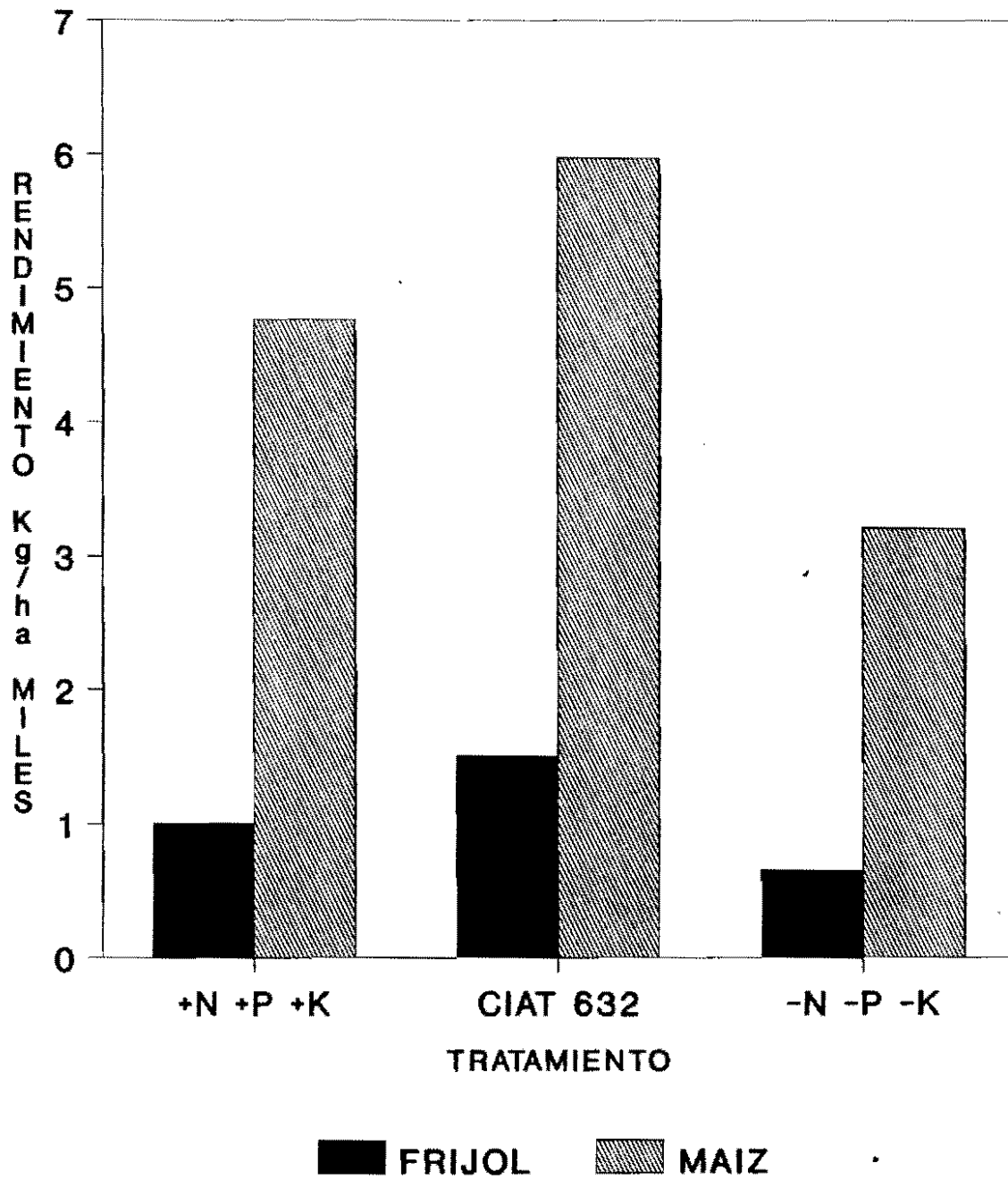


GRAFICO 9

PARCELA DE CONFIRMACION CEPA CIAT 632
URUBAMBA, CUSCO, PERU, 1990.

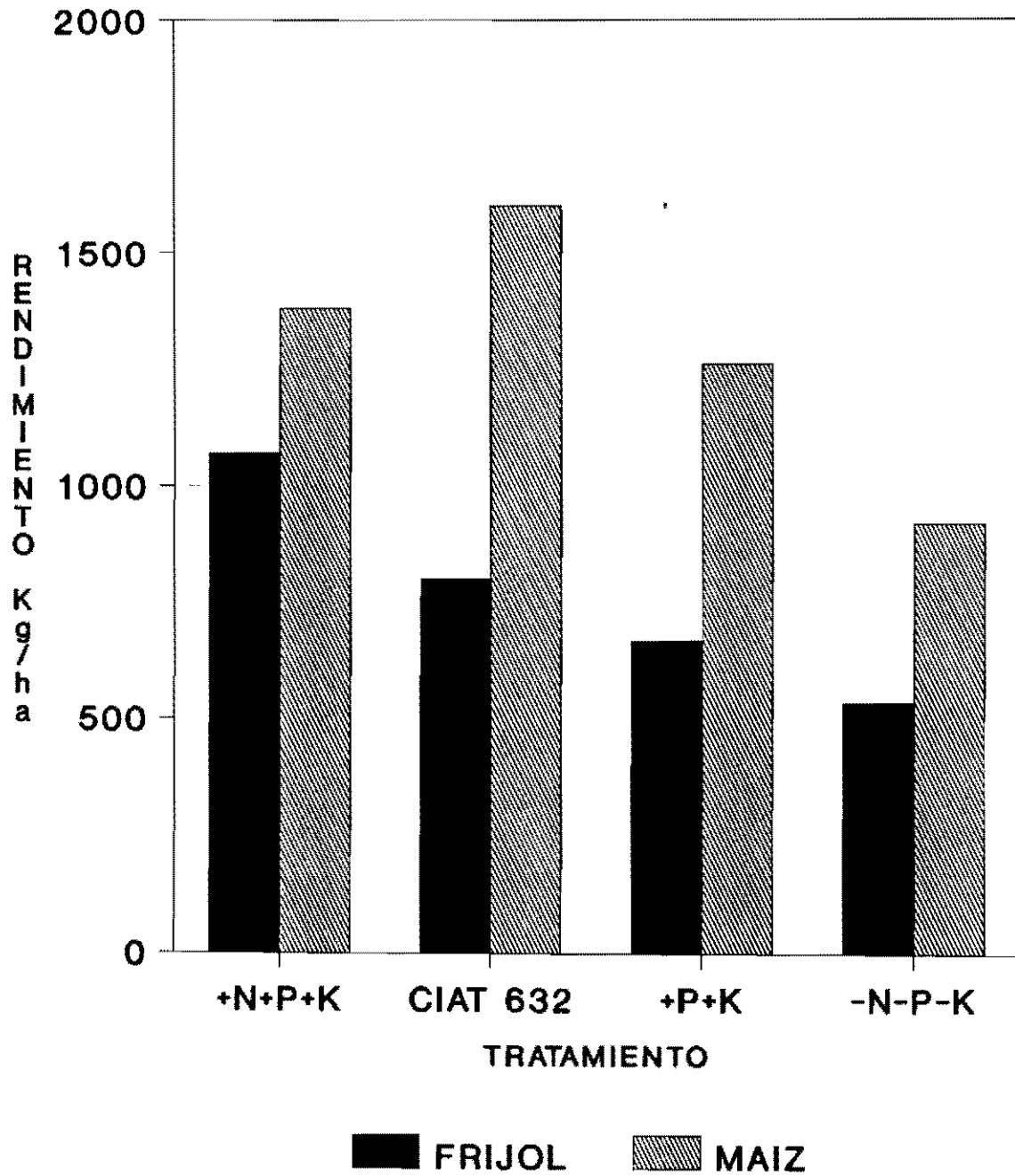


GRAFICO 10

PARCELA DE CONFIRMACION CEPA CIAT 632
CALCA, CUSCO, PERU, 1990.

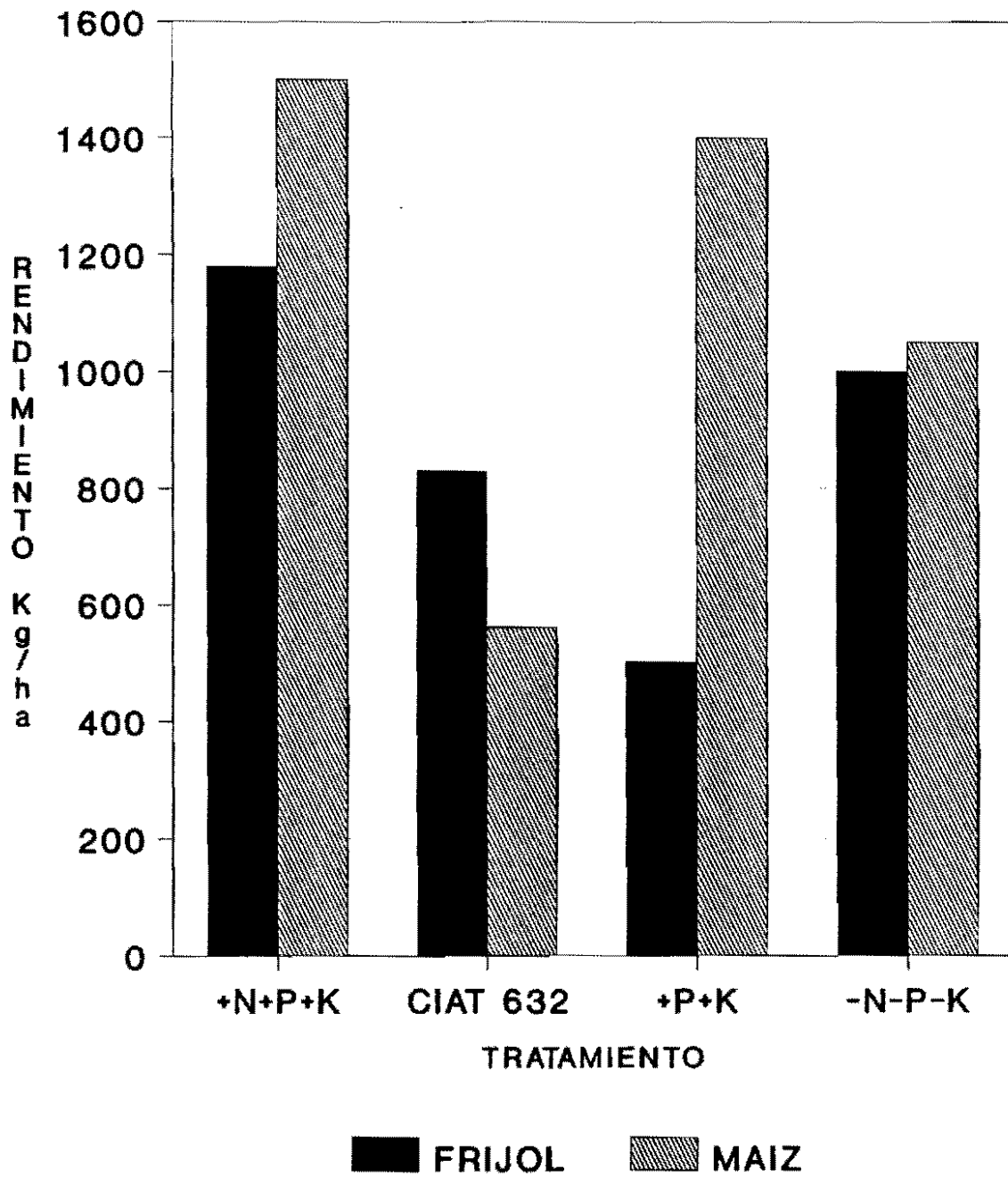


GRAFICO 11

PARCELA DE CONFIRMACION CEPA CIAT 7001
COCHABAMBA, CAJAMARCA, PERU, 1989.

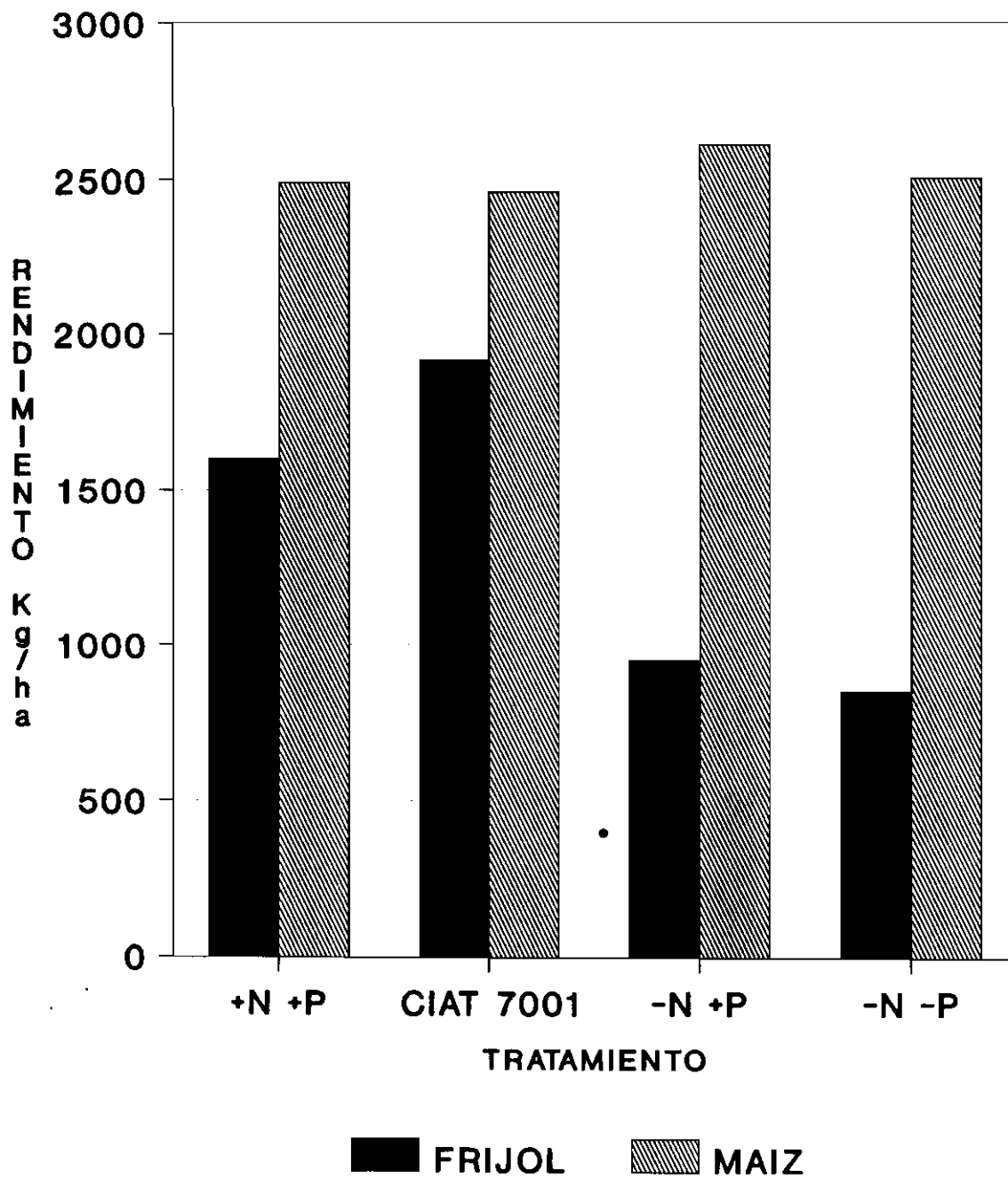
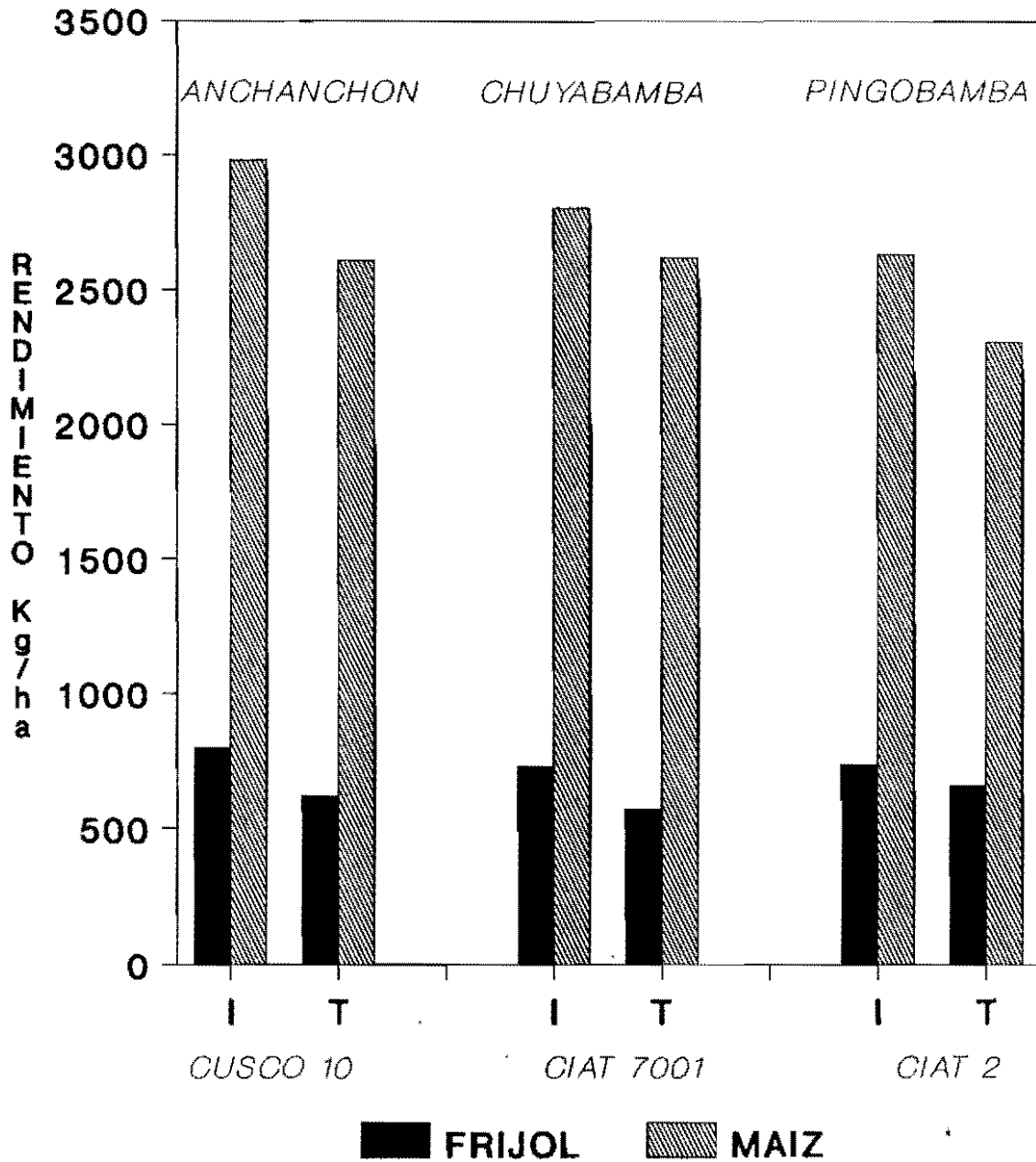


GRAFICO 12

PARCELAS DE CONFIRMACION DE CEPAS CAJAMARCA, PERU, 1991.



I=inoculado T=testigo

GRAFICO 13

REFERENCIAS

- Curso intensivo sobre evaluación, selección y manejo de la simbiosis Phaseolus vulgaris-Rhizobium phaseoli. Julio 3-14, Lima, Perú, 1989. Programa Regional de Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA) del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Manual de métodos de evaluación, selección y manejo de la simbiosis leguminosa-rizobio. 1987. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Cali, Colombia.
- Pineda, P. and Kipe-Nolt, J.A. 1990. Response of bean varieties to inoculation with selected Rhizobium strain in El Salvador. Turrialba. 40:410-415.
- Seminario para la planificación de la generación y transferencia de tecnología del cultivo de frijol en Perú. Método PPO. Mayo 9-13, Chacabuco, Perú, 1988. Programa de Frijol para la Zona Andina, CIAT.
- Seminario para la planificación de la generación y transferencia de tecnología del cultivo de frijol en Ecuador. Método PPO. Agosto 15-18, Ibarra, Ecuador, 1988. Programa de Frijol para la Zona Andina, CIAT.
- Seminario para la planificación de la generación y transferencia de tecnología del cultivo de frijol en Bolivia. Método PPO. Abril 2-6, Santa Cruz, Bolivia, 1990. Programa de Frijol para la Zona Andina, CIAT.
- Taller regional sobre uso de Rhizobium en frijol para la Zona Andina. Noviembre 14-18, Lima, Perú, 1988. Trabajos presentados. Programa de Frijol del CIAT para la Zona Andina.

