

# Capacidad del Sistema de Clasificación de Suelos de Acuerdo a su Fertilidad para determinar las principales limitantes físicas y químicas de producción agrícola de los suelos aluviales recientes del río Amazonas (sector: Iquitos-Nauta)

**Capacity of the Soil Classification System according to their Fertility to determine the main physical and chemical constraints of agricultural production in young soils formed on sediment of alluvial origin of the Amazon River (sector: Iquitos-Nauta)**

Lidia del Carmen Bardales Pezo<sup>1</sup>

Recibido: octubre 2010

Aceptado: diciembre 2010

## RESUMEN

El presente estudio realizado el 2009, constituye una contribución al mejor conocimiento del potencial de fertilidad natural, y, consiguientemente, al mejor conocimiento de la capacidad de producción agrícola de las distintas unidades morfo-pedológicas presentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas, sector: confluencia de los ríos Ucayali y Marañón-ciudad de Iquitos. El instrumento de evaluación utilizado fue la segunda versión del "Sistema de Clasificación de Suelos de Acuerdo a su Fertilidad", más conocido como Sistema FCC (Fertility Capability Classification System), cuya capacidad en tanto que instrumento de evaluación de fertilidad de suelos fue igualmente evaluada. Resultados de análisis de caracterización física y química de veintidós suelos seleccionados de estudios anteriores efectuados por otros investigadores, fueron contrastados con los parámetros cuantitativos del Sistema FCC, constatándose su capacidad para determinar las principales limitaciones físicas de producción de cultivos, de las distintas unidades morfo-pedológicas, mas no, para todas las limitaciones químicas principales de las mismas. Así, se ha constatado que, el Sistema no dispone de parámetros cuantitativos adecuados para determinar, en forma práctica y directa, las limitantes de producción de cultivos, causadas por la baja disponibilidad de N y P, elementos nutritivos alta y frecuentemente limitantes de la producción de cultivos en los suelos de la Amazonía peruana, razón que llevó a la incorporación, a título provisional, de los modificadores correspondientes, lográndose con esto mejorar la capacidad del Sistema para evaluar las principales limitantes químicas de producción de cultivos de los diversos tipos de suelos presentes en el sector de estudio. Sería importante tomar en cuenta la experiencia del agricultor ribereño sobre manejo de las diversas unidades morfo-pedológicas presentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas para complementar y mejorar las claves interpretativas del Sistema FCC.

**Palabras claves:** Sistema FCC-parámetros cuantitativos, claves interpretativas, potencial natural, unidades morfo-pedológicas.

## ABSTRACT

This study is a contribution to better understanding of the natural fertility potential, and consequently to a better understanding of the agricultural production capacity of the different morpho-pedological units present in the recent floodplains of the Amazon River area: confluence of the Ucayali and Marañón rivers - Iquitos. The assessment instrument used was the second

<sup>1</sup> Departamento Académico de Ciencias Básicas y Suelos. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Ángel Brusco 517, Iquitos, Perú. lidia.bardales@hotmail.com

version of "Fertility Capability Soil Classification System", known as System FCC, whose utility as a tool for assessing soil fertility was also evaluated. Results of the analysis of physical and chemical characterization of 22 selected soils, from previous studies conducted by other researchers, were compared with the quantitative parameters of the FCC system, verifying its ability to identify the main physical constraints of crop production, of the diverse morpho-pedological units, but not to identify all the main chemical constraints of the crop production. Thus, it was found that the system does not have adequate quantitative parameters to determine in a practical and direct way, the crop production constraints caused by the low availability of N and P, which are nutrients of high and frequent constraints in the production of crops in soils of the Peruvian Amazon. For this reason, corresponding modifiers were incorporated provisionally, to achieve the improvement of the System capacity to assess the main chemical constraints in crop production of various types of soils present in the field of study. It would be important to take into account the experience of riverain farmers on the management of the diverse morpho-pedological units which are present in the recent floodplains of the Amazon River to complement and enhance the key interpretations of the FCC.

**Key words:** quantitative parameters FCC system, interpretative keys, natural potential, morpho-pedological units.

## INTRODUCCIÓN

No obstante el mayor potencial de fertilidad natural de los suelos de las diversas unidades morfopedológicas presentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas, estas continúan siendo subutilizadas, y continúa también la deforestación de las áreas boscosas contiguas de tierra firme.

De otra parte, aún no se dispone de la información precisa concerniente a las características físicas y químicas que limitan la producción agrícola en las diversas unidades morfopedológicas con potencial agronómico, presentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas, no obstante los esfuerzos científicos efectuados por las instituciones dedicadas a la experimentación agrícola en la región. El estudio incluyó el sector comprendido entre la confluencia de los ríos Ucayali y Marañón y la ciudad de Iquitos. Prácticamente, todos los estudios de suelos efectuados en el sector de estudio, entre otros, los de Rodríguez *et al.* (1987, 1992) y Paredes *et al.* (1993) tuvieron como fin principal la caracterización física y química de los

mismos, como un medio de aproximación a su estado de fertilidad natural.

Es en este contexto que se consideró importante hacer uso del Sistema de Clasificación de Suelos de Acuerdo a su Fertilidad (Sánchez *et al.*, 1982), más conocido como Sistema FCC (Fertility Capability Classification System), en razón de que este sistema fue diseñado expresamente para poner en relieve las limitantes físicas y químicas de producción de cultivos de los suelos.

Siendo seleccionada, para este efecto, información de campo y laboratorio correspondiente a veintidós suelos que formaron parte de estudios anteriores efectuados por otros investigadores (Rodríguez *et al.*, 1987, 1992 y Paredes *et al.*, 1993).

Con esta intención, los resultados de análisis de caracterización física y química de las investigaciones de Rodríguez *et al.* (1987) y Paredes *et al.* (1993) fueron contrastados con los parámetros cuantitativos de las clases correspondientes a los tres niveles de categorías del Sistema FCC.

Las limitantes físicas y químicas de producción de cultivos de los suelos en estudio fueron determinadas a partir de la contrastación de los valores analíticos cuantificables de las características físicas y químicas de los suelos y subsuelos seleccionados con los límites de los criterios cuantitativos de las clases correspondientes a los tres niveles de categorías del Sistema FCC, es decir, con las definiciones y parámetros cuantitativos correspondientes al **tipo, tipo de sustrato y modificadores**, los mismos que en su mayoría son parámetros utilizados por la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos de América (Soil Survey Staff, 1975). La hipótesis planteada para el presente estudio fue: Los criterios cuantitativos del Sistema FCC permiten determinar las principales limitantes físicas y químicas de producción de cultivos de las diferentes unidades morfopedológicas presentes en el sector de estudio. Finalmente, el objetivo principal del estudio fue evaluar la capacidad del Sistema FCC para determinar las principales limitantes físicas y químicas de producción de cultivos de las diversas unidades morfopedológicas presentes en el sector de estudio.

## MATERIAL Y MÉTODO

La zona de estudio incluyó el paisaje aluvial reciente del río Amazonas, en el sector comprendido entre la confluencia de los ríos Ucayali y Marañón y la ciudad de Iquitos. Según Tuukki *et al.* (1996), 118 km sería la distancia entre la gran confluencia de los ríos antes mencionados y la ciudad de Iquitos. Litológicamente la zona está cubierta por sedimentos fluviónicos recientes, no consolidados, depositados periódicamente durante las épocas de creciente del río. El relieve y conformación actual de la zona es el resultado de la dinámica de los procesos

de erosión y acumulación de los materiales sedimentarios.

La zona en estudio constituye parte integrante de la formación ecológica Bosque Húmedo-Tropical. Las precipitaciones son abundantes y distribuidas casi uniformemente durante todo el año, oscilando la media anual entre 2000 y 3000 mm. La temperatura media es poco variable y oscila entre 25,8 y 26,7 °C. La humedad es también poco variable fluctuando a lo largo del año entre 82 y 86% (Onern, 1975).

La ejecución del estudio implicó la utilización de lo siguiente:

### Suelos

Información de suelos de Paredes *et al.* (1993) y Rodríguez *et al.* (1987), específicamente, aquella correspondiente a las diversas unidades morfopedológicas presentes en el paisaje aluvial reciente del río Amazonas, dentro del sector estudiado. Entendiéndose por “información de suelos” la información de campo (descripción físiomorfológica de perfiles de suelos y de paisaje de los mismos) e información de laboratorio (datos de análisis de caracterización física y química de los mismos), reportada por los investigadores mencionados.

A partir de la información de suelos de Paredes *et al.* (1993) y Rodríguez *et al.* (1987) se seleccionaron tres suelos de las unidades morfopedológicas más dominantes en las terrazas bajas (a saber: restingas bajas, bajiales y, en menor proporción: restingas medias) y diecinueve suelos de las unidades morfopedológicas más dominantes en los complejos de orillares recientes (a saber: playas, barreales, bajiales, restingas bajas y restingas medias).

Los tres tipos de suelos dominantes en las terrazas bajas fueron localizados en el caserío San Antonio, a diferentes distancias de la margen del río. Mientras que los diecinueve suelos de las diversas unidades morfopedológicas presentes en los complejos de orillares recientes fueron

localizados en seis caseríos o comunidades ribereñas: Cañaverál, San Miguel, San Antonio, Huimbacaño, Justicia y Miguel Grau, a diferentes distancias de la margen del río. En la tabla que sigue (tabla 1) se presenta información adicional sobre el particular.

**Tabla 1.** Localización de las unidades morfopedológicas dominantes en las unidades geomorfológicas presentes al interior de las llanuras de inundación y de desborde del río Amazonas en el sector estudiado.

Caserío / Comunidad	Código de transecto y n.º de perfil	Formación sedimentaria	Unidad geomorfológica	Unidad morfopedológica
<b>Suelos seleccionados de la investigación de Paredes et al. (1993)</b>				
San Antonio	2A-1	Ll.d.d.	Tb	Restinga baja
San Antonio	2A-3	Ll.d.d.	Tb	Bajjal
San Antonio	2A-6	Ll.d.d.	Tb	Restinga media
Huimbacaño	5A-1	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
Huimbacaño	5A-2	Ll.d.i.	COR	Restinga media
Huimbacaño	5A-4	Ll.d.i.	COR	Restinga media
Huimbacaño	5A-5	Ll.d.i.	COR	Restinga media
Justicia	9A-1	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
Justicia	9A-2	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
Justicia	9A-3	Ll.d.i.	COR	Bajjal
Justicia	9A-4	Ll.d.i.	COR	Restinga media
Miguel Grau	12A-2	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
Miguel Grau	12A-3	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
<b>Suelos seleccionados de la investigación de Rodríguez et al. (1987)</b>				
Cañaverál	1-1 IIAP	Ll.d.i.	COR	Dique
San Miguel	2-1 IIAP	Ll.d.i.	COR	Playa
San Miguel	2-2 IIAP	Ll.d.i.	COR	Playa/barreal
San Miguel	2-3 IIAP	Ll.d.i.	COR	Barreal
San Miguel	2-4 IIAP	Ll.d.i.	COR	Barreal
San Miguel	2-5 IIAP	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
San Miguel	2-7 IIAP	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
San Miguel	2-8 IIAP	Ll.d.i.	COR	Restinga baja
San Miguel	3-2 IIAP	Ll.d.i.	COR	Barreal

Ll.d.d. = Llanura de desborde  
Ll.d.i. = Llanura de inundación

Tb = Terraza baja  
COR = Complejo de orillares reciente

La información de campo, y, principalmente la de laboratorio, correspondiente a los veintidós suelos seleccionados, constituyeron el material utilizado para clasificar a los mismos de acuerdo a la segunda versión del Sistema FCC.

### Metodología

La ejecución de la presente investigación implicó, básicamente, el desarrollo de tres fases: **precampo, campo y gabinete**, contando cada una de las cuales con un número variable de subfases.

Las fases de precampo y gabinete se desarrollaron en el Centro de Referencia e Información de Suelos de la Amazonía Peruana (Crisap) de la UNAP, así como en la Biblioteca Especializada y el Departamento Académico de Ciencias Básicas y Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; y la fase de campo, en el paisaje aluvial reciente del río Amazonas, específicamente en el sector comprendido entre la confluencia de los ríos Ucayali y Marañón y la ciudad de Iquitos.

### Sistema FCC

#### Breve descripción de la segunda aproximación del Sistema FCC

Para una mayor comprensión de la segunda aproximación del Sistema FCC, a continuación se presentan las diferentes clases del Sistema, a nivel de sus tres categorías, incluyendo una breve descripción de cada una de ellas.

a) Tipo (indicativo de la textura de la capa superior del suelo):

S: capa superior del suelo de textura arenosa: arena franca y arena.

L: capa superior del suelo de textura franca: <35% de arcilla.

C: capa superior del suelo de textura arcillosa: >35% de arcilla.

O: capa superior del suelo orgánico (aplicable a suelos orgánicos): >30% de materia orgánica hasta una profundidad de 50 cm o más.

b) Tipo de substrato (indicativo de la textura de la parte superior del subsuelo):

S: subsuelo de textura arenosa.

L: subsuelo de textura franca.

C: subsuelo de textura arcillosa.

R: roca u otra capa dura que restrinja el desarrollo de las raíces.

c) Modificadores (indicativos de limitantes físicas y químicas relacionadas con la fertilidad del suelo):

g: gley (malas condiciones de drenaje).

d: seco (humedad limitante durante la estación seca).

e: baja capacidad de intercambio catiónico (baja CIC).

a: toxicidad de aluminio (en plantas sensibles).

h: ácido (baja a media acidez).

i: alta capacidad de fijación de fósforo.

x: minerales amorfos (en la fracción arcillosa).

v: vertisol (suelo arcilloso de tipo 2:1).

k: baja reserva de potasio.

b: calcáreo (reacción básica).

s: salinidad (presencia de sales solubles).

n: sódico (niveles altos de sodio).

c: acidez potencial por efectos de drenaje.

!: grava.

‰: pendiente.

Cada modificador del Sistema (es decir, cada clase a nivel de modificadores) dispone de varios parámetros cuantitativos, los mismos que se presentan inmediatamente después del símbolo del modificador, uno a continuación del otro, según el grado de conveniencia para la

determinación de la limitancia. El parámetro que aparece en primer lugar es el más deseable y debería ser utilizado en la contrastación si los datos del suelo son disponibles, caso contrario, la contrastación debería efectuarse utilizando los parámetros siguientes, es decir, el segundo, el tercero o el cuarto.

La descripción completa sobre esta aproximación fue publicada en la revista científica *Geoderma* (Sánchez *et al.*, 1982) en versión inglesa. Los años subsiguientes los mismos autores tradujeron al español esta publicación.

#### Contrastación de las características físicas y químicas de los suelos seleccionados con los criterios de clasificación del Sistema FCC

Se prefirió utilizar la segunda aproximación del Sistema FCC antes que la tercera o la cuarta versión, por ser esta la versión matriz del mismo. Además, por ser la versión mejor explicada, la más utilizada en el mundo y sobre todo, la más adecuada a la información disponible para la presente investigación.

Antes de utilizar los valores de las características físicas y químicas de los suelos seleccionados, estos fueron ajustados a las profundidades establecidas por el Sistema FCC (0-20 y 20-50 cm), es decir, se obtuvieron valores promedios de los mismos para las dos profundidades antes indicadas.

Una vez ajustados los valores de las características físicas y químicas de los suelos seleccionados, estos fueron contrastados con los parámetros cuantitativos dentro de las clases, correspondientes a los tres niveles de categorías del Sistema.

#### Determinación de las Unidades FCC en los suelos seleccionados

Las Unidades FCC constituyen el producto resultante de la utilización del Sistema FCC en la evaluación de la fertilidad de suelos. Estas se generan a partir de la contrastación de los valores ajustados correspondientes a las características físicas y químicas de los suelos motivo de estudio (en nuestro caso: suelos seleccionados) con los criterios cuantitativos de las clases correspondientes a los tres niveles de categorías del Sistema. Primero se determinó la clase de tipo, luego la clase de tipo de sustrato y finalmente, las clases o tipos de modificadores incursos.

En el caso específico de los modificadores, la determinación se efectuó a partir de la contrastación de los valores correspondientes a las características físicas o químicas del suelo en cuestión con los criterios cuantitativos de los modificadores del Sistema, comenzando esta acción siempre con los criterios cuantitativos correspondientes al primer modificador presentado en el mismo [(modificador "g") (régimen de humedad ácuico)]. Continuando luego con los siguientes de la lista (d, e, a, ...).

A nivel de cada modificador, la contrastación se comenzó siempre con el primer parámetro cuantitativo del modificador. Cuando el suelo motivo de evaluación no disponía del valor analítico correspondiente, la contrastación se efectuó con el segundo, tercero o cuarto parámetro cuantitativo formando parte del modificador, esto en razón de que ellos son presentados en orden decreciente de preferencia y fiabilidad (orden que indica, a su vez, un incremento en la facilidad de la determinación analítica para cuantificar a los mismos).

Un modificador es incorporado a la unidad FCC de un suelo dado, cuando el valor de la característica física o química motivo de evaluación cae dentro de los límites

correspondientes al primer, segundo, tercero o cuarto parámetro cuantitativo (dependiendo esto de la disponibilidad de la información analítica correspondiente), formando parte del modificador utilizado en la evaluación de la característica del suelo en estudio.

El símbolo (o símbolos) correspondiente(s) al modificador (o modificadores) que esté (o estén) afectando al suelo en estudio será (o serán) anotado (o anotados) a continuación del símbolo correspondiente al tipo o de los símbolos correspondientes al tipo y tipo de substrato.

De esta manera se determinaron las limitantes físicas o químicas de la producción de cultivos de los diferentes tipos de suelos estudiados.

#### Interpretación de las Unidades FCC de los suelos seleccionados

Una vez determinadas las Unidades FCC de los suelos seleccionados, los símbolos literales de las mismas fueron interpretadas haciendo uso de las claves del Sistema FCC. Esto con el fin de hacerlos comprensivos y útiles.

Las claves interpretativas del Sistema FCC son escritas en términos no técnicos para facilitar la comprensión por parte de los usuarios de estudios de suelos o de informes sobre uso de la tierra. Estas son breves y tratan de llamar la atención en las limitantes más gravitantes que se encuentran al interior de las clases del Sistema.

Con seguridad estas interpretaciones no reflejan el rango total de las deseadas.

En el caso de uso del Sistema a nivel local, los autores del mismo (Sánchez *et al.*, 1982) consideran que la interpretación de las Unidades FCC relacionadas con cultivos dominantes y con sistemas de cultivos específicos y teniendo en cuenta la habilidad local, es decir, la experiencia del usuario de la tierra (en nuestro caso, la experiencia del agricultor ribereño) permitiría complementar las claves interpretativas y convertiría a ellas en valiosas herramientas de evaluación de fertilidad de suelos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados

#### Capacidad del Sistema FCC para determinar las principales limitantes físicas y químicas de producción de cultivos en las diferentes unidades morfopedológicas seleccionadas para el presente estudio

El Sistema FCC permite determinar las principales limitantes físicas de producción de cultivos de las diferentes unidades morfopedológicas presentes en el área de estudio, mas no todas las limitantes químicas de las mismas. Concretamente, el Sistema no dispone de los parámetros cuantitativos adecuados para determinar, en forma práctica y directa, las limitantes de producción de cultivos causadas por la baja disponibilidad de N y P en las mismas. (ver tabla 2)

**Tabla 2.** Unidades FCC correspondientes a las 22 unidades morfopedológicas seleccionadas, según la segunda y cuarta versión del Sistema.

Caserío o comunidad	Unidad morfopedológica	Clave de trocha o perfil	Unidad FCC	
			2da. versión	4ta. versión
Cañaveral	Dique marginal	1 - 1 IIAP	Se	Se
San Miguel	Playa	2 - 1 IIAP	Se	Se
San Miguel	Playa/Barreal	2 - 2 IIAP	Se	Se

Continúa...

Continúa...

Caserío o comunidad	Unidad morfológica	Clave de trocha o perfil	Unidad FCC	
			2da. versión	4ta. versión
San Miguel	Barreal	2 - 3 IIAP	LSg	LSg
San Miguel	Barreal	2 - 4 IIAP	Lg	L
San Miguel	Barreal	3 - 2 IIAP	LSgb	LSgb
San Antonio	Bajjal	2A - 3	Cgk	Cgk
Justicia	Bajjal	9A - 3	Lgk	Lgk
San Antonio	Restinga baja	2A - 1	Lgk	Lgk
San Miguel	Restinga baja	2 - 5 IIAP	L	L
San Miguel	Restinga baja	2 - 7 IIAP	Lg	Lg
San Miguel	Restinga baja	2 - 8 IIAP	Lg	Lg
Huimbacaño	Restinga baja	5A - 1	Lgk	Lgk
Huimbacaño	Restinga baja	5A - 2	Cghk	Cga·k
Huimbacaño	Restinga baja	5A - 4	Lghk	La·k
Justicia	Restinga baja	9A - 1	Lgk	Lgk
Justicia	Restinga baja	9A - 2	Lgk	Lgk
Miguel Grau	Restinga baja	12A - 2	Lgk	Lgk
Miguel Grau	Restinga baja	12A - 3	Lgk	Lgk
San Antonio	Restinga media	2A - 6	Cghk	Cga·k
Huimbacaño	Restinga media	5A - 5	Lgk	Lk
Justicia	Restinga media	9A - 4	Lgk	Lgk

## Discusión

### Incorporación provisional de dos nuevos modificadores al Sistema FCC

La falta de modificadores prácticos y directos para evaluar la disponibilidad de N y P de los suelos en estudio, los valores químico-analíticos frecuentemente bajos correspondientes a estos nutrientes y las respuestas de los cultivos a la aplicación de fertilizantes portadores de estos elementos (según constataciones de agricultores e investigadores de la región), fueron las razones que nos indujeron a incorporar al Sistema FCC, de manera provisional, un modificador para evaluar la disponibilidad de N, y otro, para evaluar la disponibilidad de P.

Esto, con la intención de mejorar la capacidad de evaluación del Sistema, y convertir a este en una herramienta práctica y útil para evaluar la fertilidad de los suelos, de manera tal, que pueda ser capaz de determinar las principales limitaciones físicas y químicas de la

producción de cultivos de los suelos en estudio.

La incorporación de estos modificadores tiene carácter provisional porque los límites de los criterios utilizados no han sido comprobados experimentalmente en las condiciones de suelos y cultivos propios de las llanuras inundables del río Amazonas. Se optó por estos límites, porque no existe otra información más específica para la región.

Estos límites, constituyen los límites superiores, de los rangos bajos de las escalas interpretativas de materia orgánica y P disponible, propuestas por la Estación Experimental Agrícola La Molina (EEA-LM) y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNA-LM), instituciones que vienen utilizando estas escalas para interpretar los resultados de análisis de suelos que se realizan en sus laboratorios, así como, para efectuar recomendaciones de fertilización a sus usuarios, servicio que vienen brindándolo a nivel nacional.



### Modificador para evaluar la disponibilidad de N

El nuevo modificador para evaluar la disponibilidad de N, fue simbolizado con la letra "o" minúscula, por no existir otra letra más adecuada, tal como "n", pues, esta ya fue utilizada en otro modificador, más precisamente, para evaluar la alcalinidad de los suelos. A este nuevo modificador se le atribuyó la denominación: **baja disponibilidad de nitrógeno**, y, provisionalmente, se optó como criterio de evaluación el valor correspondiente al límite superior del rango bajo (2%) de la escala interpretativa para evaluar el contenido de materia orgánica en los suelos, propuesta por la Estación Experimental Agrícola La Molina (EEA-LM) y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNA-LM). Se optó por este criterio de evaluación, en razón de su alta correlación con la disponibilidad de N en los suelos. Nosotros, consideramos que el contenido de materia orgánica del suelo puede ser utilizado como un indicador indirecto del contenido de N disponible del suelo, es decir, como un indicador indirecto de la capacidad del suelo para suministrar este nutriente a los cultivos.

En la cuarta versión del Sistema FCC, al igual que en las anteriores, los autores del mismo (Sánchez *et al.*, 2003) no incluyeron un modificador específico y directo para evaluar la baja disponibilidad de N en los suelos, basado en los resultados de análisis de laboratorio, correspondientes a este nutriente (N total), porque consideraron que estos resultados eran poco confiables y muy cambiantes para ser usados como un parámetro FCC.

Como se precisa en el primer párrafo de esta sección, nosotros proponemos este modificador de manera provisional, por la falta de parámetros específicos sobre disponibilidad de N, y, más precisamente, por la falta de niveles críticos de N

disponible, específicos para los cultivos dominantes de las diferentes unidades morfopedológicas existentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas. Consideramos oportuno precisar que tampoco existe este tipo de información para los otros nutrientes vegetales, sea, para los cultivos dominantes en las diferentes unidades morfopedológicas presentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas, o, para aquellos dominantes en las diferentes unidades morfopedológicas presentes en "tierra firme", hecho que pone en evidencia la necesidad de investigaciones sobre estos temas.

### Modificador para evaluar la disponibilidad de P

El nuevo modificador para evaluar la disponibilidad de P, fue simbolizado con la letra "p" minúscula, y se le atribuyó la denominación: **baja disponibilidad de P**. Provisionalmente, se optó como criterio de evaluación para el mismo, el valor correspondiente al límite superior del rango bajo (7 mg de P/kg de suelo) de la escala interpretativa propuesta por la Estación Experimental Agrícola La Molina (EEA-LM) y Universidad Nacional Agraria La Molina (UNA-LM). Como en el caso anterior, proponemos este nuevo modificador de manera provisional, por la falta de un parámetro específico sobre disponibilidad de P, y, más precisamente, por la falta de niveles críticos de P disponible, específicos para los cultivos dominantes en las diferentes unidades morfopedológicas existentes en las llanuras aluviales recientes del río Amazonas. Consideramos que el contenido de P disponible del suelo, cuantificado por el método de Olsen modificado, puede ser utilizado, de manera provisional, como un indicador de la capacidad del suelo para suministrar este nutriente a los cultivos.

Para efectuar una interpretación de P disponible, a partir de un resultado analítico de laboratorio, es necesario disponer de una escala interpretativa específica, tanto, para el elemento nutritivo en cuestión, como, para el tipo de suelo y tipo cultivo motivo de evaluación.

Por otra parte, precisamos que el Sistema FCC, en sus cuatro versiones solo dispone del modificador "i" y sus variables "i-" e "i+" (estos últimos en la tercera y cuarta versión), para evaluar, en forma indirecta, la disponibilidad de P de los suelos, pues, lo hace a partir de la capacidad de fijación de P del suelo, por acción de los compuestos de Fe y Al. Así, en la última versión (versión 4), el Sistema FCC considera que un suelo tiene alta capacidad de fijación de P cuando debe añadirse más de 100 mg de P/kg de suelo para que este alcance los niveles adecuados de P disponible, según las escalas interpretativas de disponibilidad de este nutriente (>7 mg de P/kg de suelo), según el método de Olsen modificado.

Según Sánchez *et al.* (2003) el desafío real que tiene el Sistema FCC y la calidad del suelo, es la identificación de parámetros cuantitativos que reflejen las deficiencias de N y P con un nivel alto de fiabilidad.

No obstante los diversos ajustes efectuados al Sistema FCC por parte de sus autores, en

las cuatro versiones publicadas hasta el momento, no dispone de los medios (parámetros cuantitativos) prácticos y directos para evaluar las limitantes de producción causadas por bajas concentraciones de N y P disponibles en los suelos, elementos nutritivos alta y frecuentemente limitantes de la producción de cultivos en los suelos de la Amazonía peruana, particularmente en aquellos que forman parte del paisaje de tierra firme.

Interpretación resumida de las Unidades FCC correspondiente a los veintidós suelos seleccionados, según la segunda versión del Sistema, complementada con los nuevos criterios considerados

En la tabla 3 que sigue, se presenta la interpretación de las unidades FCC correspondientes a las veintidós unidades morfoedológicas seleccionadas para el presente estudio. La interpretación fue realizada de acuerdo con los parámetros cuantitativos de la segunda versión del Sistema, así como con los nuevos criterios considerados.

**Tabla 3.** Interpretación resumida de las Unidades FCC más frecuentes encontradas en las diferentes unidades morfoedológicas en el sector de estudio, según la segunda versión del Sistema, incluyendo los nuevos criterios considerados.

Unidad morfoedológica	Unidad FCC	Interpretación resumida
Dique marginal	Se (mg.o.p.)	Dominantemente arenoso; CIC < 7 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N y P
Playa	Se (mg.o.p.)	Dominantemente arenoso; CIC < 7 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N y P
Barreal	LSg (mg.o.)	Franco (dominantemente limoso) sobreyaciendo a subsuelo arenoso; condiciones óxido-reductoras; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N
	Lg (mg.o.p.)	Franco (dominantemente arenoso); condiciones óxido-reductoras; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N y P

Continúa...

Continúa...

Unidad morfoedológica	Unidad FCC	Interpretación resumida
Bajial	Cgk (mg)	Arcilloso (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; < de 0,2 cmol <sub>c</sub> de K cambiable kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg
	Lgk (mg)	Franco (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; < de 0,2 cmol <sub>c</sub> de K cambiable kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg
Restinga baja	Lg (mg.o.)	Franco (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N
	Lgk (mg.o.p.)	Franco (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; < de 0,2 cmol <sub>c</sub> de K cambiable kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N y/o P
Restinga media	Cghk (mg.o.p.)	Arcilloso, (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; 10-60% de la CICE saturado con Al; < de 0,2 cmol <sub>c</sub> de K cambiable kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N y P
	Lgk (mg.o.)	Franco (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; < de 0,2 cmol <sub>c</sub> de K cambiable kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N o P
	Lgk (mg.p.)	Franco (dominantemente limoso); condiciones óxido-reductoras; < de 0,2 cmol <sub>c</sub> de K cambiable kg <sup>-1</sup> de suelo; deficiencias potenciales de Mg y actuales de N o P

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Onern. 1975. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Angamos. Lima. Onern. Perú. 275 pp.
- Paredes AG, Rodríguez AF, Szott L. 1993. Caracterización del potencial de fertilidad natural de los suelos aluviales de la zona Iquitos-Nauta (ríos Amazonas e Itaya). Resumen de investigaciones apoyadas por Fundeagro 1988-1992. Segunda parte. Lima, Perú. Pp. 182-186.
- Rodríguez AF, Ramírez BJ, Campos BL. 1987. Manejo de suelos aluviales inundables en Iquitos. Informe técnico semestral. I semestre 1987. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú.
- Rodríguez AF. 1992. Los suelos de áreas inundables de la Amazonía peruana: potencial, limitaciones y estrategia para su investigación. Folia Amazónica-IIAP. Iquitos, Perú. 2: 7-25.
- Sánchez PA, Couto W, Buol SW. 1982. The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability and modification. Geoderma. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-The Netherlands. 27(4): 283-309.
- Sánchez PA, Palm CA, Buol SW. 2003. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. Geoderma. Elsevier Science B. V. Amsterdam-The Netherlands. 114 (2003): 157-185.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys; U.S. Dep. Agric; Handbook, 436; U.S. Dep. Agric. Washington, D.C.
- Tuukki E, Jokinen P, Kalliola R. 1996. Migraciones en el río Amazonas en las últimas décadas, sector de confluencia ríos Ucayali y Marañón-Isla de Iquitos. Folia Amazónica. Iquitos, Perú. 8(1): 1.

