

SIMPÓSIO INTERNACIONAL
IPNI Brasil • IPNI Cone Sul

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Foz do Iguaçu - PR • 20 e 21/MAIO/2014

Mejores prácticas de manejo eficiente de fertilizantes para Soja en el Cono Sur - Informacion Local

Martín M. Cubilla
Monsanto - Paraguay

AGENDA

- **Investigación sobre calibraciones en Paraguay.**
- **Publicación sobre las recomendaciones de fertilización bajo el SSD en Paraguay.**
- **Conclusiones.**

Los principales suelos de las regiones productoras de granos, son derivados del basalto....



**Bien desarrollados;
profundos;
bien drenados;
de coloración rojiza,
ricos en sesquióxidos de Fe y Al;
bien provistos de bases
intercambiables, como el K, Ca, Mg;
pero, son pobres en P;**

↓ drástica de la MO

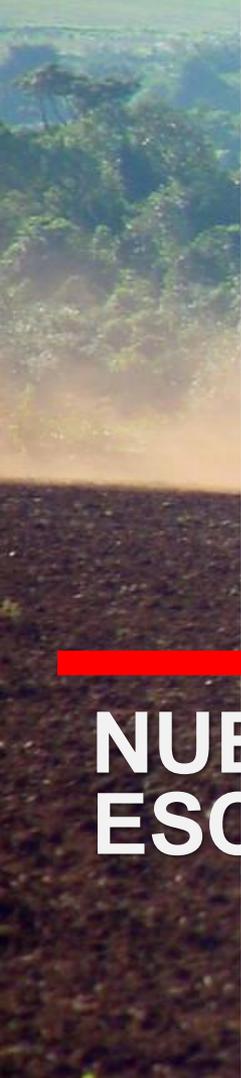
SSC; Años 70, 80...

↓ Humedad = difusión

Preparación del suelo

↳ EROSIÓN

Mayor adsorción de fósforo



**NUEVO
ESCENARIO**

Sistema Siembra Directa



CONTROL DE LA EROSIÓN

Aumento de la MO

Menor Adsorción de P...

Mayor Humedad > DIFUSION

27/12/2006

Sistema de Siembra Directa

**Incremento de la MO,
obstruye sitios de
adsorción de P y > almac.
de agua permiendo...**

0-10 cm

**mejor aprovechamiento de los
fertilizantes aplicados.**

Los estudios iniciales de calibración en RS/BR fueron realizados por Mielniczuk et al. 1969. (wielthoter, 2003)

LA SEPARACIÓN DE LOS SUELOS
ARCILLOSOS, SE DEBE A LA MAYOR
RESERVA DE P (no expresado por el análisis,
pero lenta/ disponible para el cultivo) EN
LOS ARCILLOSOS, RESULTANDO EN UN
NIVEL CRÍTICO MENOR (**Mielniczuk , 1969**).



CAMARA PARAGUAYA DE EXPORTADORES
DE CEREALES Y OLEAGINOSAS

Octubre - 2002

CONVENIO PARAGUAY – BRASIL

CAPECO y la UFSM
firman...

**CONVENIO DE COOPERACION TECNICA,
CIENTIFICA Y CULTURAL.**

**OBJETIVO DE DAR RESPUESTAS A LOS PRODUCTORES, QUE
DEMANDAN EFICIENCIA Y CALIDAD, PARA LAS MEJORES
PRACTICAS DE MANEJO DE FERTILIZANTES...**

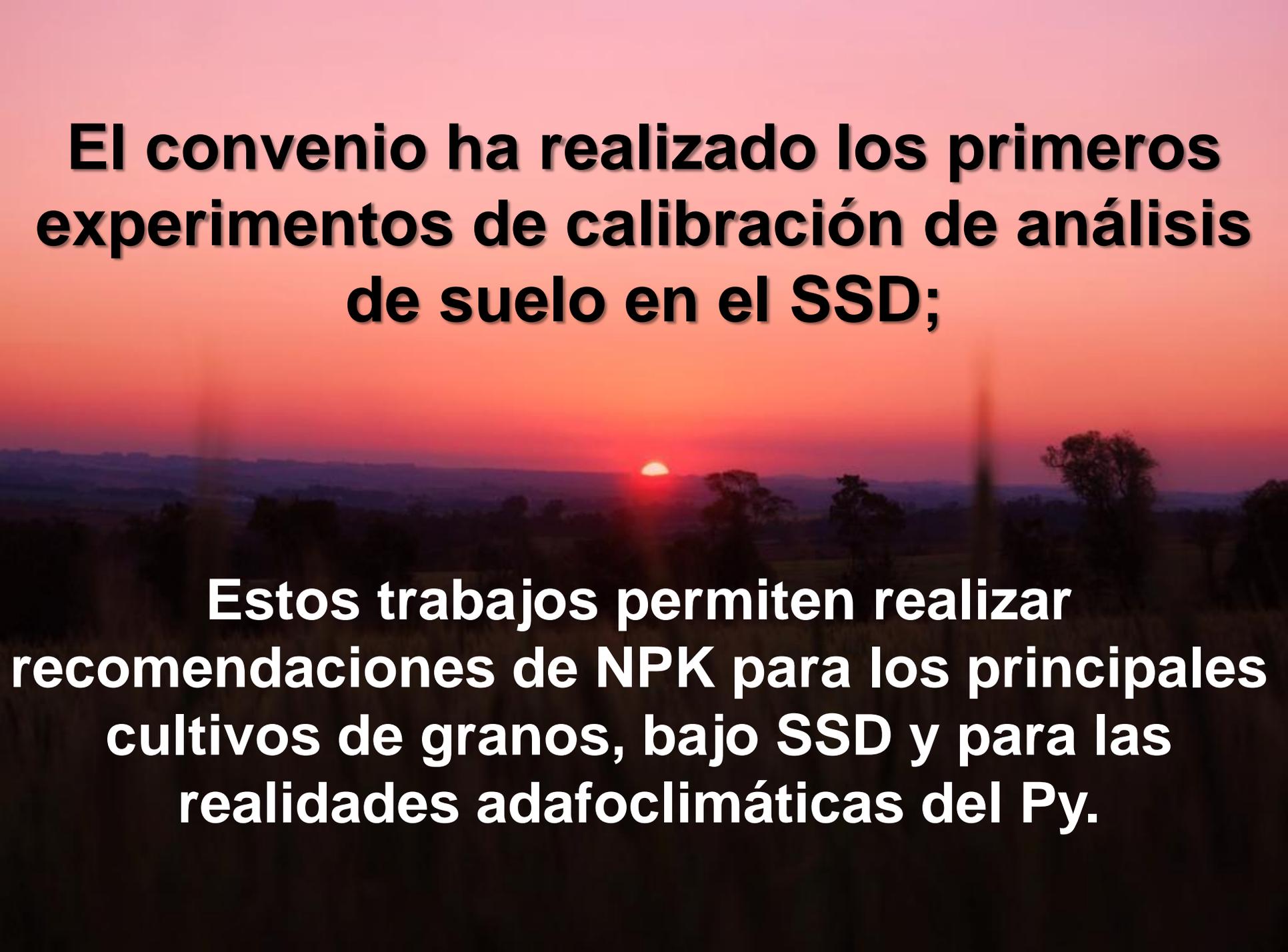
• **Existía la necesidad de realizar experimentos a campo de calibración bajo el SSD**, debido a que la dinámica de los nutrientes es diferente al SCC...

• **OBJETIVOS**

a) Establecer **niveles críticos** para P en suelos con diferentes clases texturales;

b) Establecer categorías de fertilidad en el SSD;

c) Fornecer subsidios para la elaboración de una primera recomendación de NPK bajo el SSD.



El convenio ha realizado los primeros experimentos de calibración de análisis de suelo en el SSD;

Estos trabajos permiten realizar recomendaciones de NPK para los principales cultivos de granos, bajo SSD y para las realidades adafoclimáticas del Py.

RECOMENDACIONES DE
FERTILIZACIÓN
PARA SOJA, TRIGO, MAÍZ Y GIRASOL
BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA
DIRECTA EN EL PARAGUAY



MARTÍN M. CUBILLA A
ADEMIR WENDLING
FLÁVIO L. F. ELTZ
TELMO J. C. AMADO
JOÃO MIELNICZUK

Junio del 2012

Capítulo . 1



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

- La última recomendación de fertilización basada en SCC, años '90
- Muchos agricultores utilizan recomendaciones del Brasil y Arg.
- El 90% del área agrícola mecanizada se encuentra bajo el SSD
- El muestreo del suelo en SD paso a ser de 0 – 10 cm
- Los métodos de análisis del suelo son más eficientes y a menor costo
- El rendimiento medio de los cultivos aumentó (genética, OGM)

Ademir Wendling

Primer coautor de la publicación
Maestría realizada sobre el mismo trabajo



Flavio Eltz



**Profesor de la UFSM.
PhD en Agronomía Univ.
de Purdue, EE.UU.
Énfasis en Manejo y
Conservación de Suelos**

Telmo Amado

Profesor Titular de la UFSM

Doctor en Ciencias del Suelo por la UFRGS

Pos-Doctorado por la Kansas State University



Joao Mielniczuk

Profesor Titular de la UFRGS

PhD en Ciencias del Suelo por la Universidad de Wisconsin

Primera publicación de calibración (suelos) en 1969 en RS



Prólogo por Fernando García

PhD Kansas State University

Director IPNI, Cono Sur



Revisores

- Dr. Mohan Kohli CAPECO / INBIO
- Ing. Agr. Luis Cubilla, CAPECO
- Dr. Fernando García, IPNI

Financiación

Cámara Paraguaya de Exportadores y
Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
(CAPECO)

www.abcs.org.br/wp-content/uploads/2012/09/boletim.pdf

boletim.pdf (a...)

Search Here

Web Search

BASES DE ESTA PUBLICACIÓN

(4 artículos)



Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Boletim Informativo
ISSN 1981-979X
volume 37
número 02
Maio - Agosto de 2012

Revista Brasileira de Ciencia del
Suelo

TOSHIBA

BASES DE ESTA PUBLICACIÓN 1 y 2

Cubilla, et al., 2007. CALIBRAÇÃO VISANDO À FERTILIZAÇÃO COM **FÓSFORO PARA AS PRINCIPAIS CULTURAS DE GRÃOS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO NO PARAGUAI(1)**

Revista Brasileira de Ci. do Solo, 31:1463-1474, 2007

Coautores: Telmo Jorge Carneiro Amado, Ademir Wendling, Flávio Luíz Foletto Eltz & João Mielniczuk

Parte de la **Tesis de Maestría** del primer autor.
Trabajo financiado por CAPECO.

BASES DE ESTA PUBLICACIÓN 3 y 4

Wendling, et al., 2007. RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO **NITROGENADA PARA TRIGO EM SUCESSÃO AO MILHO E SOJA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO NO PARAGUAI.**

R. Bras. Ci. Solo, 31:985-994, 2007

Coautores: Flávio Luiz Foletto Eltz, Martin Maria Cubilla, Telmo Jorge Carneiro Amado, João Mielniczuk & Thome Lovato

Parte de la **Tesis de Maestría** del primer autor.
Trabajo financiado por CAPECO.

BASES DE ESTA PUBLICACIÓN 5

Wendling, et al., 2008. CALIBRAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE SOLO MEHLICH 1 E RECOMENDAÇÃO DE POTÁSSIO PARA TRIGO, MILHO E SOJA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO PARA O PARAGUAI.

R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, 2008

Coautores: Flávio Luíz Foletto Eltz, Martin Maria Cubilla, João Mielniczuk & Telmo Jorge Carneiro Amado

Parte de la Tesis de Maestría del primer autor.

Trabajo financiado por CAPECO.

BASES DE ESTA PUBLICACIÓN 6

Eltz, et al., 2010. ADUBACAO FOSFATADA PARA GIRASSOL SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO NO PARAGUAI Revista Brasileira de Ci. do Solo, 69: p 899 – 904, 2010.

Coautores: Enrique Hahn Villalba, Tome Lovato.

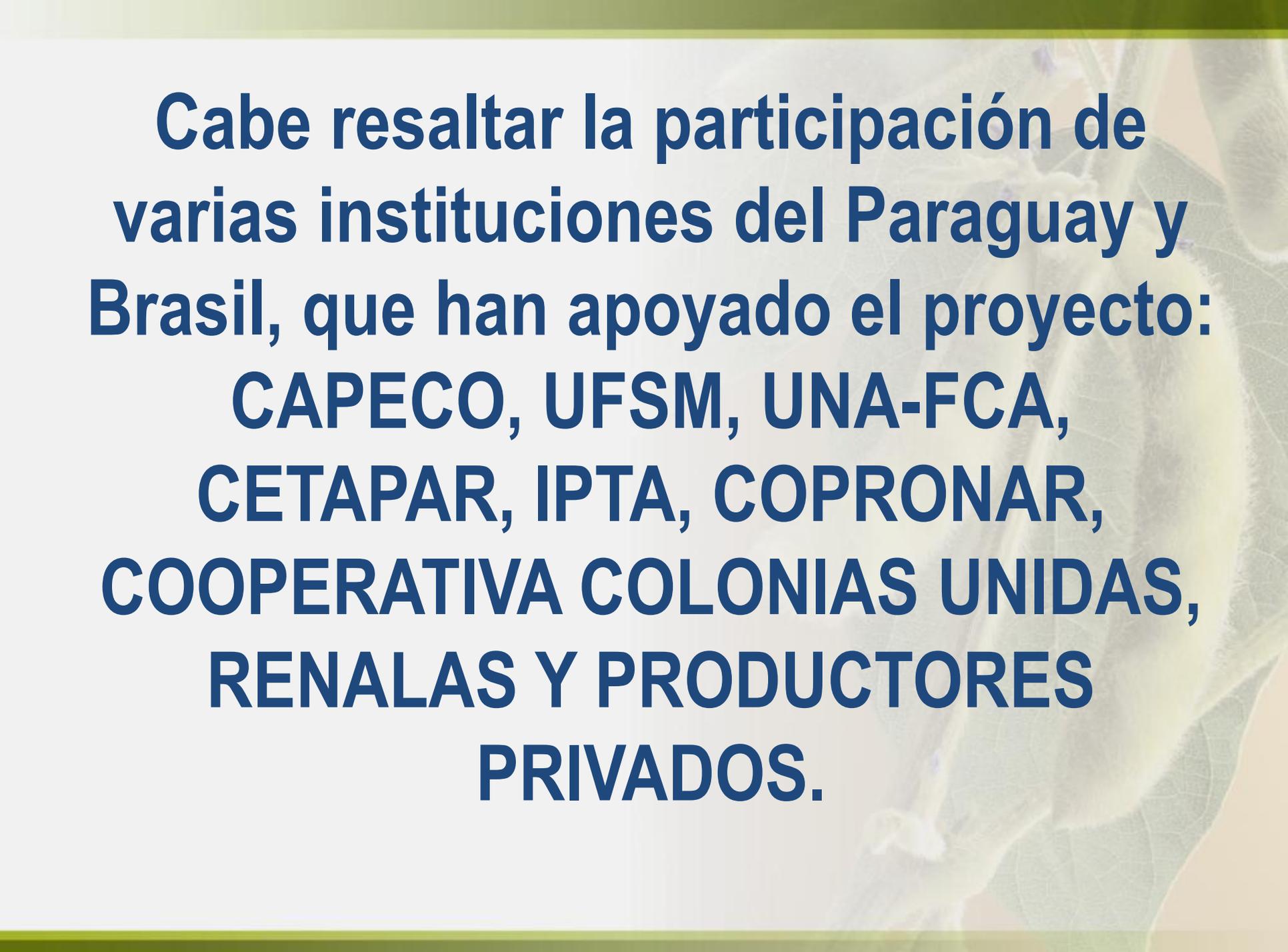
Parte de la Tesis de Maestría del segundo autor.
Trabajo financiado por CAPECO.

BASES DE ESTA PUBLICACIÓN 7, 8 y 9

Federico Barreto, 2008. Recomendações de fertilização fosfatada e potássica para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Py. **Tesis de Doctorado** UFSM.

Enrique Hahn Villalba, 2008. Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema plantio direto no Paraguai. **Tesis de Maestría** UFSM.

Diego Fatecha, 2010. Balanço e evolução temporal de fósforo e potássio em três solos sob sistema plantio direto no Paraguai. **Tesis de Maestría** UFSM.

The background of the slide features a close-up photograph of a person's hands holding a plant stem. The hands are positioned at the top and bottom of the frame, with the fingers gripping the stem. The plant stem is light-colored and appears to be part of a larger plant with green leaves. The overall image is slightly blurred and has a soft, natural lighting. The text is overlaid on this background in a bold, dark blue font.

**Cabe resaltar la participación de
varias instituciones del Paraguay y
Brasil, que han apoyado el proyecto:
CAPECO, UFSM, UNA-FCA,
CETAPAR, IPTA, COPRONAR,
COOPERATIVA COLONIAS UNIDAS,
RENALAS Y PRODUCTORES
PRIVADOS.**

Capítulo . 2



SISTEMA DE RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN



Etapas del sistema

El sistema está compuesto por las siguientes etapas:



El muestreo de suelo, es la primera etapa para la adopción de un programa de recomendaciones de fertilización y correctivos. El error en la toma de muestras es muy perjudicial, ya que estas no pueden ser corregidas en las etapas de análisis de laboratorio, de interpretación de resultados analíticos y de recomendación de fertilizantes y correctivos.

Una muestra no representativa puede causar grandes errores en la reco-

El mayor riesgo de error en los análisis de suelo, esta en la toma de la muestra.

El error en la toma de la muestras no puede ser corregido en etapas posteriores.

¿ muestreo de suelo?

- Gira de charlas a productores (años 09/10/11/12) mostraron que menos del 20% realizaba el muestreo y análisis del suelo periódicamente.

Hoy en día?

Etapas del sistema

El sistema está compuesto por las siguientes etapas:



El muestreo de suelo, es la primera etapa para la adopción de un programa de recomendaciones de fertilización y correctivos. El error en la toma de muestras es muy perjudicial, ya que estas no pueden ser corregidas en las etapas de análisis de laboratorio, de interpretación de resultados analíticos y de recomendación de fertilizantes y correctivos.

Una muestra no representativa puede causar grandes errores en la reco-

Etapa 2 - Análisis de suelo en Laboratorio

Primera etapa para el uso racional de fertilizantes y correctivos...

Es la herramienta más utilizada para determinar la cantidad necesaria de fertilizantes para los cultivos.

Evalúa el estado de la fertilidad, y determina la cantidad de nutrientes a usar... sirviendo de base para una recomendación racional y económica de fertilizantes...

Etapas del sistema

El sistema está compuesto por las siguientes etapas:



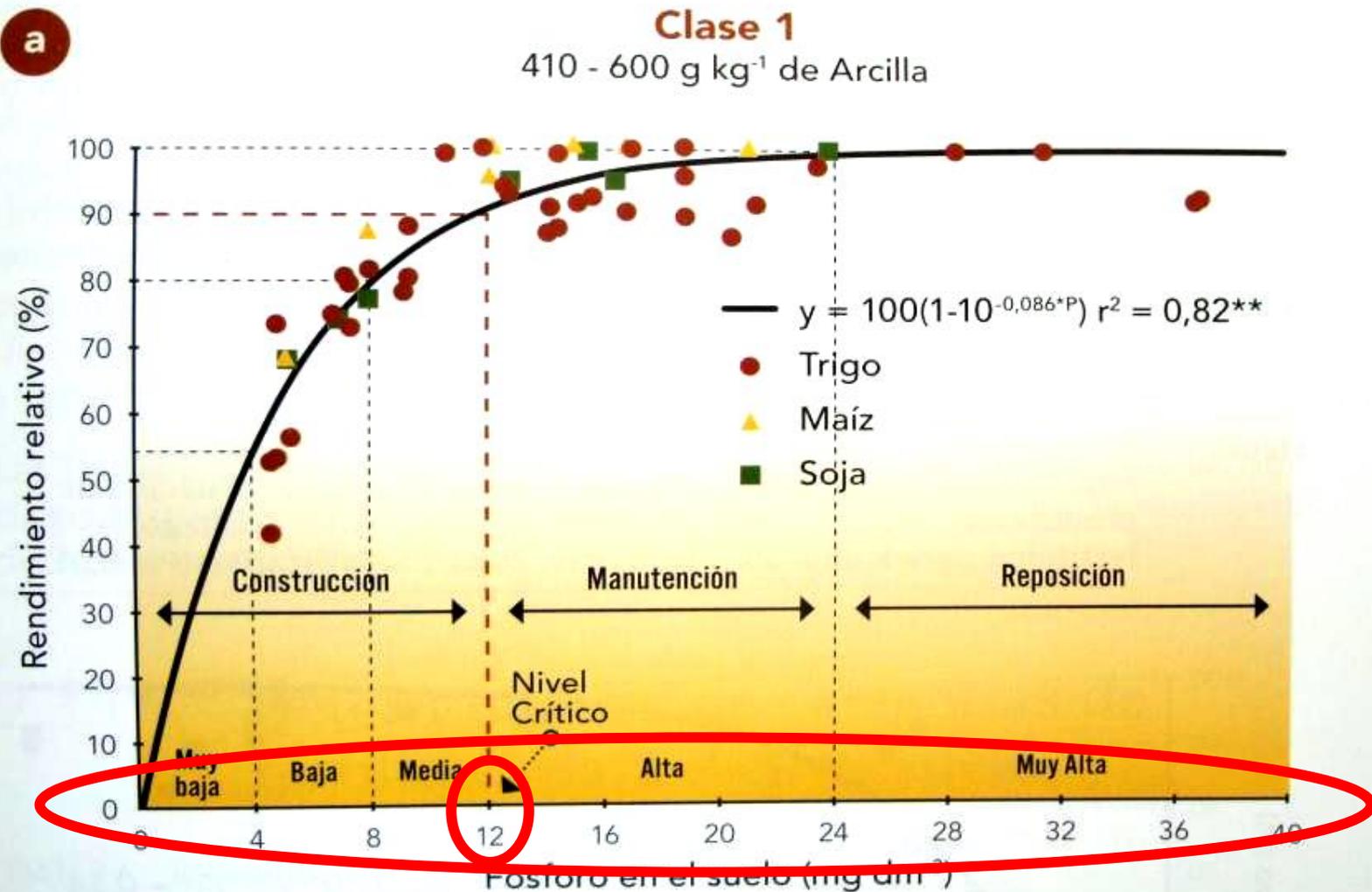
El muestreo de suelo, es la primera etapa para la adopción de un programa de recomendaciones de fertilización y correctivos. El error en la toma de muestras es muy perjudicial, ya que estas no pueden ser corregidas en las etapas de análisis de laboratorio, de interpretación de resultados analíticos y de recomendación de fertilizantes y correctivos.

Una muestra no representativa puede causar grandes errores en la reco-

Etapa 3. Interpretación análisis de suelo

- ✓ *Se requiere de **calibraciones locales***
- ✓ *Conocimiento de los **requerimientos nutricionales** de los cultivos;*
- ✓ ***Recomendación en función de rendimientos óptimos;***
- ✓ *Mantener una **fertilización balanceada.***

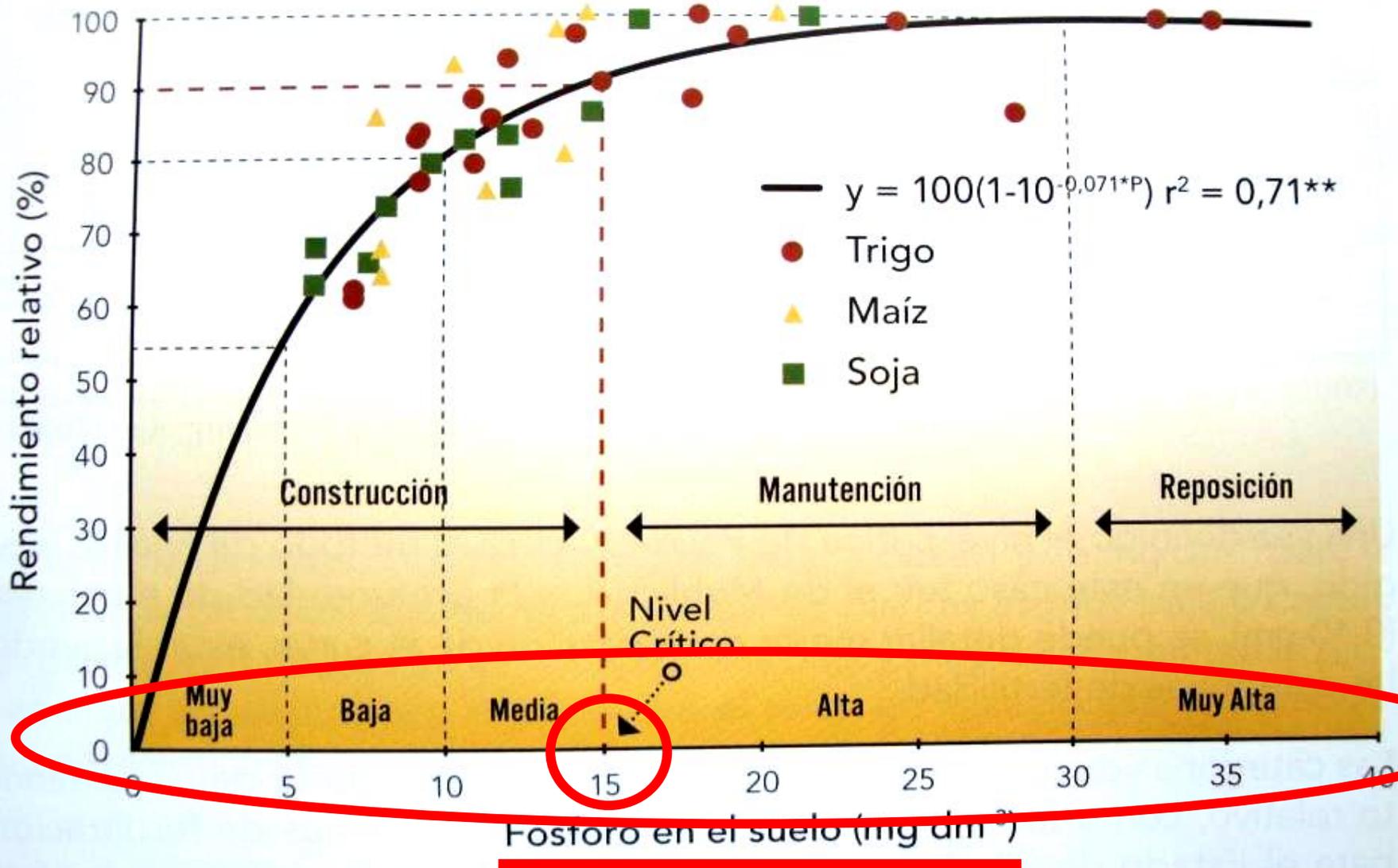
Figura 3 a y b. Relación entre P extraído por el extractor Mehlich-1 y el rendimiento relativo obtenido con trigo, soja y maíz, ecuación de producción, coeficiente de correlación, nivel crítico y categorías de fertilidad de P para dos clases de suelos según tenor de arcilla, bajo SSD Paraguay, 2005 * Significativo ($P < 0,01$).



b

Clase 2

210 - 400 g kg⁻¹ de Arcilla



Fuente: Cubilla et al. (2007)

2.3.1 Determinación de categorías de fertilidad para P en el suelo

Tabla 1. Interpretación del tenor de P en el suelo extraído por el método Mehlich-1, conforme el tenor de arcilla para Soja, Trigo, Maíz, y Girasol.

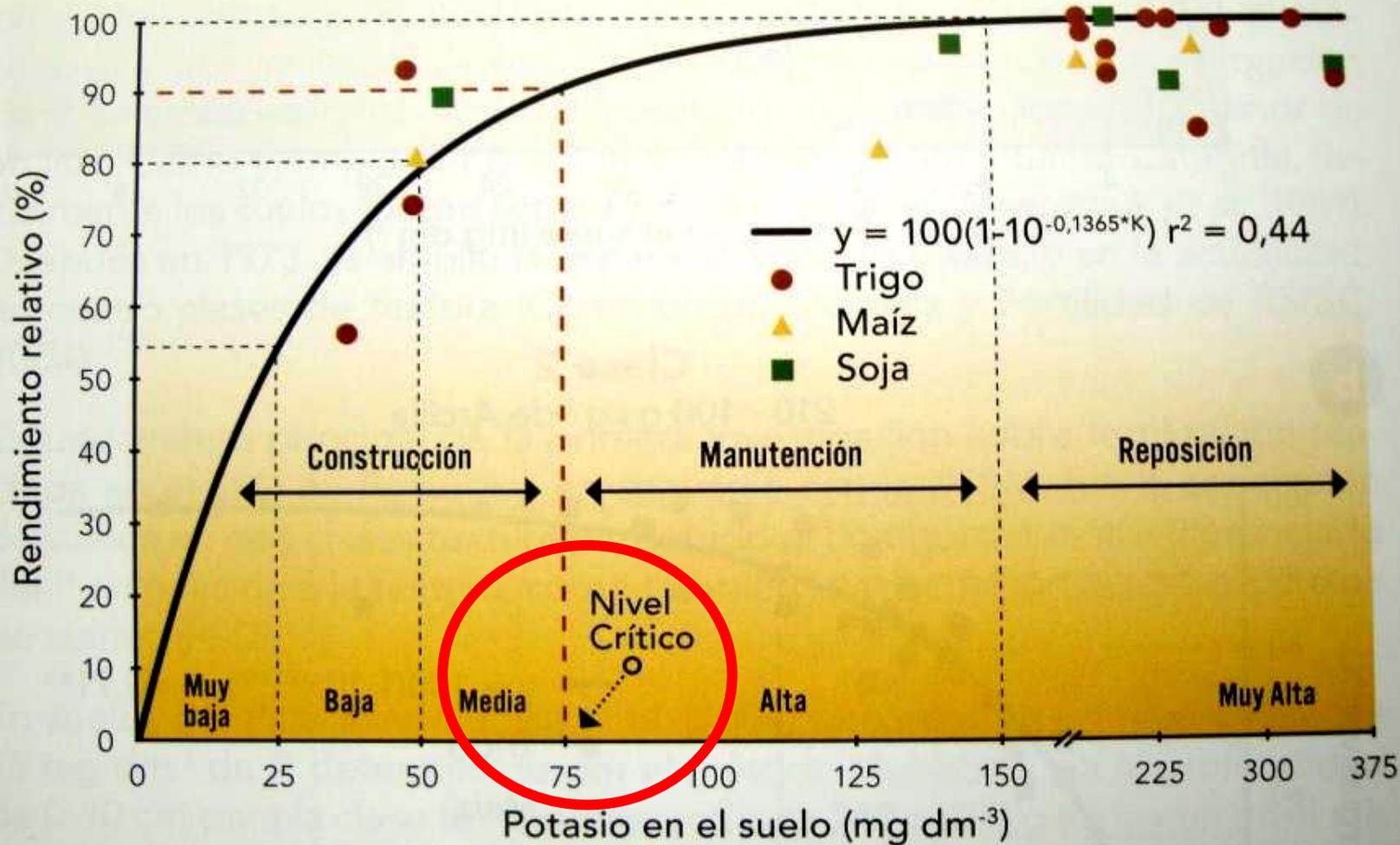
| INTERPRETACIÓN | CLASE DEL SUELO CONFORME TENOR DE ARCILLA ⁽¹⁾ | |
|----------------|--|-----------------------------|
| | 1 (mg dm ⁻³) | 2 (mg dm ⁻³) |
| Muy baja | ≤ 4,0 | ≤ 5,0 |
| Baja | 4,1 – 8,0 | 5,1 – 10 |
| Media | 8,1 – 12,0 | 10,1 – 15,0 |
| Alta | 12,1 – 24,0 | 15,1 – 30,0 |
| Muy alta | > 24 | > 30 |

⁽¹⁾ Clase 1 de 410 - 600 g kg⁻¹;
Clase 2 de 210 - 400 g kg⁻¹

Fuente: Cubilla *et al.* (2007)

Por encima del nivel crítico (12 mg dm⁻³ para la clase 1 y 15 mg dm⁻³ para la clase 2), la probabilidad de respuesta de las plantas es muy baja o casual, en cuanto, por debajo de esta (categorías baja y muy baja) aumenta la probabilidad de respuesta a medida que el tenor en el suelo está por debajo del nivel crítico (Tabla 2 y 3).

Figura 4. Relación entre K extraído por el extractor Mehlich-1 y el rendimiento relativo obtenido con trigo, soja y maíz, ecuación de producción, coeficiente de correlación, nivel crítico y categorías de fertilidad para K bajo SSD, Paraguay, 2005 * Significativo ($P < 0,01$).



2.3.2

Determinación de categorías de fertilidad para K en el suelo

Tabla 4. Interpretación del tenor de K en el suelo extraído por el método Mehlich-1, conforme el contenido de K en el suelo.

| INTERPRETACIÓN | POTASIO (mg dm ⁻³) |
|----------------|-----------------------------------|
| Muy baja | ≤ 25 |
| Baja | 26 – 50 |
| Media | 51 – 75 |
| Alta | 76 – 150 |
| Muy alta | > 150 |

Fuente: Wendling et al. (2007)

Etapas del sistema

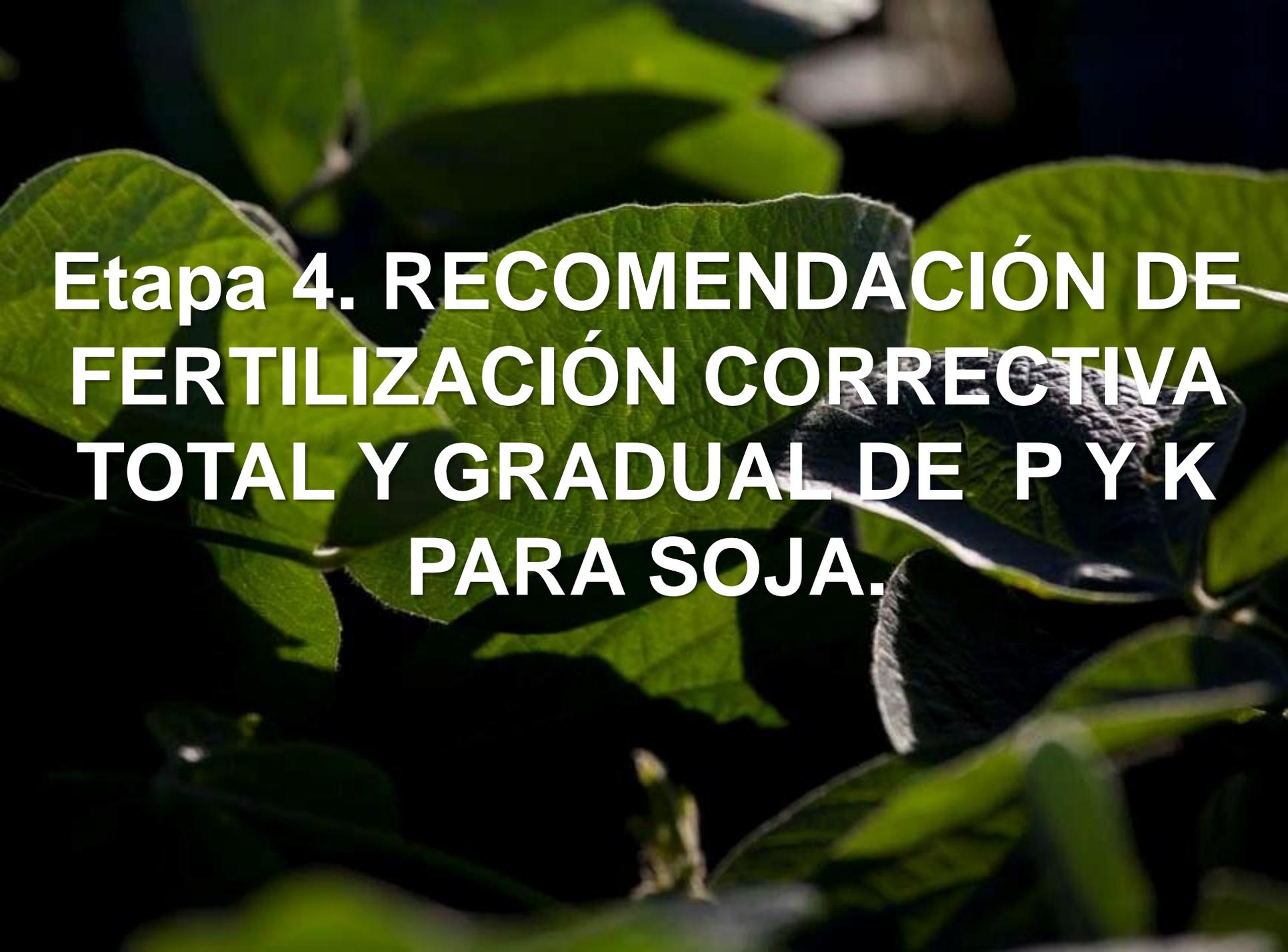
El sistema está compuesto por las siguientes etapas:



El muestreo de suelo, es la primera etapa para la adopción de un programa de recomendaciones de fertilización y correctivos. El error en la toma de muestras es muy perjudicial, ya que estas no pueden ser corregidas en las etapas de análisis de laboratorio, de interpretación de resultados analíticos y de recomendación de fertilizantes y correctivos.

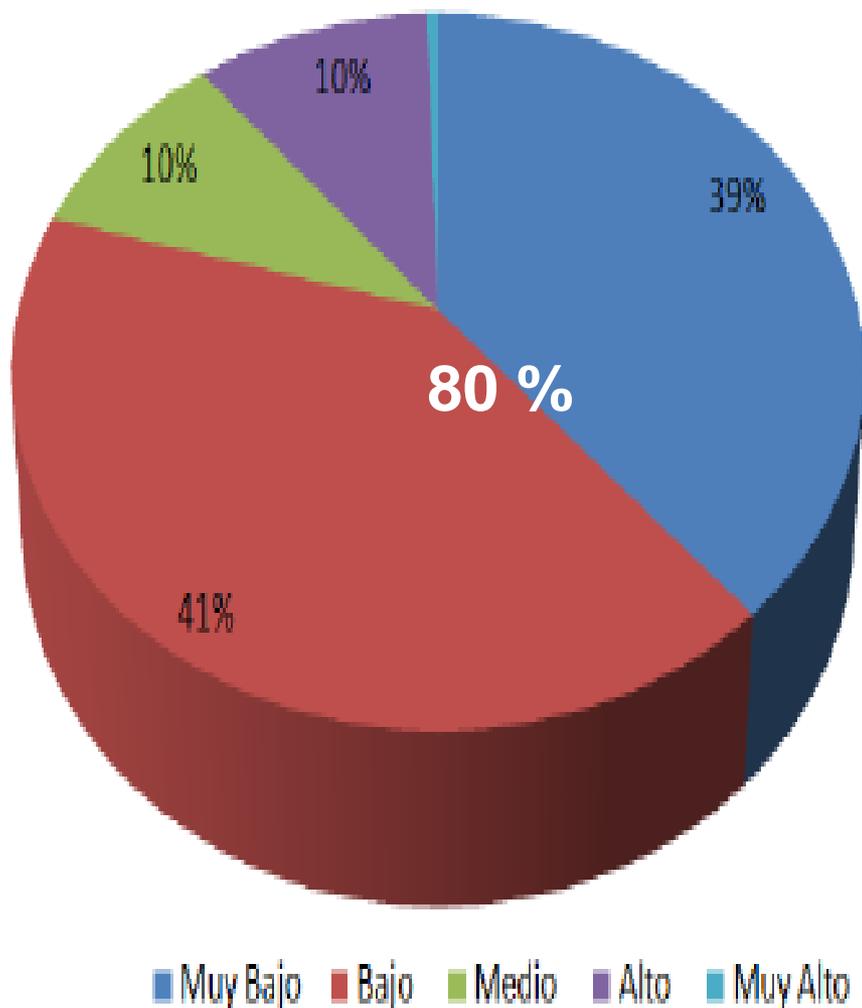
¿Cómo manejar fósforo y potasio?

- Conocer el nivel de P y K Mehlich-1 según análisis del suelo.
- Decidir
 - Fertilización para el cultivo, o
 - Fertilización de construcción; **manutención (M) y/o reposición (R)** que implica mantener y/o mejorar los niveles de nutrientes del suelo..

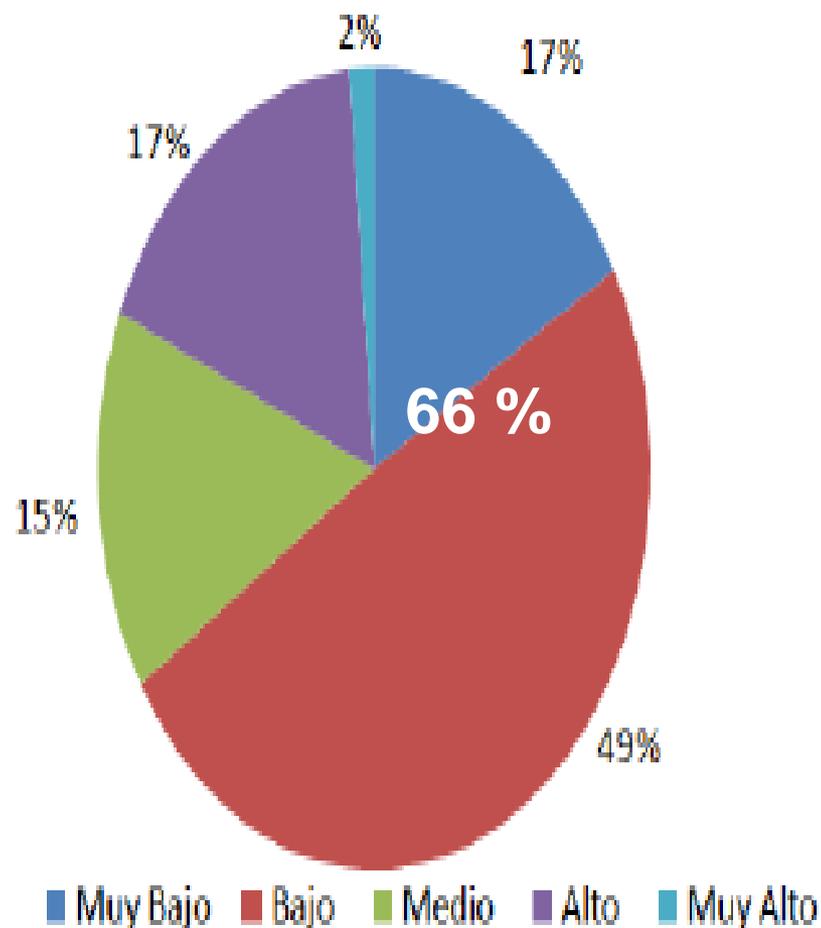
A close-up photograph of several vibrant green soybean leaves. The leaves are in sharp focus, showing their characteristic trifoliate structure and prominent veins. The background is dark and blurred, making the green leaves stand out. Overlaid on the center of the image is white, bold, sans-serif text.

**Etapa 4. RECOMENDACIÓN DE
FERTILIZACIÓN CORRECTIVA
TOTAL Y GRADUAL DE P Y K
PARA SOJA.**

Niveles de Fósforo en el Suelo %
Suelos Socios Cooperativa Colonias Unidas
209 Fincas - 2008



Niveles de Potasio % en el Suelo
Suelos Socios Cooperativa Colonias Unidas
209 Fincas - 2008



FERTILIZACION CORRECTIVA TOTAL

Tabla 6. Recomendación de fertilización fosfatada correctiva total en kg ha^{-1} de P_2O_5 , de acuerdo con el tenor de arcilla.

| TENOR DE ARCILLA (g kg^{-1}) | CATEGORÍA DE P (mg dm^{-3}) - MEHLICH-1 | | |
|--|--|------|-------|
| | MUY BAJO | BAJO | MEDIO |
| Clase 1 410 – 600 | 200 | 100 | 25 |
| Clase 2 210 – 400 | 150 | 75 | 15 |

Fuente: Cubilla (2005)

Los resultados obtenidos en este estudio señalan, la cantidad de 25 kg ha^{-1} de P_2O_5 para elevar 1 mg dm^{-3} el tenor de P en el suelo para la Clase 1 (410 – 600 g kg^{-1} de tenor de arcilla) y la cantidad de 15 kg ha^{-1} de P_2O_5 para elevar 1 mg dm^{-3} en el suelo para la Clase 2 (210 - 400 g kg^{-1} de tenor de arcilla).

La filosofía de la recomendación de fertilización fosfatada y potásica, tiene por objetivo, como dijimos anteriormente, elevar el tenor de los nutrientes en el suelo (fertilización correctiva), cuando están por debajo del nivel crítico,

Tabla 10. Valores de fertilización de manutención (M) de P y K de los cultivos de soja, trigo, maíz y girasol para los rendimientos especificados y cantidades a ser adicionados por tonelada de granos producidos.

| CULTIVO | RENDIMIENTO REFERENCIA (t ha ⁻¹) | MANUTENCIÓN (M) PARA RENDIMIENTO REFERENCIA | | CANTIDAD (M) A ADICIONAR POR TONELADA DE GRANOS | |
|---------|---|--|---|--|---|
| | | kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ | kg ha ⁻¹ de K ₂ O | kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ | kg ha ⁻¹ de K ₂ O |
| Soja | 3 | 45 | 75 | 15 | 25 |
| Trigo | 3 | 37,5 | 22,5 | 12,5 | 7,5 |
| Maíz | 5 | 50 | 37,5 | 10 | 7,5 |
| Girasol | 2 | 30 | 30 | 15 | 15 |

Tabla 7. Recomendación de fertilización fosfatada correctiva gradual para la Clase 1 de suelo en kg ha^{-1} de P_2O_5 bajo el SSD para Paraguay.

| CATEGORÍA | RECOMENDACIÓN PARA TRES CULTIVOS EN SUCESIÓN | | | |
|-----------|--|-------------------------|-------------------------|----------|
| | 1 ^{ER} CULTIVO | 2 ^{DO} CULTIVO | 3 ^{ER} CULTIVO | TOTAL |
| | (kg ha ⁻¹ de P_2O_5) | | | |
| Muy baja | 80 + M | 70 + M | 50 + M | 200 + 3M |
| Baja | 35 + M | 35 + M | 30 + M | 100 + 3M |
| Media | 25 + M | M | M | 25 + 3M |
| Alta | M | M | M | 3M |
| Muy alta | R | R | R | 3R |

M = manutención (tasa de exportación de cultivos + pérdidas).

R = reposición (exportación de cultivos). Trigo= 10 kg de P_2O_5 , soja= 12 kg de P_2O_5 , maíz= 8 kg de P_2O_5 , y girasol= 15 kg de P_2O_5 por tonelada de granos producidos.

Fuente: Cubilla *et al.* (2007)

Recomendación fosfatada bajo el SSD para Py.

CLASE 1
(41 – 60 % de Arcilla)
Análisis; 6 mg dm³

MAIZ Safrina 2015
Rend. Esperado 6.000 Kg/ha

SOJA 14/15
Rend. esperado
3.000 kg/ha

SOJA 16/17
Rend. Esperado
3.000 Kg/ha



-----kg ha⁻¹ de P₂O₅-----

| | | | |
|---------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Nivel de P BAJO | 35 (C) + 45 (M) | 35 (C) + 60 (M) | 30 (C) + 45 (M) |
| Nivel de P MEDIO | 25 (C) + 45 (M) | 60 (M) | 45 (M) |

NIVEL MEDIO
DE P

NIVEL ALTO
DE P

Tabla 8. Recomendación de fertilización fosfatada correctiva gradual para la Clase 2 de suelo en kg ha^{-1} de P_2O_5 bajo el SSD para Paraguay.

| CATEGORÍA | RECOMENDACIÓN PARA TRES CULTIVOS EN SUCESIÓN | | | |
|-----------|--|-------------------------|-------------------------|----------|
| | 1 ^{ER} CULTIVO | 2 ^{DO} CULTIVO | 3 ^{ER} CULTIVO | TOTAL |
| | (kg ha ⁻¹ de P_2O_5) | | | |
| Muy baja | 60 + M | 50 + M | 40 + M | 150 + 3M |
| Baja | 25 + M | 25 + M | 25 + M | 75 + 3M |
| Media | 15 + M | M | M | 15 + 3M |
| Alta | M | M | M | 3M |
| Muy alta | R | R | R | 3R |

M = manutención (tasa de exportación de los cultivos + pérdidas).

R = reposición (exportación de cultivos).

Trigo= 10 kg de P_2O_5 , soja= 12 kg de P_2O_5 , maíz= 8 kg de P_2O_5 , y girasol= 15 kg de P_2O_5 por tonelada de granos producidos.

Cosecha de trigo en parcelas de calibración de NPK.

CETAPAR. Yguazú, Alto Paraná.

Recomendación fosfatada bajo el SSD para Py.

CLASE 2
 (21 – 40 % de Arcilla)
 Análisis; 9 mg dm³

MAIZ Safrina 2015
 Rend. Esperado 6.000 Kg/ha

SOJA 14/15
 Rend.
 esperado
 3.000 kg/ha

SOJA 16/17
 Rend.
 Esperado
 3.000 Kg/ha



-----kg ha⁻¹ de P₂O₅ -----

| | | | |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Nivel de P BAJO | 25 (C) + 45 (M) | 25 (C) + 60 (M) | 25 (C) + 45 (M) |
| Nivel de P MEDIO | 15 (C) + 45 (M) | 60 (M) | 45 (M) |

**NIVEL MEDIO
DE P**

**NIVEL ALTO
DE P**

Porque es importante conocer la Clase de suelo (% de Arcilla) y el tenor de P?

➤ **50 % de arcilla - Clase 1; 6 mg. dm³ de P (baja);**

Para corrección (100 + 25) = 125 kg/ha de P₂O₅
se necesita **417 Kg/ha** de la formulación 00-30-10

➤ **30 % de arcilla - Clase 2; 9 mg dm³ de P (baja)**

Para corrección (75 + 15) = 90 kg/ha P₂O₅
se necesita **300 Kg/ha** de la formulación 00-30-10

La Ton de 00-30-10 = U\$ 650 aprox.

*Con solo conocer el % y la necesidad de P, se estaría ahorrando
(clas 2) **117 Kgl/ha** de 00-30-10 = U\$ 76 /ha*

Productor con 1.000 ha; ahorro de U\$ 76.000

Tabla 11. Recomendación de fertilización fosfatada (kg ha^{-1}) para soja sugerida según el rendimiento objetivo, para un tenor medio de P y clase según tenor de arcilla, Paraguay, 2012 - Recomendación para SSD establecido (más de 5 años).

| TENOR DE ARCILLA (g kg^{-1}) | EXPECTATIVA DE RENDIMIENTO DE SOJA (kg ha^{-1}) | | |
|--|---|-------------|--------|
| | < 2000 | 2000 a 3000 | > 3000 |
| | kg ha^{-1} de P_2O_5 | | |
| 410 a 600 | 40 | 70 | 90 |
| 210 a 400 | 30 | 60 | 80 |

Para altos rendimientos ajustar la expectativa de rendimiento a la exportación 12 kg ha^{-1} de P_2O_5 por tonelada de granos.

Obs.: Cuando el suelo contiene más de 600 g kg^{-1} de arcilla utilizar las recomendaciones de fertilización de la clase de 410 a 600 g kg^{-1} .

Tabla 9. Recomendación de fertilización potásica correctiva gradual y total en kg ha^{-1} de K_2O en el SSD para Paraguay.

| CATEGORÍA | RECOMENDACIÓN PARA TRES CULTIVOS | | | |
|-----------|--|-------------------------|-------------------------|-----------|
| | 1 ^{ER} CULTIVO | 2 ^{DO} CULTIVO | 3 ^{ER} CULTIVO | TOTAL |
| | $(\text{kg ha}^{-1} \text{ de } \text{K}_2\text{O})$ | | | |
| Muy baja | 150 | 100 | 60 | 310 |
| Baja | 90 | 60 | 40 | 190 |
| Media | 60 | M | M | $60 + 2M$ |
| Alta | M | M | M | $3M$ |
| Muy alta | R | R | R | $3R$ |

M = manutención (tasa de exportación de cultivos + pérdidas). **Fuente:** Wendling *et al.* (2007)

R = reposición (Exportación de los cultivos) Trigo y Maíz= 6 $\text{kg de } \text{K}_2\text{O}$ por tonelada de granos, Soja= 20 $\text{kg de } \text{K}_2\text{O}$ y Girasol: 12 $\text{kg de } \text{K}_2\text{O}$ por tonelada de granos exportados.

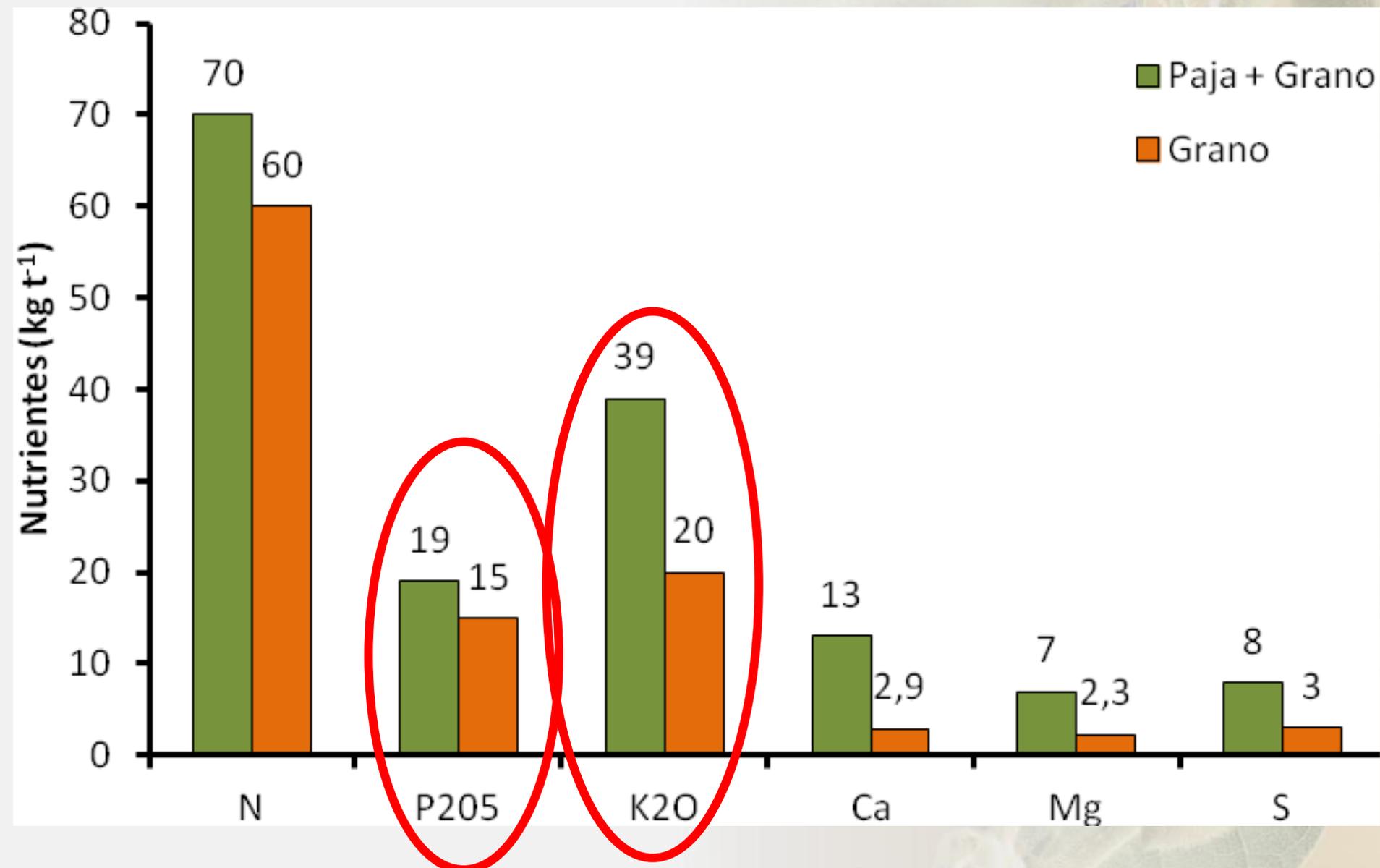
Tabla 12. Recomendación de fertilización potásica (kg ha^{-1}) para soja sugerida según el rendimiento objetivo, para un tenor medio de potasio, Paraguay, 2012

| CATEGORÍA "MEDIA" DE K | EXPECTATIVA DE RENDIMIENTO DE SOJA (kg ha^{-1}) | | |
|------------------------------------|---|-------------|------------|
| | < 2000 | 2000 a 3000 | > 3000 |
| | kg ha^{-1} de K_2O | | |
| 51 – 75 (mg dm^{-3}) | 80 | 100 | ≥ 120 |

Para altos rendimientos ajustar la expectativa de rendimiento a la exportación 25 kg ha^{-1} de K_2O por tonelada de granos.

Cosecha de
soja en SSD.





Necesidad de nutrientes en la planta y exportación en los granos de soja (Promedio de varias fuentes, citado por Gassen et al., 2003).

Productividad vs Exportación Nutrientes

| Años | | | | |
|--|--|--|---|---|
| 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 |
| 2.411 kg/ha 36 kg P ₂ O ₅ 94 Kg K ₂ O | 2.483 kg/ha 38 kg P ₂ O ₅ 97 Kg K ₂ O | <u>1.367 kg/ha</u> 26 kg P ₂ O ₅ 53 kg K ₂ O | <u>2.598 kg/ha</u> 49 kg P ₂ O ₅ 101 kg K ₂ O | 2.700 aprox 51 kg P ₂ O ₅ 105 kg K ₂ O |

Muy importante:

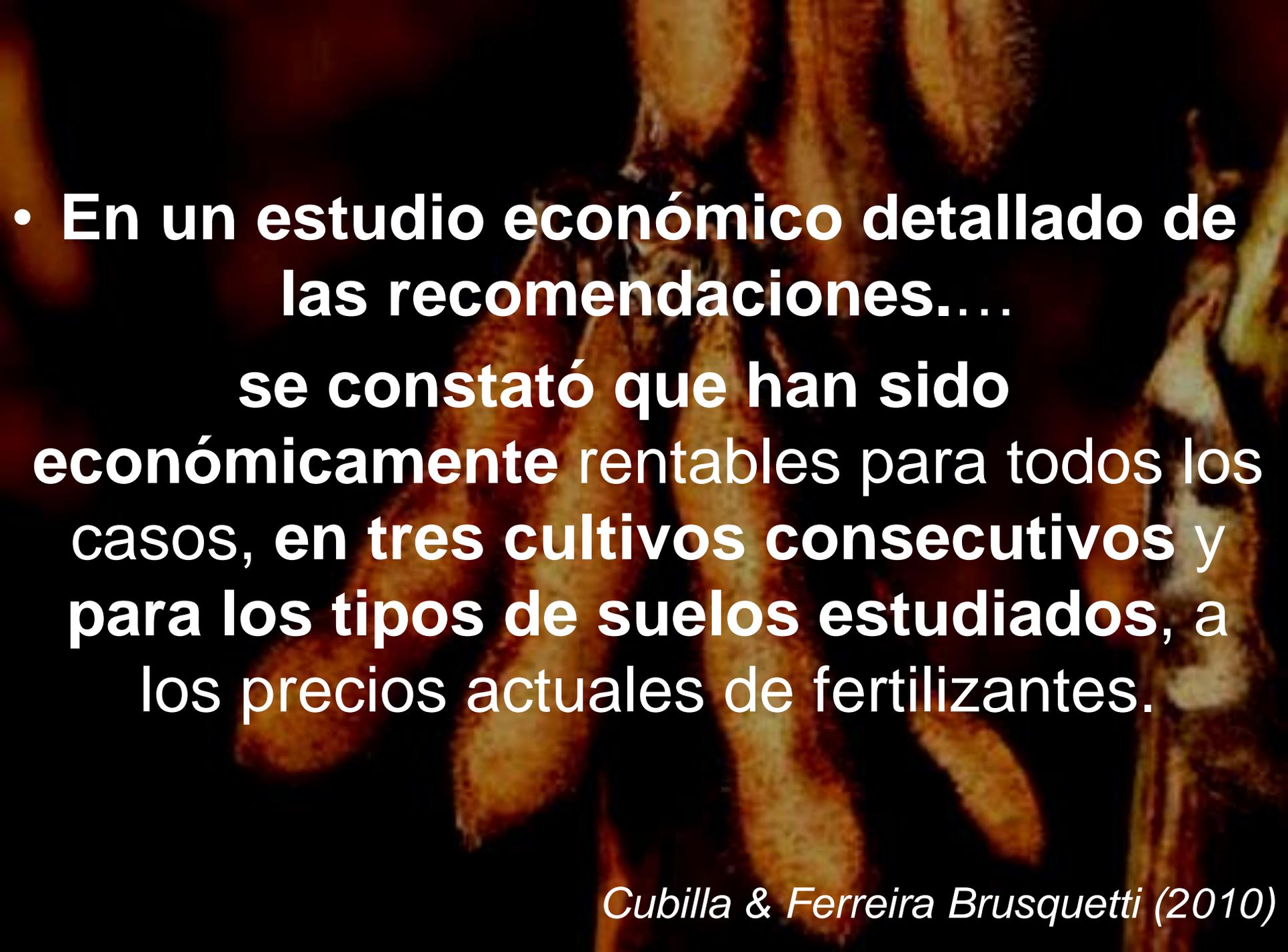
Histórico de productividad por lote;

Histórico del manejo suelo;

Histórico de la fertilización;

Muestreo, análisis (tenores de nutrientes).

FUNDAMENTAL PARA TOMAS DE DECISIONES

- 
- **En un estudio económico detallado de las recomendaciones.... se constató que han sido económicamente rentables para todos los casos, en tres cultivos consecutivos y para los tipos de suelos estudiados, a los precios actuales de fertilizantes.**

Conclusiones

La publicación contribuye a maximizar el uso eficiente y económico de fertilizantes, lo que resulta en economía para el productor.

Para la fertilización, se sugiere adoptar las recomendaciones provenientes de resultados de análisis de suelos, combinados con la extracción de nutrientes y rendimientos obtenidos en los años anteriores; pero por sobre todo, en base a las recomendaciones de investigaciones locales.

Una adecuada nutrición de la soja y mantenimiento de niveles adecuados de la fertilidad, son claves para obtener rendimientos acordes con materiales genéticos de uso actual.

Muchas gracias

RECOMENDACIONES DE
FERTILIZACIÓN
PARA SOJA, TRIGO, MAÍZ Y GIRASOL
BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA
DIRECTA EN EL PARAGUAY



MARTÍN M. CUBILLA A
ADEMIR WENDLING
FLÁVIO L. F. ELTZ
TELMO J. C. AMADO
JOÃO MIELNICZUK

Junio del 2012