



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

1

**PLAN TRABAJO FINAL DE GRADUACION  
-MODALIDAD TESINA-  
(Resolución N° 4.186-C.D.)**

**SISTEMA IRRIGADO ARROZ-PACÚ Y EL  
BALANCE  
DE NUTRIENTES (N, P, K, Mg), MO.**

Alumno: **Máximo Andrés ROMAGNOLI**

Asesor: **Ing. Agr. (Mgter.) Héctor María CURRIE**

**Corrientes, 2016**

**INDICE**

✓ ANTECEDENTES_____	3
✓ INTRODUCCIÓN_____	5
✓ OBJETIVOS GENERALES_____	7
✓ OBJETIVOS PARTICULARES_____	7
✓ MATERIALES Y MÉTODOS_____	7
✓ RESULTADO Y DISCUSIÓN _____	12
✓ CONCLUSIOES_____	18
✓ BIBLIOGRAFIA_____	19
✓ ANEXO _____	20
✓ AGRADECIMIENTOS _____	24

## ANTECEDENTES

El cultivo integrado de peces en arrozales no es una práctica común alrededor del mundo. La mayor parte de la información proviene de países de Asia, en particular de las Filipinas, Indonesia y Japón, en donde los métodos tradicionales del cultivo de arroz se han ido refinando durante varios siglos. El arroz es la cosecha principal y de mayor importancia económica y el pescado puede proveer una ganancia y/o proteína adicional(Bocek).

Cuando se habla de arroz-peces hay dos sistemas claramente diferenciados: -Por un lado, en países asiáticos, el sistema arroz-peces en simultáneo, que está asociado a productores minifundistas, de aproximadamente 0,5 hectáreas, que realizan esta actividad para subsistir (Halwart y Gupta, 2006).

Por otro lado en Argentina, se propuso un innovador sistema que propone un desarrollo ambiental (entendiéndose por este al desarrollo social, económico, del recurso natural y tecnológico de la región donde se lo desarrolla), proponiendo bloques productivos a partir de 190 hectáreas, en los cuales en una estación estival se realiza el cultivo de arroz y al verano próximo la piscicultura. Esto va a permitir a la empresa tener una evolución favorable(Meichtry, 2014).

Figura N°1: Ciclo representando la rotación arroz-pacú(*Piaractusmesopotamicus*)



En la Figura N°1: se puede observar la preparación del estanque, incorporación de los alevines, su alimentación y como producto final de la producción, peces de 1,5 Kg, que serán procesados para su comercialización. Luego de la pesca, se procede a la siembra del arroz pre germinado y a su posterior cosecha.

Obteniendo Arroz elaborado de primera calidad y PacúProcesado.

Esta última opción, es una actividad iniciada hace apenas unos años en nuestro país, que viene demostrando sinergias novedosas que podrían marcar una tendencia para toda la región en cuanto a productividad y sustentabilidad y presenta una alternativa al tradicional sistema arroz sobre arroz, aumentando la producción de alimentos por unidad de superficie, disminuyendo labores y prácticas agrícolas (Currie et al., 2014).

Uno de los beneficios que presenta esta rotación es que existe un importante aporte de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) proveniente de la alimentación-excreción de los peces y de microorganismos que coexisten en la columna de agua, transformándose en abono orgánico que es aprovechado por el cultivo de arroz<sup>1</sup>.

Dicho aporte de nutrientes pueden evidenciarse en los muestreos realizados en el establecimiento arrocero San Carlos, en la localidad chaqueña de La Leonesa, donde el contenido de nutrientes en, pileta pacú (2 años) es : N: 0,16 %; P: 6,5 ppm; K: 0,38 ppm y la chacra (previo a la cría de pez) : N: 0,01 %; P: 3,47ppm; K: 0,30ppm, donde las diferencias de los nutrientes entre la chacra con y sin rotación, con pacú, son los siguientes valores a favor de la pileta con peces: N: 0,15%; P: 3,03ppm; K:0,08ppm, es dable apreciar el incremento de los nutrientes, advirtiéndose no obstante que estas constituyen las primeras evaluaciones(Currie, op cit.).

---

<sup>1</sup> Néstor Gromenida (comunicación personal, 2016).

## INTRODUCCIÓN

La tasa de incremento anual de la producción acuícola, según la (FAO, 2008), aumentó de 3,9% (producción total en peso) en 1970, a 32,4% en 2004. Los datos señalan un crecimiento general mundial, a una tasa promedio anual del 8,8% entre 1970 y 2004. La producción total en 2004 fue de 59,9 millones de toneladas, ascendiendo en 2006 a 66,7 millones de toneladas, con un valor de US\$78.800 millones de dólares. Este crecimiento es más rápido que el de cualquier otro sector de producción de alimento de origen animal.

La producción mundial de arroz cáscara para el año 2015 es de 749,1 millones de toneladas, lo que corresponde a 499,3 millones de toneladas de arroz elaborado (FAO, 2015). Respecto al arroz en la Argentina, en la campaña 2015 se cosecharon 228.000 hectáreas con una producción de 1.521.983 toneladas totales, de las cuales la Provincias de Corrientes y Entre Ríos suman el 81% de lo que se produce, mientras que Santa Fe, Chaco y Formosa se reparten el 19% restante. La cadena cuenta con aproximadamente 450 productores y el destino de la producción es: 65% para exportación y el 35% para el mercado interno (ACPA, 2015).

Tanto en los países del primer mundo, como en PLP Group, consideran al desarrollo sostenible una prioridad, por lo que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas, a la conservación del medio ambiente y al crecimiento económico de su país. Para llevarlo a cabo una de las actividades que vienen realizando es la integración de la producción acuícola, en rotación con la producción arrocería. En la actualidad el 800 hectáreas se hallan en rotación arroz-pacú, y 3400 hectáreas son destinado al cultivo de arroz.

El sistema de producción de peces a baja densidad usado en el proceso de producción permite el aprovechamiento de la fauna existente (fitoplancton y zooplancton) y del alimento natural que se desarrolla por la presencia del rastrojo anterior, como así también de semillas de arroz y malezas presentes en los estanques. Al finalizar el ciclo del pacú, se logran las condiciones necesarias para la siembra del arroz pre germinado, con lo cual se suprimen labores de preparación del suelo (remoción y nivelación del terreno) que se realiza con la siembra convencional<sup>2</sup>.

Para lograr la conservación de medio ambiente, una de las variables a tener en cuenta es el equilibrio de los nutrientes del suelo. Lo que se podría lograr mediante los excrementos de los peces, que junto con los organismos y microorganismos, que se encuentran en la columna de agua, se transforman en importantes fuentes de abono orgánico incrementando la fertilidad de un suelo, en el que se produjo una gran extracción de nutrientes por parte del arroz.

La producción de arroz requiere de 16 nutrientes esenciales, pero los demandados en mayor cantidad son los conocidos como macronutrientes, entre los que se destacan nitrógeno, fósforo y potasio.

---

<sup>2</sup> Néstor Gromenida (comunicación personal, 2016).

-Nitrógeno:constituyente esencial de aminoácidos, nucleótidos y clorofila. Importante para el crecimiento del sistema radicular en la fase vegetativa, aumento en el número de granos por panoja, contenido de proteína en el grano y alargamiento de los entrenudos en el periodo reproductivo (Benavidez, 2006).

-Fósforo: forma parte de los nucleótidos, fosfolípidos y de la adenosina trifosfato (ATP), responsable del almacenaje y transferencia de energía (Benavidez, op cit.).

-Potasio: actúa en la regulación de la presión osmótica de las células, en la activación de encimas, en la regulación del pH celular, en la regulación de la transpiración y en el transporte de asimilados (Benavidez, op cit.).

Al eliminar el uso de estos nutrientes, se evitaría la utilización de energía fósil para generarlos, a sabiendas de que esta energía es un recurso no renovable. De esta manera se estaría promoviendo el cuidado del medio ambiente y su conservación. Además al disminuir los costos de este insumo, se incrementaría la renta.

## OBJETIVOS GENERALES

Conocer la dinámica de los nutrientes (N;P;K;Mg) del suelo en la rotación Arroz-Pacú, y establecer si el balance de éstos adquiere carácter positivo o bien negativo.

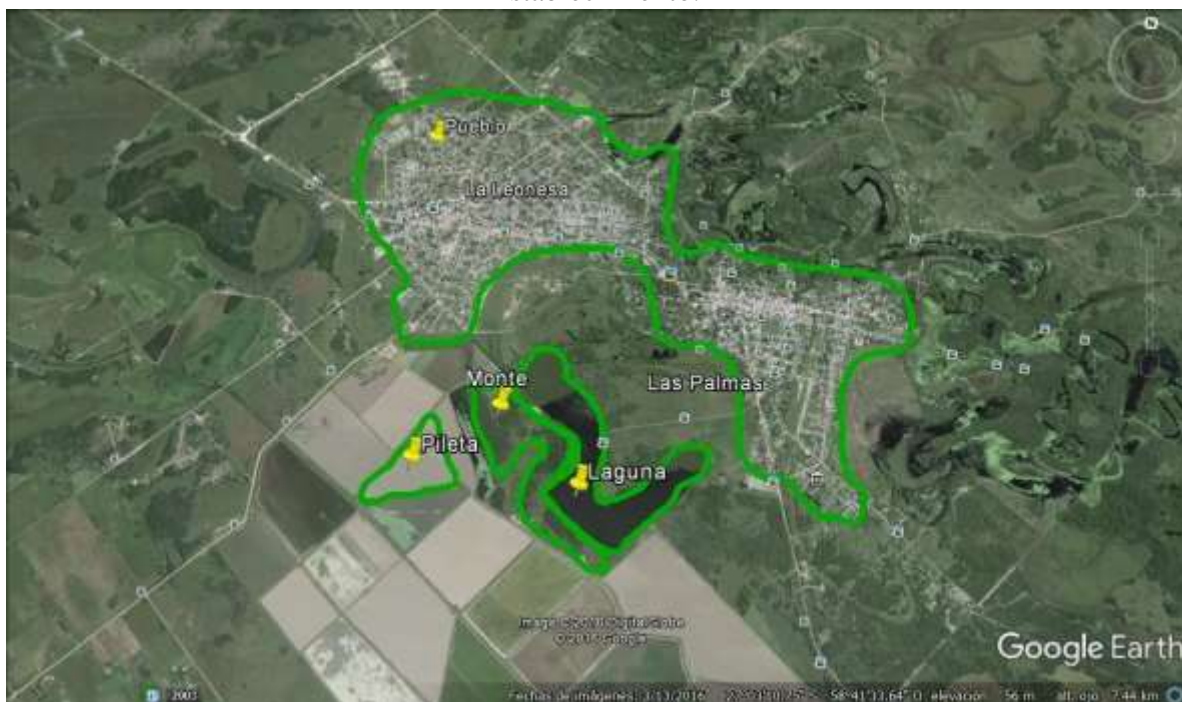
## OBJETIVOS PARTICULARES

1. Evaluar el contenido de nutrientes luego de la cosecha de arroz.
2. Medir la cantidad de nutrientes en el suelo en la etapa inicial, intermedia y final de la actividad piscícola.
3. Cuantificar el contenido de nutrientes, en diferentes ambientes, de forma comparativa.
4. Generar conocimiento acerca de la dinámica de los nutrientes (NPK), en la rotación.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el establecimiento San Carlos (27°03'10.5"S 58°42'40.1"W), ubicado en la Provincia del Chaco, Departamento La Leonesa, República Argentina (Imagen N°1).

Ubicación y sistema (pueblo, laguna, pileta y monte) en el que se encuentra el Establecimiento.



**Imagen 1:** Ubicación del Establecimiento.

El paisaje típico que caracteriza esta zona presenta lomas bajas tendidas, conformadas por pajonales y gramillares, con núcleos hidromórficos distribuidos aleatoriamente, pero con una pendiente general hacia el río Paraguay. También se encuentran en este mismo ambiente, paisajes de alternancia en el cual el pajonal-gramillar se mezcla con pastizales (Brest, 2012).

El área de estudio se ubica dentro del subtipo climático meso termal húmedo, con escasas lluvias en invierno (estación seca). Las temperaturas del mes más cálido son superiores a 22°C y la temperatura media anual es superior a 18°C.

El sector de muestreo se sitúa sobre la serie de suelo Tatané; es un Epiacualfmólico que se encuentra en bajos tendidos (cañadas, esteros), de relieve cóncavo. Es un suelo ganadero, que debería tratarse como a los de Capacidad de Uso Clase V.

Los ambientes en los que se realizaron los muestreos fueron 4, donde en cada punto se tomaron 4 muestras en diferentes épocas del año (Imagen 2).

En la imagen se observan los 4 puntos de muestreo



**Imagen 2:** Ubicación de los ambientes (Google earth).



## Descripción de los ambientes

### Monte



Imagen3: Monte: árboles de menor porte y arbustos, en general con un predominio de leguminosas del género *Prosopis* y *Acacia* como algarrobos (*Prosopis alba* y *nigra*), ñandubay o espinillos (*Prosopis algarrobilla* Gris.), aromitos o churquis (*Acacia caven*), tuscas o aromito (*Acacia aroma*), uñas de gato, ñapindás negros o garabatos (*Acacia praecox* Gris.), acompañados por ejemplares de talas (*Celtis* spp.), molles (*Schinus* spp.), chañares (*Geoffroea decorticans* (H. et Ar.) Burk), membrillos de monte (*Capparis stewartiana* Eichl.) (Alberto).

### Pastizal



Imagen4: Pastizal: conforman un paisaje dominado por hierbas medias y altas, imperando las Gramíneas (*Elyonurus*, *Andropogon*, *Spartina*, *Paspalum*, *Aristida*, etc) acompañadas por otras herbáceas y sufrútices, siendo comunes varias especies de las familias compuestas, leguminosas, euforbiáceas, malváceas y rubiáceas (Alberto).

**Lote con rotación arroz-pacú**

**Imagen 5:** se logra observar el arroz pre-germinado, sembrado al voleo, luego de la cosecha de los peces.

**Pileta de engorde de pacú**

**Imagen 6:** en esta piletas son introducidos los peces en marzo, con aproximadamente 100g, hasta su cosecha al año siguiente con 1,5 kg.

Universidad Nacional del Nordeste - Facultad de Ciencias Agrarias

El diseño experimental que se utilizó fue al azar simple, para la selección del lugar y desde ahí se procedió de forma sistemática y habitual.

Para la metodología estadística se realizó el análisis de la varianza (ANOVA), utilizando el programa Infostat®.

Los análisis se realizaron para los minerales N, P, K, Mg además de MO.

Nitrógeno Total: método semi-microKjeldahl-IRAM 29571-2.

Fósforo: método BrayKurtz N°1- IRAM 29570-1.

Potasio: por Fotometría de Llama. Extracto con Acetato de Amonio 1M, pH 7.

Magnesio: por complejometría con EDTA- Extracto con Acetato de Amonio 1M, pH7.

Materia orgánica: carbono orgánico: método semi-microWalkley-Black IRAM 29571-2. Al carbono orgánico se lo multiplicó por 1,724.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN****1- Contenidos de nutrientes luego de la cosecha de arroz.**

En la Tabla N°1, en la primera fila, se presentan los contenidos de nutrientes, en los primeros 20 cm de perfil, luego de la cosecha de arroz y a los cuales vamos a analizar mediante las tablas de Profertil para evaluar su contenido según corresponda <sup>3</sup>. En las siguientes filas los sucesivos muestreos.

**Tabla N°1: Contenido de nutrientes**

	Nutrientes en los primeros 20cm.			
Fecha	Nitrógeno %	Fósforo ppm	Potasio cmolc.kg-1	Magnesio cmolc.kg-1
<b>24/04/2015</b>	<b>0,10</b>	<b>9,6</b>	<b>0,3</b>	<b>3,1</b>
16/09/2015	0,098	16,7	0,4	3,3
09/12/2015	0,07	39,8	0,5	4,4
13/01/2016	0,056	63,6	0,5	4,7

**Tabla N°2: Interpretación de resultados mediante Profertil**

Determinación	Método	Niveles		
		Bajo	Medio	Alto
N Total	Kjeldahl	<0,10%	0,10-0,20%	>0,20%
P extraíble	Bray y Kurtz	<10ppm	10-20ppm	>20ppm

**Tabla N°3: Interpretación de resultados mediante Profertil**

Determinación	Niveles (cmol/kg)				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Potasio	≤0,12	0,13-0,25	0,26-0,51	0,52-0,64	≥0,65
Magnesio	≤0,25	0,26-0,50	0,51-1,00	1,01-1,80	≥1,81

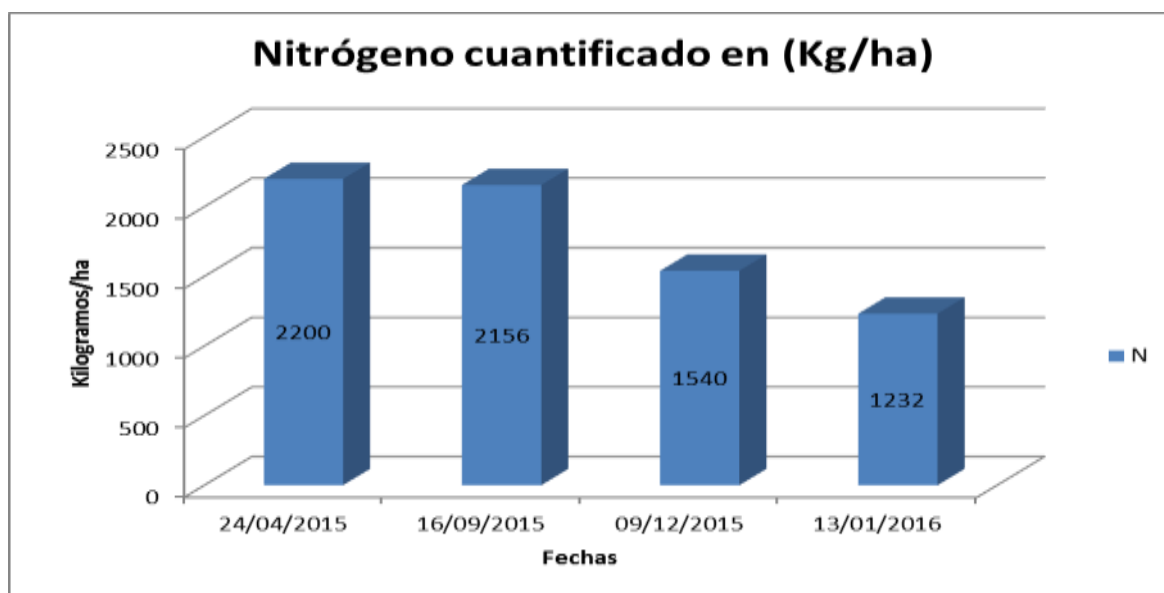
Interpretación de los resultados: con respecto al nitrógeno los niveles son considerados medios, mientras que para el fósforo son bajos. El potasio presenta niveles medios y el magnesio muy altos. Con estas observaciones, se puede evidenciar que el fósforo sería uno de los nutrientes limitantes y cuya evolución tenemos que prestar atención en la descripción de los siguientes objetivos.

<sup>3</sup> [www.profertilnutrientes.com.ar](http://www.profertilnutrientes.com.ar)

## 2-Cantidad de nutriente y MO en la etapa inicial-intermedia de la actividad piscícola.

Los peces juegan un papel importante en el ciclode nutrientes del ecosistema del campo de arroz. Hay diferentes maneras de como los peces pueden influir en la composición de nutrientes del agua de inundación y el suelo superficial oxidado así como en el crecimiento de la planta de arroz.

Primero, contribuyendo con más nutrientes al campo de arroz a través de la excreción de heces así como a través de la descomposición de peces muertos. Segundo, por la liberación de nutrientes fijados en el suelo cuando el pez nada por encima y dispersa, las partículas del suelo al perturbar la interface tierraagua. Finalmente, los peces ayudan al reciclado de nutrientes cuando se alimentan de la biomasa fotosintética y otros componentes del ecosistema(Cagauan1995). Se tiene que tener en cuenta que este autor, no cita como aporte de nutrientes el alimento balanceado, dado que en los sistemas simultáneo arroz- peces que se llevan a cabo en Asia no es una práctica habitual y de serlo el aporte es escaso, a diferencia del sistema propuesto en Argentina donde hay un gran aporte de alimento balanceado el cual contiene nutrientes.

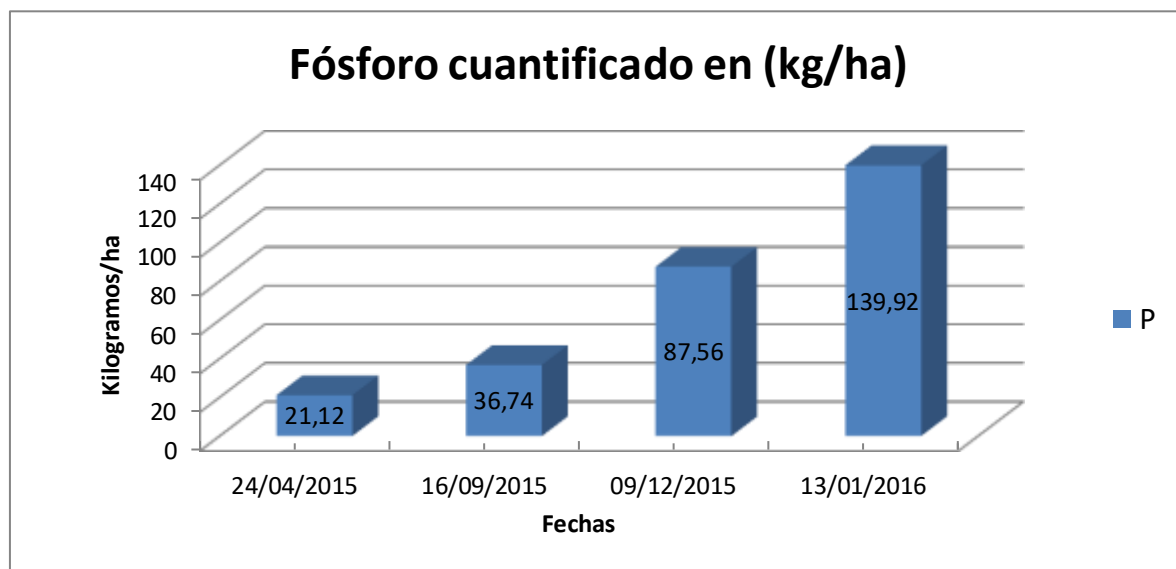


**Figura 2:** Valores en ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de Nitrógeno en diferentes fechas de muestreo

En la figura N°2 se observa como el contenido de nitrógeno disminuye a medida que transcurre el ciclo de piscicultura, en contraposición de los datos aportados por(Cagauan, et al., 1993) quienes afirman que un campo de arroz con peces tiene una capacidad más alta de producir y capturar nitrógeno que uno sin peces.

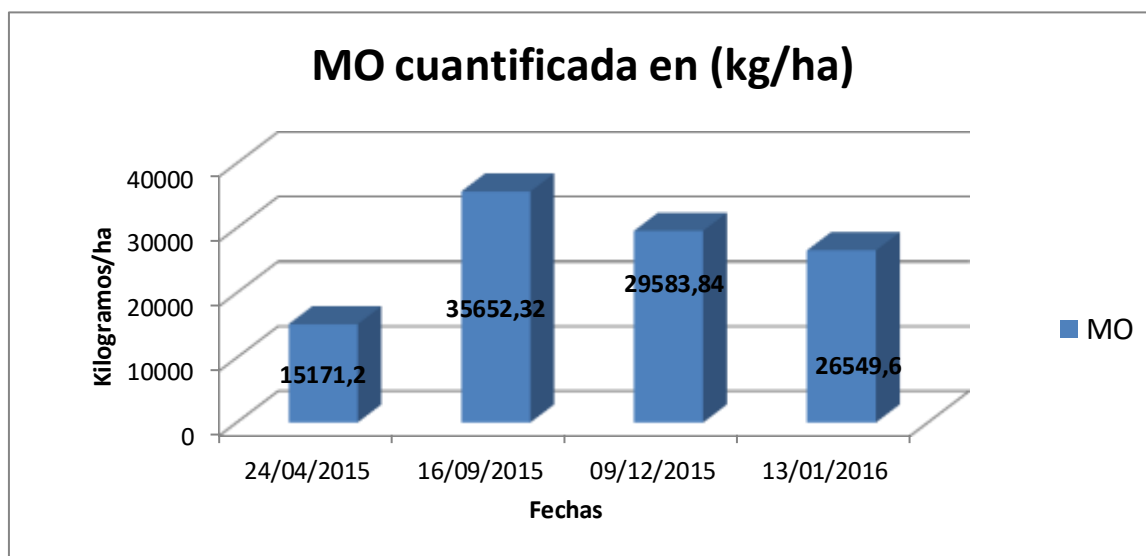
Experimentos en China confirman lo anterior al indicar que el nitrógeno orgánico, el nitrógeno alcalino y el nitrógeno total en el suelo son consistentemente más altos en los campos con peces que en los campos de control que no los tienen (Wu, 1995). Este autor lo atribuye al hecho de que los peces en los campos de arroz consumen malezas y pueden asimilar 30% de la biomasa de estas. Lo demás está excretado y ayuda a mantener la

fertilidad del suelo debido a que los nutrientes que normalmente se encuentran inmovilizados en las malezas, están liberados.



**Figura N° 3:** Valores en (kg ha<sup>-1</sup>) de fósforo en diferentes fechas de muestreo.

En figura N°3 se observa el incremento de fosforo, desde valores bajos como fue descripto en el desarrollo del objetivo N°1, a valores medios y altos a medida que transcurre la actividad piscícola.



**Figura N°4:** Valores en (kg ha<sup>-1</sup>) de materia orgánica en diferentes fechas de muestreo

En la figura N°4 se puede observar como el contenido de materia orgánica incrementa con respecto al primer muestreo y el cual podría deberse tanto a los restos de paja del cultivo de arroz que al descomponerse se homogeneizaron en la superficie, como los restos de microorganismos (fitoplancton y zooplancton). También debe considerarse el gran aporte de restos vegetales que vienen con el agua y son depositados en la pileta.

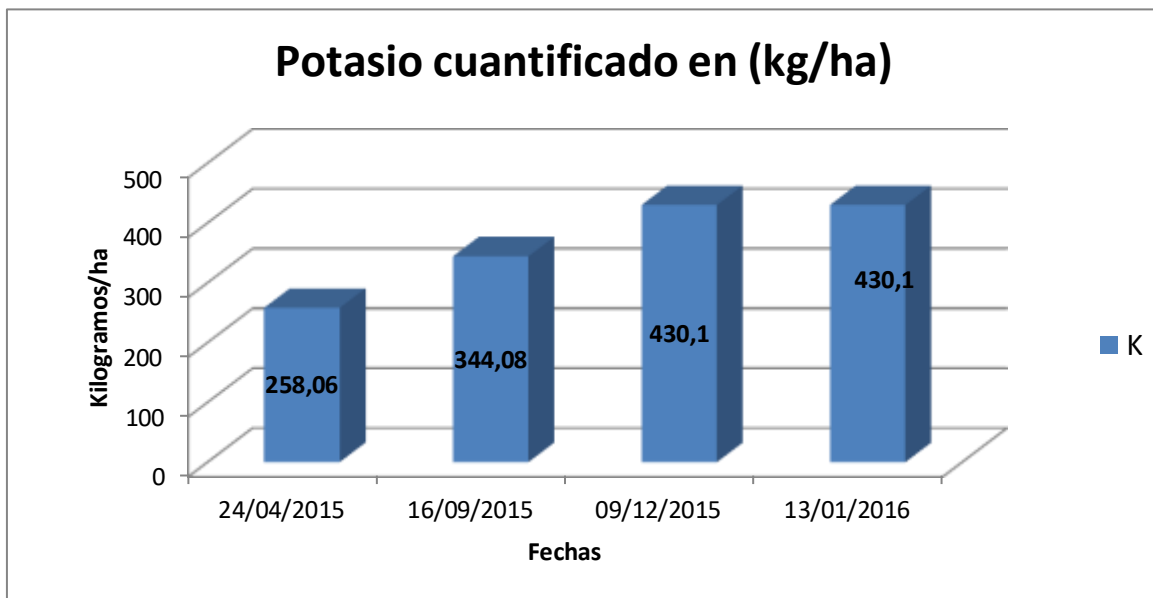


Figura N°5: Valores en (kg ha-1) de potasio en diferentes fechas de muestreo

En la figura N°5 se logra evidenciar un incremento en los contenidos de potasio, los cuales siguen perteneciendo a niveles medios, pero con un incremento de 172,04 kg.

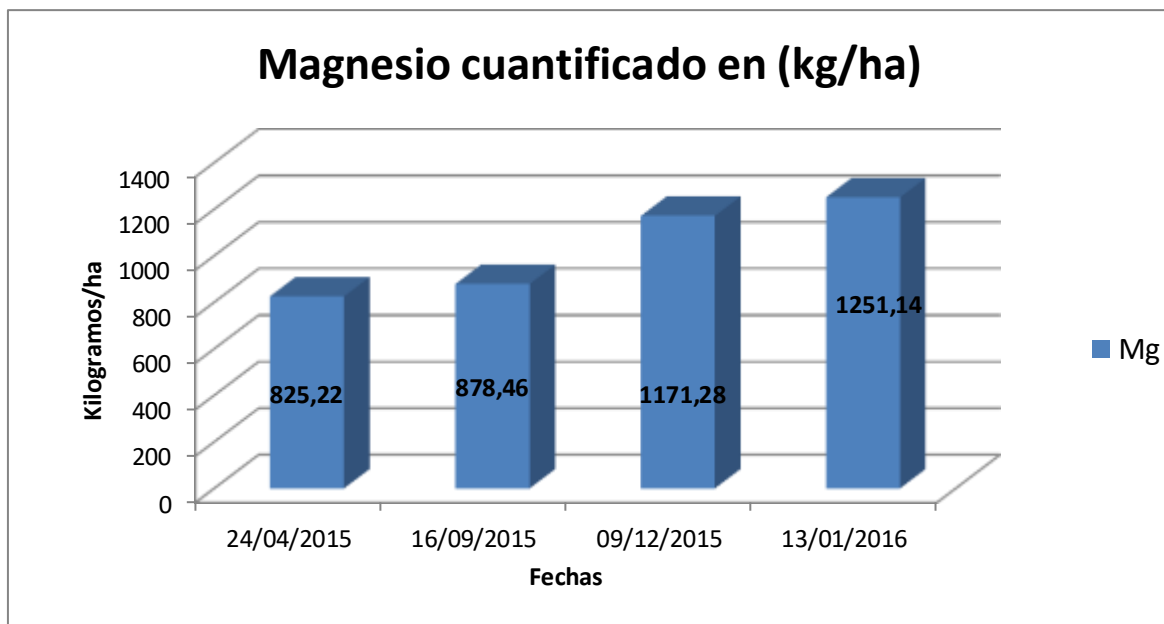


Figura N° 6: Valores en (kg ha-1) de magnesio en diferentes fechas de muestreo

En la figura N°6 se logra ver el incremento de magnesio y la importancia de esto, al ser un mineral que forma parte de la molécula de clorofila y tener un rol fundamental en la fotosíntesis.



### 3- Contenido de nutrientes en diferentes ambientes expuestos de forma comparativa en (kg/ha).

Para interpretar este objetivo es necesario entender que la (Tabla N°4 ver anexo) fue sometida a un análisis estadístico, donde por un lado se analizan los distintos ambientes o ubicaciones y por otro las diferentes fechas de muestreos, ambas en función de los nutrientes es estudio.

Con respecto al análisis de la varianza para las ubicaciones, se observó que el contenido de materia orgánica y fósforo son similares entre los ambientes, mientras que se presentan diferencias significativas para nitrógeno, potasio y magnesio, entre los 4 ambientes. (ver anexo N°2).

Pero lo interesante es que en el análisis de la varianza para las diferentes fechas en cada uno de los ambientes, al observar su evolución no se presentaron diferencias significativas, en cuanto al nitrógeno, potasio y magnesio, lo que muestra que cada uno de estos ambientes se encuentra en equilibrio. El fósforo manifiesta un incremento al igual que la materia orgánica, que aumenta con respecto al primer muestreo para luego estabilizarse en los siguientes (ver anexo N°3).

### 4- Dinámica de los nutrientes (N, P, K, Mg), en la rotación arroz-pacú.

#### Resultados del Laboratorio

#### Tabla N°5

Contenido de humedad, materia seca, cenizas y minerales, de los siguientes productos:

N°1: Arroz en grano; N°2: Alimento balanceado; N°3: Pacú molido

Componentes	N° 1	N° 2	N°3
<b>Humedad %</b>	11,39	2,17	62,55
<b>Materia Seca %</b>	88,60	97,82	37,44
<b>Cenizas %</b>	5,89	6,67	1,15
<b>Fosforo %</b>	0,15	2,20	1,50
<b>Magnesio %</b>	0,16	0,30	0,36
<b>Potasio %</b>	0,49	1,12	1,14
<b>Nitrógeno %</b>	0,96	2,85	1,90

Resultado de los análisis llevados a cabo en el laboratorio con muestras de los productos que intervienen en la rotación.



**Tabla N°6:****Aportes y extracciones de nutrientes de la pileta de pacú expresado en kg/ha**

	<b>Fósforo</b>	<b>Magnesio</b>	<b>Potasio</b>	<b>Nitrógeno</b>
Aportes por medio del alimento.	<b>132</b>	<b>18</b>	<b>67,2</b>	<b>171</b>
Extracciones por parte del arroz.	<b>6,54</b>	<b>6,99</b>	<b>21,42</b>	<b>41,87</b>
Extracciones por parte del pacú.	<b>45</b>	<b>10,8</b>	<b>34,2</b>	<b>57</b>
<b>Resultado</b>	<b>80,46</b>	<b>0,21</b>	<b>11,58</b>	<b>72,13</b>

Para el cálculo del alimento se tomó un aporte de 6 toneladas, para el arroz un rendimiento promedio de  $8024 \text{ kg ha}^{-1}$  con 21% de humedad y para el pacú una cosecha de 3 toneladas.

La dinámica se entiende como la evolución de un sistema con el paso del tiempo. Para el cuarto objetivo se toma una pileta, la cual pasó un verano con arroz y el siguiente con pacú, cuantificando los aportes y extracciones que ocurrían en está. Los aportes estaban representados por medio del alimento balanceado, mientras que las extracciones estaban representadas por el arroz y los peces.

Lo que se calculó en la tabla N°6 es que en el caso de los 4 nutrientes el balance es positivo. Lo que indica que pasados dos años, un verano con arroz y el otro con pacú, el contenido de nutrientes incrementa.

## CONCLUSIONES

1-Luego de la cosecha de arroz los niveles de nutrientes son considerados: medios para el nitrógeno y potasio, bajos para el fosforo y muy altos para el magnesio.

2-Al observar el transcurso de la piscicultura, se logra apreciar que salvo el Nitrógeno, todos los minerales en estudio y la materia orgánica incrementan su contenido.

3-Cuando se compara el contenido de nutrientes entre los 4 ambientes, el nitrógeno, potasio y magnesio, son diferentes entre estos, mientras que el fósforo y la materia orgánica no presentan diferencias significativas y al analizar la evolución de la química del suelo de los diferentes ambientes de forma individual, la rotación arroz-pacú, chacra, pastizal y monte, en las diferentes fechas de muestreo, se puede observar que el contenido de nutrientes no varía con el paso del tiempo, por lo cual se encuentran en equilibrio y de mantenerse los manejos hasta ahora realizados, permitirá continuar con las respectivas actividades productivas a perpetuidad.

4-En cuanto a la rotación arroz-pacú, al cuantificar los minerales aportados por el alimento balanceado a la pileta y los extraídos por parte de los peces y el arroz, el resultado del balance es positivo. Lo que indica que con el paso del tiempo el cultivo de arroz se lo podría realizar sin el aporte de nutrientes en forma de fertilizante artificial y el suelo va a conservar e incrementar su fertilidad, comprobando de esta forma la sustentabilidad del recurso, desde el punto de vista de la química del suelo.

5-Este nuevo esquema de producción (arroz-pacú) es único y no es comparable con los sistemas publicados por otros autores, donde no se alimenta a los peces y en caso de hacerlo es de manera escasa y desuniforme, en contraposición al nuevo esquema que presenta una alimentación abundante y homogénea, la cual repone los nutrientes, los que fueron extraídos por el pacú y el arroz.

**BIBLIOGRAFIA**

- Alberto, J. A. El Chaco Oriental y sus fisonomías vegetales. Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)  
Avenida Las Heras N° 727 – 3500 – Resistencia – Chaco – Argentina.
- Benavidez, R. A. 2006. El arroz su cultivo y sustentabilidad en Entre Ríos.
- Bocek, A. Introducción al cultivo de peces en arrozales. Auburn University, Alabama 36849 - 5419 USA
- Brest, E. F. 2012. Carta de suelos de la Republica Argentina. Provincia del Chaco los suelos del departamento Bermejo.
- Cagauan, A.G. 1995. Overview of the potential roles of pisciculture on pest and disease control and nutrient management in rice fields, p. 203-244. In J.J. Symoens and J.C. Micha (eds.) Proceedings of the Seminar on «The Management of Integrated Agro- Piscicultural Ecosystems in Tropical Areas», 16-19 May 1994, Brussels. Tech. Centre for Agric. and Rural Co-op. (CTA) Royal Academy of Overseas Sciences, Brussels, 587 p.
- Cagauan, A.G., De la Cruz, C.R. y Lightfoot, C. 1993. Nitrogen models of lowland irrigated ecosystems with and without fish using ECOPATH. Paper presented during the 3rd Asian Regional Workshop on Integrated Rice-Fish Research and Development, 6-11 June 1993, Sukamandi Research Institute for Food Crops, West Java, Indonesia.
- FAO, 1970. "Método físico y químico de análisis de suelos y agua". J. Dewis y F. Freitas.
- FAO, 2008. "El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008". Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. ISBN 978-92-5-306029-0.
- Halwart, M.; Gupta, M.V. (eds.). 2006. Cultivo de peces en campos de arroz. Roma, FAO y Centro Mundial de Pesca. 91 p.
- Livore, R., Kraemer, A., Gromenida, N., Currie, H. y Reggi, L. 2014. Manual de buenas prácticas agrícolas y piscícolas- arrozera San Carlos y Cancha Larga (Modelo de Producción Sustentable en un Sitio RAMSAR). 108 págs. INTA – FCA (UNNE) Impreso por Talleres AG Print. Marzo de 2014. ISBN 978-987-33-8200-0.
- Seguimiento del Mercado del Arroz. FAO. Julio 2015. Link: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Rice/Images/RMM/SMA\\_JUL15.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Rice/Images/RMM/SMA_JUL15.pdf).
- Meichtry, M.E. 2014. "El balance hídrico y energético de la rotación arroz-pacú en términos de rentabilidad potencial por su eventual sinergia".
- Wu, L. 1995. Methods of rice-fish culture and their ecological efficiency, p. 91-96. In K.T. MacKay (ed.) Rice-fish culture in China. International Development Research Centre (CIID), Ottawa, Canada, 276 p.
- ACPA, 2015. Link: <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/>

**ANEXO****Anexo N°1****Tabla N°4**

Ubicación	Fecha	Nutrientes				MO
		N(%)	P(ppm)	K(%)	Mg(%)	%
PACÚ	24/04/2015	0,1	9,6	0,01173	0,03751	0,6896
PACÚ	16/09/2015	0,098	16,7	0,01564	0,03993	1,62056
PACÚ	09/12/2015	0,07	39,8	0,01955	0,05324	1,34472
PACÚ	13/01/2016	0,056	63,6	0,01955	0,05687	1,2068
CHACRA	24/04/2015	0,15	6,6	0,01564	0,04356	0,79304
CHACRA	16/09/2015	0,18	2,4	0,01564	0,03751	3,22388
CHACRA	09/12/2015	0,13	31,8	0,02346	0,06534	3,49972
CHACRA	13/01/2016	0,13	24,5	0,02346	0,05687	2,82736
MONTE	24/04/2015	0,17	31,5	0,02346	0,03509	0,65512
MONTE	16/09/2015	0,17	21,1	0,01955	0,0242	3,22388
MONTE	09/12/2015	0,21	43	0,01955	0,03025	4,98236
MONTE	13/01/2016	0,13	27,1	0,01955	0,03267	3,3618
PASTIZAL	24/04/2015	0,11	17	0,01173	0,01936	0,36204
PASTIZAL	16/09/2015	0,084	10,6	0,00782	0,02057	2,4136
PASTIZAL	09/12/2015	0,11	45,6	0,00782	0,01815	2,82736
PASTIZAL	13/01/2016	0,084	16,3	0,00782	0,03388	2,29292

**Anexo N°2****Análisis estadístico teniendo en cuenta los ambientes o ubicaciones**

En las siguientes tablas se puede observar los ambientes, que en el caso de tener una letra en común, no hay diferencia significativa en las media y por lo tanto el contenido de nutrientes es similar. En el caso de tener letras diferentes, hay diferencia significativa con respecto al nutriente en estudio.

**Nitrógeno (N)**

Test: Tukey

Ubicación	Medias	N			
PACÚ	0,08	4	A		
PASTIZAL	0,10	4	A	B	
CHACRA	0,15	4		B	C
MONTE	0,17	4			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p > 0,05$ )					

**Fósforo (P)**

Test: Tukey

Ubicación	Medias	N			
CHACRA	16,33	4	A		
PASTIZAL	22,38	4	A		
MONTE	30,68	4	A		
PACÚ	32,43	4	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Potasio (K)**

Test: Tukey

Ubicación	Medias	N			
PASTIZAL	0,01	4	A		
PACÚ	0,02	4		B	
CHACRA	0,02	4		B	
MONTE	0,02	4		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Magnesio (Mg)**

Test: Tukey

Ubicación	Medias	N			
PASTIZAL	0,02	4	A		
MONTE	0,03	4	A	B	
PACÚ	0,05	4		B	C
CHACRA	0,05	4			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Materia Orgánica (MO)**

Test: Tukey

Ubicación	Medias	N			
PACÚ	1,22	4	A		
PASTIZAL	1,97	4	A		
CHACRA	2,59	4	A		
MONTE	3,06	4	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Anexo N°3****Análisis estadístico teniendo en cuenta las diferentes fechas de muestreo.**

En las siguientes tablas se puede observar las diferentes fechas de muestreo, que en el caso de tener una letra en común, no hay diferencia significativa en las media y por lo tanto el contenido de nutrientes no varía significativamente. En el caso de poseer letras diferentes, hay diferencias significativas.

**Nitrógeno (N)**

Test: Tukey

Fecha	Medias	N			
13/01/2016	0,10	4	A		
09/12/2015	0,13	4	A		
24/04/2015	0,13	4	A		
16/09/2015	0,13	4	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Al presentar en las 4 fechas las mismas letras nos indica que no hay diferencias significativas en las medias y que el contenido de nutrientes se mantuvo en el transcurso del tiempo.

**Fósforo (P)**

Test: Tukey

Fecha	Medias	N			
16/09/2015	12,70	4	A		
24/04/2015	16,18	4	A	B	
13/01/2016	32,88	4	A	B	
09/12/2015	40,05	4		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Se puede observar letras diferentes entre las distintas fechas, lo que nos indica que hay diferencias significativas entre estas

**Potasio (K)**

Test: Tukey

Fecha	Medias	N			
16/09/2015	0,01	4	A		
24/04/2015	0,02	4	A		
13/01/2016	0,02	4	A		
09/12/2015	0,02	4	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Magnesio (Mg)**

Test: Tukey

Fecha	Medias	N			
16/09/2015	0,03	4	A		
24/04/2015	0,03	4	A		
09/12/2015	0,04	4	A		
13/01/2016	0,05	4	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Materia orgánica (MO)**

Test: Tukey

Fecha	Medias	N			
24/04/2015	0,62	4	A		
13/01/2016	2,42	4	A	B	
16/09/2015	2,62	4	A	B	
09/12/2015	3,16	4		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**AGRADECIMIENTOS**

A mí querida familia por apoyarme siempre.

A mí director de tesina Ing. Agr. Héctor M. Currie por acompañarme y formarme durante la realización de esta tesina.

A Néstor Gromenida y a la Familia Meichtry.

A la Ing. Agr. Laura Reggi e Ingeniero Agr. Miguel Michellod.

A todas las personas que formaron parte de la Carta Acuerdo con la facultad de Ciencias Agrarias y que contribuyeron a generar estos datos.