



Title:Uso eficiente del agua: Proyecto de Golf "Cayo Coco", Cuba.(Reflexion)(Report)

Pub:*Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail:Juan Pacheco Seguí and Ezequiel Pacheco Seguí. 4.(July 2005): p52(6). (2141 words)

Abstract:

Se determinan las necesidades de agua para el regadío del césped del Proyecto de Golf de "Cayo Coco", Cuba, y se plantea un algoritmo particular para el cálculo de la lluvia aprovechable. Como principio se establece la premisa de no utilizar agua potable que puede tener otros usos y el agua residual tratada de los hoteles de la zona es considerada la principal fuente de abasto de agua para el regadío. El déficit diario del agua residual para regadío oscila de 155 a 1185 m³ en los diferentes meses, recomendándose como soluciones, el aplazamiento de la construcción del campo hasta que exista un mayor número de hoteles, lo cual incrementaría el volumen de agua residual, o utilizar como especie cespitosa el *Paspalum vaginatum* Swartz que tolera el regadío con agua salina tomada del subsuelo y mezclada con el agua residual.

PALABRAS CLAVES

Golf irrigación, uso eficiente agua, aguas residuales.

Water needs concerning lawn irrigation in the golf field project of "Cayo Coco", Cuba, are examined. A particular algorithm is proposed for the calculation of useful water from rain. It is established as a principle that potable water should not be used. Instead, treated waste water from hotels of the zone is considered as the main water source for irrigation purposes. Waste water daily deficit for irrigation is about 155 and 1185 m³ during different months. It is recommended to postpone the project until more hotels are built. This would increase the volume of waste water. It is also suggested to use the lawn species *Paspalum vaginatum* Swarts for it is more tolerant to irrigation with salty water taken from subsoil and mixed with waste water.

KEYWORDS

Golf field irrigation, water efficient use, waste water.

Texto Completo:COPYRIGHT 2005 Universidad del Valle

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

1. INTRODUCCION

La industria mundial del golf es frecuentemente señalada por su alto consumo de agua, ya que si bien puede resultar de alta rentabilidad, los altos volúmenes de agua consumidos son necesarios para otros usos. El riego de las áreas de césped consume en el golf importantes cantidades de agua, pues se trata de lograr un paisaje agradable al jugador con especies de plantas cespitosas que reclaman de una aplicación de riego diario, debido al sustrato que soporta el sistema radicular, el cual, tiene un alto porcentaje de arena (60% mínimo) según las normas de la USGA, (1993) con una pobre capacidad de retención de agua.

JPEGF

La actual crisis mundial del agua dulce ha impuesto a los diseñadores de nuevos campos de golf la búsqueda de alternativas para no usar el agua potable por la cual compiten las ciudades, las industrias y la agricultura.

En Cuba, la industria turística tiene un alto componente de turismo de sol y playa y se han desarrollado para este fin nuevos destinos turísticos en pequeñas islas (cayos) del archipiélago cubano, las cuales unidas a la isla grande mediante carreteras construidas sobre mares de poca profundidad conocidas como pedraplenes, ofertan al visitante playas vírgenes de fina arena blanca y sorprendente belleza natural. En estos destinos se ha intensificado de modo importante la construcción de hoteles de baja altura, acorde al entorno y se trabaja para incluir en la oferta otros productos turísticos como la práctica del golf. El agua subterránea en Cayo Coco es salina, por estar sus acuíferos conectados con el mar, por lo que el agua potable para todos los usos necesarios debe traerse desde la isla grande mediante bombeo de más de 20 kilómetros, lo cual impone un alto precio por metro cúbico de agua. En el presente trabajo se expone el balance hídrico realizado para decidir los volúmenes de agua necesarios para el regadío del futuro Campo de Golf de "Cayo Coco", el cual en su primera etapa tendrá 18 hoyos con un área de riego de 37.92 ha.

2. METODOLOGÍA

En la tabla 1 se presentan el consumo de agua medio diario para la Bermuda como especie posible a utilizar, calculado por el método del evaporímetro Clase A (Rey y De la Hoz, 1979) y también la lluvia probable; ambos elementos se calcularon para un 25 y 75% de probabilidades de excedencia (año medio-seco y de media a alta evapotranspiración) respectivamente, teniendo en cuenta la serie histórica de información climática facilitada por el G. H. del CIEC Cayo Coco, (2002).

En un clima como el de Cuba, donde la presencia de precipitaciones de mayo a noviembre puede sustituir varios riegos, resulta de mucho interés precisar el volumen de las precipitaciones aprovechables; pero por otra parte, la existencia de una zona radicular con limitadas capacidades de almacenamiento de agua, define el monto de ese aprovechamiento, el cual no rebasará nunca el volumen de agua que se aplica en un riego, en las mencionadas condiciones de riego diario. Por esa razón, se decidió tener en cuenta en el año de 75% de probabilidades de excedencia de la lluvia caída, aquellos días cuyas precipitaciones eran mayores de 2.5 mm, por ser una magnitud significativa y cuyo aprovechamiento dependerá de la evapotranspiración del día anterior. Como puede apreciarse en la tabla 1 la lluvia total anual asciende a 975 mm y ese año presenta 69 días con acumulados de más de 2.5 mm. Se destacan septiembre y octubre con 10 y 13 días respectivamente con más de 2.5 mm, lo que hace que los máximos acumulados mensuales pertenezcan a esos dos meses febrero con solo un día que alcanza 2.5 mm presenta el mínimo acumulado mensual.

La evapotranspiración media diaria osciló de 2.97 mm en diciembre a 5.47 mm en abril. El algoritmo que se aplicó a los días con lluvias en cada mes del año con 75% de probabilidades de excedencia para el cálculo de la lluvia aprovechable fue el siguiente:

Si $[P.sub.c] > 2.5 \text{ mm}$ [right arrow] $[P.sub.a] = [Et.sub.d]$

Si $[P.sub.c] > 2.5 \text{ mm}$ [right arrow] $[P.sub.a] = 0$

Donde:

P_c = Precipitación caída (mm).

P_a = Precipitación aprovechada (mm).

E_{td} = Evapotranspiración media diaria del mes en que se produce la lluvia (mm) . Las lluvias menores de 2.5 mm se consideraron de pobre valor práctico y por eso se desecharon. De este modo se calculó el aprovechamiento que se lograría durante cada mes del año de 75% de probabilidades, cuya distribución interanual se aceptó como típica al ser comparada con aquellos años reales de probabilidad semejante, y el coeficiente de aprovechamiento anual se calculó al final, después de conocerse la lluvia aprovechada en el año.

3. RESULTADOS

Los resultados alcanzados con este procedimiento se consideraron de mayor rigor al ser comparados (Pacheco J. y Pacheco, E., 2004) con los obtenidos por otros métodos conocidos en la literatura internacional (Aguilera y Martínez, 1980), (Doorenbos y Pruitt, 1976), aceptándose como válidos y fueron los asumidos en el balance hídrico del proyecto.

A partir de los resultados expuestos en la tabla 1, se procedió a definir los volúmenes de agua a aplicar por riego que aparecen en la tabla 2.

En la tabla 2 se muestra que el volumen mínimo diario para el riego del campo de golf en condiciones de año medio-seco será de 1411 [m.sup.3]/día en diciembre y el máximo 2592 m³/día en abril.

Una vez analizado el volumen de agua que reciben los hoteles (Aguas Cayo Coco, 2002) según su nivel de ocupación histórico por meses y teniendo en cuenta otros factores, se presenta el balance del agua residual tratada disponible para regar el campo de golf (tabla 3). En la tabla 3 se aprecia que el aporte de agua residual diario en 7 meses del año es superior al 70% de la demanda. Si se tiene en cuenta que no se regará todos los días en la estación lluviosa, el aporte será ligeramente superior al calculado por el volumen acumulado de un día para el siguiente. Para la ejecución ecológica del proyecto existen dos alternativas:

(1) construir el campo de golf cuando exista un mayor número de hoteles y, por tanto, mayor volumen de agua residual.

JPEGF

(2) utilizar una especie de planta cespitosa que admita el regadío con una mezcla del agua salina existente en el subsuelo de la zona.

Se conoce que la planta cuyo nombre científico es *Paspalum vaginatum* Swartz, conocida como gramón o grama de mar, tolera el regadío con agua de pobre calidad y particularmente con altas concentraciones de sales.

Según Carrow y Duncan (1988), esta planta es la más tolerante a la salinidad entre las cespitosas de clima cálido y puede soportar sin afectaciones una salinidad del suelo de 8.6 dS[m.sup.-1].

En trabajos reportados por Duncan y Carrow (2000), la *Paspalum vaginatum* Swartz reduce su velocidad de crecimiento al 50% cuando la salinidad del suelo alcanza como promedio 31 dS[m.sup.-1].

Luego, la opción de extraer agua salina del subsuelo y mezclarla con el agua residual tratada puede ofrecer una solución interesante si se quiere adelantar la construcción del campo de golf.

4. CONCLUSIONES

- La construcción de campos de golf en Cuba asociados a la infraestructura hotelera puede contribuir de modo importante al uso eficiente del agua.
- En las condiciones del riego diario de los campos de golf en Cuba, la lluvia en años medios secos puede sustituir al riego en aproximadamente 70 días.
- La lámina de riego mensual en las condiciones estudiadas para cubrir las necesidades del césped oscila entre 73 mm en octubre y 178 mm en abril.
- En las condiciones actuales de la Unidad Turística Palma Real en Cayo Coco, el agua residual no cubre la

demanda del campo de golf de 18 hoyos, por lo que debe esperarse a un mayor desarrollo hotelero en la zona o emplear otra especie cespitosa como el *Paspalum vaginatum* Swartz, que tolera el riego con aguas salinas.

- Debe estudiarse la concentración salina de las aguas subterráneas de Cayo Coco y precisar la disolución necesaria para su posible uso en el regadío del campo de golf.

* Recibido : Febrero 2006

* Aceptado: Junio 2006

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas Cayo Coco (2002). Estudio de Disponibilidad de Agua Cayo Coco 2002. Cuba.

Aguilera, M y Martínez R. (1980). Relaciones aguasuelo-planta-atmósfera. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Carrow, R. N and R.R Duncan (1998). Salt-affected Turfgrass sites: Assessment and Management, Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan. E.U.

Doorenbos, J y W. O. Pruitt (1976). Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No 24, Roma, Italia.

JPEGF

Duncan, R.R and Carrow R.N.(2000). Seashore paspalum: The environmental Turfgrass. Ann. Arbor Press. Chelsea, Michigan, 281 pp.

Grupo Hidrometeorológico del CIEC (2002). Estudio de la precipitación, numero de días con lluvias mayores o iguales a 2.5 mm, y la evaporación, Cayo Coco, Cuba.

Pacheco, J; N, Alonso, P. Pujol y E. Camejo. 1995. Riego y Drenaje. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

Pacheco, J; Pacheco, E. y L. Veliz.(2004). Determinación de la lluvia aprovechable en los proyectos de regadío para Campos de Golf. Memorias de la Sexta Conferencia Científica Internacional. 18-21 Octubre. Universidad de Ciego de Ávila (UNICA). CD-ISBN No 959-16-0286-9.

Rey, A. y L. De La Hoz. (1979). Manual de Régimen de riego de los principales cultivos de Cuba. Editorial Orbe, Ciudad de La Habana, Cuba. .

Usga Green Section Staff. (1993). USGA Recommendations For A Method Of Putting Green Construction (The 1993 Revision).

A Publication on Turfgrass Management (March/ April 1993), by the United States Golf Association (USGA).

Juan Pacheco Seguí, Ph.D. Ingeniero Agrónomo Profesor Titular de Riego y Drenaje, Fac. C. Agropecuarias, Universidad Central L.V. Cuba. Carretera de Camajuaní Km-6, Santa Clara, C.P. 54830 . Villa Clara, Cuba. juanps@uclv.edu.cu

Ezequiel Pacheco Seguí, M.Sc. Ingeniero en Riegos y Drenaje. Director de Proyectos de Golf, Grupo Empresarial Extrahotelero Palmares S.A. Ministerio de Turismo. Morón, Ciego de Avila, Cuba. ekelgolf@enet.cu

Juan Pacheco Seguí. Ph.D.

Profesor Titular

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Universidad Central de las Villas. Cuba.

juanps@uclv.edu.cu

Ezequiel Pacheco Seguí. M.Sc.

Jefe Unidad Inversionista

"Campo de Golf Cayo Coco"

Palmares. Mintur. Cuba.

ekelgolf@enet.cu

Tabla 1. Consumo de agua y aporte de las precipitaciones.

Meses	Evapotranspiración. (mm /día)	Lluvia probable total mensual (mm)	Días con lluvias acumuladas mayores de 2.5 mm
Nov	3.17	149.8	7
Dic	2.97	20.6	2
Ene	3.16	50.9	4
Feb	3.43	13.4	1
Mar	4.39	28.1	3
Abr	5.47	56.3	4
May	4.23	81.3	6
Jun	3.53	108.8	8
Jul	4.23	59.4	5
Ago	4.00	87.6	6
Sep	3.73	160.0	10
Oct	3.26	158.8	13

Total	3.80	975.0	69
ó			
Media			
Anual			

Meses	Precipitación aprovechable mensual (mm)	Coefficiente de aprovechamien to de la lluvia
-------	--	---

Nov	22.19	14.8
-----	-------	------

Die	5.94	28.8
Ene	12.64	24.8
Feb	3.43	24.8
Mar	13.17	24.8
Abr	21.88	24.8
May	25.38	24.8
Jun	28.24	24.8
Jul	21.15	24.8
Ago	24.00	24.8
Sep	37.30	24.8
Oct	42.38	24.8

Total	257.70	26.4
-------	--------	------

ó
Media
Anual

Tabla 2. Volúmenes de agua aplicar por riego.

Meses	Lámina neta de riego diaria (mm)	Lámina bruta de riego diaria (80% Ef) (mm)	Total de días con riego en el met.	Lámina de riego mensual. (mm)
-------	---	--	--	-------------------------------------

Nov	3.17	3.96	23	91
nir:	2.97	3.71	29	108
Ene	3.16	3.95	27	106
Feb	3.43	4.29	27	116
Mar	4.39	5.49	28	154
Ahr	5.47	6.84	26	178
May	4.23	5.29	25	133
Jun	3.53	4.41	22	97
Jul	4.23	5.29	26	138
Ago	4.00	5.00	25	125
Set	3.73	4.66	20	93
Oct	3.26	4.08	18	73

Total	3.80	4.75	296	1412
-------	------	------	-----	------

ó
Media
Anual

Meses	Hidromódulo para 8 horas de riego diario. L/s/ha	Volumen diario ([m.sup.2])
-------	---	----------------------------------

Nov	1.37	1498
nir:	1.29	1411
Ene	1.37	1498
Feb	1.49	1642
Mar	1.91	2074

Ahr	2.38	2592
May	1.84	2016
Jun	1.54	1699
Jul	1.84	2016
Ago	1.74	1901
Set	1.62	1786
Oct	1.42	1555
Total	1.65	1807
ó		
Media		
Anual		

Tabla 3. Balance de agua residual disponible para regar el campo de golf.

Meses	Nov	Die	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Agua necesaria para riego. ([m.sup.2]/día)	1498	1411	1498	1642	2074	2592	2016
Agua residual tratada disponible para riego. ([m.sup.2]/día)	1343	1571	1115	1340	1522	1430	831
Balance (+ -) ([m.sup.2]/día)	-155	+160	-383	-302	-552	1162	1185
Satisfacción de la demanda (%)	90	100	74	82	73	55	59
Meses	Jun	Jul	Ago	Set	Oct		
Agua necesaria para riego. ([m.sup.2]/día)	1699	2016	1901	1786	1555		
Agua residual tratada disponible para riego. ([m.sup.2]/día)	1147	1566	1580	1240	827		
Balance (+ -) ([m.sup.2]/día)	-552	450	-321	-546	-728		
Satisfacción de la demanda (%)	68	78	83	69	53		

JPEGF

Citación De la Fuente

Pacheco Seguí, Juan, and Ezequiel Pacheco Seguí. "Uso eficiente del agua: Proyecto de Golf 'Cayo Coco', Cuba." *Ingeniería de Recursos Naturales* 4 (2005): 52+. *Informe Académico*. Web. 23 Sept. 2010.

Document URL

<http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A227598803&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0>

Número de Documento:A227598803

- [Contact Us](#)
- [Copyright](#)
- [Terms of use](#)
- [Privacy policy](#)