

# CARACTERIZAÇÃO DO pH, CARBONO ORGÂNICO E POTENCIAL REDOX DE SOLOS DE VIVEIROS DE CULTIVO SEMI-INTENSIVO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*

Luis VINATEA<sup>1</sup>; Jesus MALPARTIDA<sup>1</sup>; Edegar R. ANDREATTA<sup>1</sup>

## RESUMO

Solos de viveiros de cultivo semi-intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei* foram avaliados quanto ao pH, carbono orgânico (%) e potencial redox (mV), assim como quanto às relações matemáticas entre elas. Do total das amostras analisadas, os valores médios das características pesquisadas foram - pH:  $6,73 \pm 0,49$  (6,0 a 7,8; n=255), carbono orgânico:  $1,51 \pm 0,53\%$  (0,45 a 2,85%; n=255) e potencial redox:  $-283,51 \pm 64,4$  mV (-29 a -523 mV; n=1.215). Verificou-se que o valor do pH foi diretamente proporcional ao do potencial redox ( $R^2 = 0,52$ ;  $p < 0,01$ ) e inversamente proporcional à porcentagem de carbono orgânico ( $R^2 = 0,30$ ;  $p < 0,05$ ). Não se verificou nenhuma relação significativa entre a porcentagem de carbono orgânico e o potencial redox dos solos dos viveiros ( $p > 0,05$ ). Conclui-se que os solos dos viveiros estudados são altamente reduzidos e ligeiramente ácidos, porém com uma carga de carbono orgânico apropriada à produtividade.

**Palavras-chave:** *Litopenaeus vannamei*; pH; carbono orgânico; potencial redox

## CHARACTERIZATION OF pH, ORGANIC CARBON AND REDOX POTENTIAL IN POND SOILS OF SEMI-INTENSIVE CULTURE OF MARINE SHRIMP *Litopenaeus vannamei*

### ABSTRACT

Pond soils of semi-intensive culture of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* were studied in relation to pH, organic carbon (%) and redox potential (mV), and the mathematical relationship between them was also investigated. The mean values of the characteristics were as follows - pH:  $6.73 \pm 0.49$  (6.0 to 7.8; n=255), organic carbon:  $1.51 \pm 0.53\%$  (0.45 to 2.85%; n=255), and redox potential:  $-283.51 \pm 64.4$  mV (-29 to -523 mV; n=1,215). It was verified that pH is directly proportional to redox potential ( $R^2 = 0.52$ ;  $p < 0.01$ ) and inversely proportional to the percentage of organic carbon ( $R^2 = 0.30$ ;  $p < 0.05$ ). No significant relationship was found between percentage of organic carbon and redox potential in pond soil ( $p > 0.05$ ). It was concluded that the studied pond soils are highly reduced and slightly acid, but with appropriate amount of organic carbon for productivity.

**Key words:** *Litopenaeus vannamei*; pH; organic carbon; redox potential

---

**Artigo Científico:** Recebido em 28/09/2005 - Aprovado em 28/03/2006

<sup>1</sup> Laboratório de Camarões Marinhos, Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil  
CEP: 88040-900 - e-mail: [vinatea@mbx1.ufsc.br](mailto:vinatea@mbx1.ufsc.br)

## INTRODUÇÃO

O estudo da qualidade do solo de viveiros de cultivo de camarões é importante, pois estes animais vivem na interface água-solo (RITVO *et al.*, 1998). Sabe-se que o solo de viveiros se deteriora com o tempo, devido, principalmente, ao acúmulo de nutrientes e resíduos orgânicos (LEMONNIER *et al.*, 2004).

O pH é considerado um parâmetro importante, haja vista a influência que tem sobre o equilíbrio de certas substâncias presentes na água, tais como amônia, gás sulfídrico, cloro e alguns metais (BOYD e TUCKER, 1998), e até mesmo sobre as condições fisiológicas do camarão (LEMONNIER *et al.*, 2004). O pH do solo também é responsável por uma série de reações químicas, que certamente afetam a qualidade da água (BOYD, 1990).

Dentre os nutrientes presentes no solo de viveiros, um dos mais comumente encontrados é o carbono orgânico, oriundo dos resíduos de alimento, fezes e restos de plantas e animais mortos (AVNIMELECH e RITVO, 2003; AVNIMELECH *et al.*, 2004). Quando o oxigênio da água se esgota, devido à decomposição aeróbia da matéria orgânica, outros receptores de elétrons aparecem (nitrato, nitrito, ferro, óxidos de manganês, sulfato e dióxido de carbono) para mediar a decomposição anaeróbia da matéria acumulada (BOYD *et al.*, 2002). Esses receptores de elétrons são comandados pelo potencial redox, que é a medida de elétrons presentes no meio (CHIEN, 1989; MEIJER e AVNIMELECH, 1999). A queda do potencial redox parece influir na qualidade da água de viveiros de cultivo, pois certas substâncias se reduzem, formando

elementos potencialmente tóxicos para os camarões em cultivo, tais como o gás sulfídrico e o metano (BOYD, 1990; AVNIMELECH e RITVO, 2003; LAHAV *et al.*, 2004).

Com a finalidade de conhecer melhor as características de certas variáveis físicas e químicas do solo de viveiros de cultivo semi-intensivo de camarões marinhos da espécie *Litopenaeus vannamei*, foram estudados, ao longo de um ciclo de nove semanas, o pH, a concentração de carbono orgânico (%) e o potencial redox (mV) do solo de viveiros localizados no litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de solo foram coletadas em seis fazendas de cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei*, localizadas no litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil (Tabela 1). As amostragens foram efetuadas em quatorze viveiros durante nove semanas, no período de novembro a dezembro de 2004. Coletaram-se 10 amostras de solo por hectare de viveiro, sendo cinco destinadas à determinação, *in situ*, do potencial redox, e as outras cinco, à determinação, em laboratório, do pH e do carbono orgânico. Foram utilizados dois padrões de amostragem: um, para o solo destinado à posterior determinação do pH e do carbono orgânico, e outro, para o solo destinado ao registro do potencial redox. O primeiro padrão de amostragem constituía-se de uma pequena draga de aço inox, a fim de permitir a coleta de aproximadamente 100 g de solo por ponto

**Tabela 1.** Localização, número e área (ha) dos viveiros estudados e densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) nas seis fazendas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* do litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil

Nome da fazenda	Localização	Número do viveiro	Área (ha)	Densidade (ind./m <sup>2</sup> )
Miranda	São Francisco do Sul	1	2,6	25
		6	2,3	25
Ilha das Palmas	São Francisco do Sul	1	3,3	30
		2	3,3	30
César Prates	Balneário Barra do Sul	2	2,4	17
		4	3,4	17
		14	5,7	17
		15	4,0	17
Pedra Comprida	Araquari	3	4,0	40
		4	1,5	25
Yakult	Balneário Barra do Sul	15	1,2	14
		16	2,4	14
Tambaqui	São Francisco do Sul	4	2,6	33
		7	2,9	30

de coleta (cinco por hectare). As amostras de solo eram colocadas em sacos plásticos e transportadas até o laboratório para serem secas à temperatura ambiente. O segundo padrão de amostragem era representado por um coletor constituído de um cano de PVC equipado com válvulas de entrada de água e um tubo de vidro no extremo inferior, no qual se depositavam amostras de solo de 10 cm de diâmetro por 5 cm de altura, sem a possibilidade de as mesmas entrarem em contato com o ar (LEHMANN, 2005). Para isso, utilizou-se um medidor polarográfico equipado com sonda de eletrodo. No momento da determinação, a sonda era introduzida no sedimento a um centímetro de profundidade, e assim realizar a leitura do valor do potencial redox. Para a limpeza da sonda após cada medição usou-se água destilada.

Cinco das 10 amostras de 100 g, coletadas por hectare de viveiro, uma vez secas, foram misturadas e posteriormente peneiradas através de uma tela de 300  $\mu\text{m}$ . Do material mais fino foram extraídas alíquotas de 20 g e de 1 g, para a determinação do pH e da porcentagem de carbono orgânico, respectivamente. Para as determinações destes parâmetros seguiu-se a metodologia descrita por BOYD e TUCKER (1992). O pH foi determinado por meio de potenciômetro digital, cuja sonda, previamente calibrada, era colocada em uma mistura 1:1 de solo e água destilada. A determinação do teor de carbono orgânico consistiu na oxidação do carbono presente na amostra de solo com dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1 N) em meio ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  98%) e titulação com solução de sulfato ferroso (0,5 N) em presença do indicador ferroína.

Os valores médios de pH, carbono orgânico e potencial redox foram correlacionados entre si por meio de regressões lineares simples ( $p < 0,05$ ). Para a estatística descritiva e a construção dos gráficos usou-se o programa Microsoft Excel 2002. Já, para as análises de regressão, cálculo do  $R^2$  e nível de significância estatística foi usado o programa Statistica 6.0 (Stat-Soft, Inc. 2001).

Para fins de análise estatística, os valores do potencial redox obtidos nesta pesquisa foram padronizados para pH 7, conforme a seguinte fórmula (DELINCÉ, 1992):

$$E_7 = E_m + 244 - 57 (7 - \text{pH})$$

em que  $E_m$  é o valor do potencial redox obtido em campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo dos viveiros apresentou valor médio de  $6,73 \pm 0,49$ . Já, o teor médio de carbono orgânico foi  $1,51 \pm 0,53\%$ , com valores máximo e mínimo de 2,85 e 0,45%, respectivamente. O potencial redox, por sua vez, apresentou valor médio de  $-283 \pm 64,4$  mV, com valores máximo e mínimo de -29 e -523 mV, respectivamente (Tabela 2). Por meio da análise de regressão linear verificou-se que o pH é diretamente proporcional ao potencial redox dos viveiros ( $p = 0,003$ ) e inversamente proporcional à porcentagem de carbono orgânico ( $p = 0,041$ ). O fato de os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) terem sido baixos, 0,52 e 0,30 para o potencial redox e o carbono orgânico, respectivamente, pode significar que esta relação esteja sendo, possivelmente, influenciada por outros fatores presentes no meio. Já, ao se relacionarem os dados de carbono orgânico (variável independente) com os de potencial redox (variável dependente), verificou-se que não existe relação estatística entre as duas variáveis (Figura 1).

Os valores de pH registrados nos viveiros de cultivo de *L. vannamei* no litoral norte de Santa Catarina parecem estar de acordo com o relatado por BOYD (1995), que reporta um valor médio de 6,5 para solos de viveiros de água salobra e comenta que a maioria dos solos inundados com água salgada ou salobra apresenta pH próximo da neutralidade, devido à ação tampão dos carbonatos e bicarbonatos presentes no meio.

O valor médio de carbono orgânico observado revela que os solos dos viveiros investigados são de natureza mineral, com moderado conteúdo de matéria orgânica, e apropriados para aquicultura (BOYD *et al.*, 2002). O fato de os valores de carbono orgânico não serem muito altos pode ser devido às baixas densidades de camarões dos cultivos praticados no Estado de Santa Catarina, ao contrário do que acontece em outras regiões do Brasil e do mundo, em que as densidades de cultivo costumam ultrapassar o valor de 60 camarões por metro quadrado (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002).

Os valores de potencial redox verificados neste trabalho indicam, por sua vez, que no início dos cultivos predomina a condição reduzida, e que após algumas semanas emerge uma condição altamente reduzida, conforme a classificação sugerida por CHIEN (1989). Em sistemas aquáticos eutróficos é normal que o potencial redox se torne mais eletro-negativo com o passar do tempo, em razão do

esgotamento do oxigênio na interface água-sedimento, decorrente, principalmente, da decomposição da matéria orgânica acumulada e da incapacidade do sistema em repor o oxigênio esgotado (DELINCÉ, 1992).

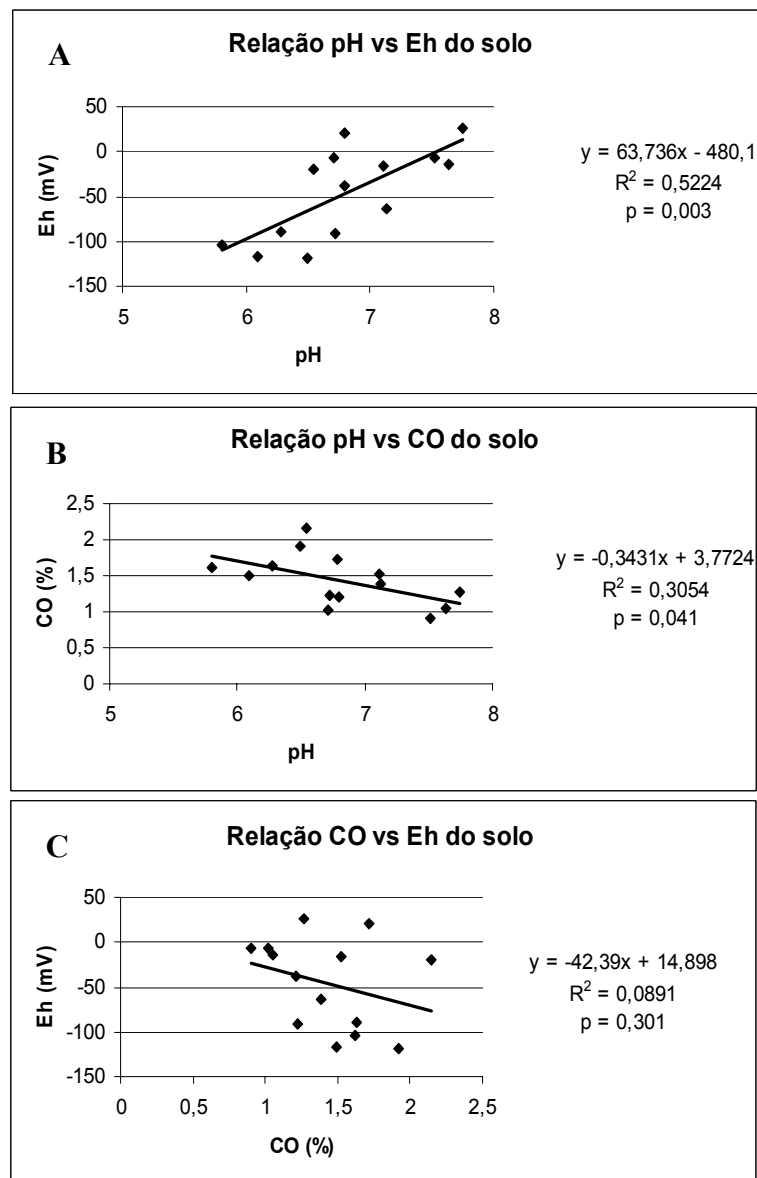
O caráter predominantemente reduzido do solo dos viveiros deveria ser um motivo de preocupação para os criadores de camarão da região, pois, tal como fora constatado por LEHMANN (2005), os viveiros chegam a exibir potencial redox de -150 mV logo após a primeira semana de cultivo, fato que expõe os camarões à toxicidade do H<sub>2</sub>S, o qual se forma a partir da redução dos sulfatos presentes em águas de origem marinha ou estuarina.

BOYD (1990) afirma que, apesar de não se avaliar

como o conhecimento do valor do potencial redox do solo inundado pode ajudar o aqüicultor a tomar decisões práticas de manejo, não restam dúvidas de que o acúmulo de matéria orgânica provoca condições mais reduzidas no sedimento. De fato, conforme DELINCÉ (1992), a carga orgânica presente no sedimento e a mineralização da mesma parecem ser responsáveis pelas variações que se observam no potencial redox. Nesta pesquisa, entretanto, não foi encontrada relação significativa quando cruzados os dados destas duas variáveis por meio de equações de regressão linear. Verificou-se apenas uma tendência gráfica de o solo se tornar mais reduzido com o aumento da porcentagem de carbono orgânico.

**Tabela 2.** Valores médios ( $\pm$ SD), máximos e mínimos de pH, carbono orgânico (%) e potencial redox (mV) registrados ao longo de nove semanas, no solo de seis fazendas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* do litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil

Fazenda (viveiro)	pH		Carbono Orgânico (%)				Potencial Redox (mV)			
	Média		Média	Máximo	Mínimo	n	Média	Máximo	Mínimo	n
<b>Miranda</b>										
Miranda (1)	7,75 $\pm$ 0,49		1,27 $\pm$ 0,22	1,74	1,00	23	-261 $\pm$ 54,2	-81	-382	117
Miranda (6)	6,71 $\pm$ 0,51		1,02 $\pm$ 0,29	1,77	0,75	23	-235 $\pm$ 58,4	-42	-352	114
<b>Ilha das palmas</b>										
Ilha das Palmas (1)	7,63 $\pm$ 0,11		1,05 $\pm$ 0,28	1,32	0,66	10	-295 $\pm$ 92,9	-88	-468	48
Ilha das Palmas (2)	7,52 $\pm$ 0,09		0,90 $\pm$ 0,32	1,20	0,45	10	-281 $\pm$ 75,2	-71	-403	48
<b>César Prates</b>										
César Prates (2)	6,72 $\pm$ 0,26		1,22 $\pm$ 0,48	2,00	0,75	11	-320 $\pm$ 46,6	-181	-402	56
César Prates (4)	7,13 $\pm$ 0,31		1,38 $\pm$ 0,49	2,15	0,72	29	-316 $\pm$ 38,8	-225	-391	144
César Prates (14)	6,49 $\pm$ 0,19		1,92 $\pm$ 0,39	2,40	1,32	22	-333 $\pm$ 64,3	-104	-520	108
César Prates (15)	6,28 $\pm$ 0,27		1,63 $\pm$ 0,49	2,85	1,05	36	-292 $\pm$ 50,1	-119	-523	180
<b>Pedra Comprida</b>										
Pedra Comprida (3)	6,54 $\pm$ 0,13		2,15 $\pm$ 0,44	2,73	1,50	32	-238 $\pm$ 62,0	-29	-473	160
Pedra Comprida (4)	6,79 $\pm$ 0,10		1,72 $\pm$ 0,52	2,85	1,20	11	-212 $\pm$ 78,6	-26	-323	56
<b>Yakult</b>										
Yakult (15)	6,80 $\pm$ 0,32		1,21 $\pm$ 0,18	1,50	0,99	6	-270 $\pm$ 53,2	-128	-341	30
Yakult (16)	7,11 $\pm$ 0,19		1,52 $\pm$ 0,35	1,95	1,10	7	-266 $\pm$ 45,0	-168	-368	36
<b>Tambaqui</b>										
Tambaqui (4)	6,09 $\pm$ 0,46		1,49 $\pm$ 0,28	2,01	1,17	17	-310 $\pm$ 32,6	-215	-385	84
Tambaqui (7)	5,80 $\pm$ 0,38		1,62 $\pm$ 0,22	1,92	1,26	18	-280 $\pm$ 59,7	-104	-378	90
<b>TODAS</b>	<b>6,73<math>\pm</math>0,49</b>		<b>1,51<math>\pm</math>0,53</b>	<b>2,85</b>	<b>0,45</b>	<b>255</b>	<b>-283<math>\pm</math>64,4</b>	<b>-26</b>	<b>-523</b>	<b>1215</b>



**Figura 1.** Relação entre pH e potencial redox (A), pH e carbono orgânico (B) e carbono orgânico e potencial redox (C) no solo de viveiros de cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* no litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil

O fato constatado neste trabalho de o potencial redox ter relação direta com o pH do solo dos viveiros concorda com SMAYDA (1990), que afirma que para valores de pH perto ou acima de 7, o potencial redox torna-se mais eletropositivo por unidade de pH. Já, no que tange ao fato de o carbono orgânico ter relação inversa com o pH do solo, talvez a melhor explicação seja o progressivo esgotamento do oxigênio que acontece no fundo dos viveiros, fenômeno muito comum em sistemas de cultivo semi-intensivo de camarão. Sabe-se que, na falta de oxigênio no fundo, o perfil microbiológico passa a ser anaeróbio, com

maior produção de  $\text{CO}_2$  e conseqüente acidificação do meio, o qual retardaria significativamente a ciclagem natural (decomposição) da matéria orgânica presente nos sedimentos (BOYD, 1990; AVNIMELECH *et al.*, 1995; AVNIMELECH *et al.*, 2004).

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa pode-se concluir que os solos de viveiros de cultivo de camarão marinho do litoral norte do Estado de Santa Catarina são ligeiramente ácidos e altamente reduzidos, porém com concentrações de carbono orgânico consideradas favoráveis à produtividade.



## AGRADECIMENTOS

Aos proprietários e técnicos das fazendas Miranda, Pedra Comprida, Ilha das Palmas, Tambaqui e César Prates, por terem permitido nosso acesso às suas instalações, para a realização desta pesquisa. Ao Prof. Dr. Walter Seiffert e pessoal da Fazenda Experimental Yakult (UFSC), por toda a ajuda ao longo da investigação. À empresa Bernauer Aquacultura Ltda., pelo fornecimento de alguns instrumentos de medição usados nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVNIMELECH, Y. e RITVO, G. 2003 Shrimp and fish pond soils: processes and management. *Aquaculture*, Amsterdam, 220: 549-567.
- AVNIMELECH, Y.; MOZES, N.; DIAB, S.; KOCHBA, M. 1995 Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 134: 211-216.
- AVNIMELECH, Y.; RITVO, G.; KOCHBA, M. 2004 Evaluating the active redox and organic fractions in pond bottom soils: EOM, easily oxidized material. *Aquaculture*, Amsterdam, 233: 283-292.
- BARBIERI, R. e OSTRENSKY, A. 2002 *Camarões Marinheiros: Engorda*. Viçosa: Aprenda Fácil. 351p.
- BOYD, C. 1990 *Water Quality in Ponds Aquaculture*. Alabama: Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University. 482p.
- BOYD, C. 1995 *Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture*. New York: Chapman e Hall. 348p.
- BOYD, C. e TUCKER, C. 1992 *Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture*. Alabama: Auburn University. 183p.
- BOYD, C. e TUCKER, C. 1998 *Pond Aquaculture: Water Quality Management*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 700p.
- BOYD, C.; WOOD, C.; THUNJAI, T. 2002 *Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management*. Corvallis: Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon University.
- CHIEN, Y. 1989 The management of sediment in prawn ponds. In: BRAZILIAN SHRIMP FARMING CONGRESS, 3., João Pessoa, 1989. *Anais...* João Pessoa, PB. p. 219-243.
- DELINCÉ, G. 1992 *The Ecology of the Fish Pond Ecosystem*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 230p.
- LAHAV, O.; RITVO, G.; SLIJPER, I.; HEARNE, G.; COCHVA, M. 2004 The potential of using iron-rich soils for minimizing the detrimental effects of H<sub>2</sub>S in freshwater aquaculture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, 238: 263-281.
- LEHMANN, M. 2005 *Avaliação do potencial redox em viveiros de cultivo marinhos e de água doce*. Florianópolis. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina).
- LEMONNIER, H.; BERNARD, E.; BOGLIO, E.; GOARANT, C.; COCHARD, J. 2004 Influence of sediment characteristics on shrimp physiology: pH as principal effect. *Aquaculture*, Amsterdam, 240: 297-312.
- MEIJER, L. e AVNIMELECH, Y. 1999 On the use of micro-electrodes in fish pond sediments. *Aquacultural Engineering*, Amsterdam, 21: 71-83.
- RITVO, G.; SAMOCHA, T.; LAWRENCE, A.; NEILL, W. 1998 Growth of *Penaeus vannamei* on soils from various Texas shrimp farms, under laboratory conditions. *Aquaculture*, Amsterdam, 163: 101-110.
- SMAYDA, T. 1990 The influence of lime and biological activity on sediment pH, redox and phosphorus dynamics. *Hidrobiologia*, 192: 191-203.