

Informe Final

Efecto de los Agentes Humectantes en la zona radical y en la Incidencia de Manchas Secas Localizadas (LDS)

Diego Gómez de Barreda y Paloma Leandro

Universitat Politècnica de València

diegode@btc.upv.es

Contenidos

1.-Objetivos.....	2
2.-Métodos.....	2
3.-Evaluaciones.....	4
4.-Incidencias.....	5
5.-Resultados.....	6
6.-Conclusiones.....	7
7.-Resultados detallados..	8

Efecto de los Agentes Humectantes en la zona radical y en la Incidencia de Manchas Secas Localizadas (LDS)

Diego Gómez de Barreda and Paloma Leandro

Universitat Politècnica de València

Diegode@btc.upv.es

1.-OBJETIVOS

Determinar los efectos de varios agentes humectantes mediante el estudio de la distribución de la humedad en la zona radical de un *putting green* de arena, la incidencia de manchas secas y el aspecto general del césped.

2.-MÉTODOS

El ensayo comparativo de los agentes humectantes fue llevado a cabo en dos campos de golf en Valencia (España); el Campo de Golf El Saler y el Campo de Golf Escorpión. El primero está localizado a 20 km hacia el Sur de la ciudad de Valencia al lado del Mar Mediterráneo y el Segundo campo de golf está localizado en el interior, a 30 km de la ciudad de Valencia en dirección Noreste.

Ambos ensayos se establecieron en un *green* de prácticas con un área experimental de 21 m². Seis agentes humectantes fueron testados (H₂O Pro, Kick, Qualibra, Revolution, Tricure y WAX [agente humectante no comercial]) desde marzo hasta octubre de 2013. La subparcela elemental tenía una superficie de 1 m² y cada agente humectante fue pulverizado mensualmente en esa superficie, 3 veces replicada (Figura 1).

Block 3	H2O Pro	Qualibra	Tricure	Control	Kick	WAX	Revolution
Block 2	Control	WAX	Revolution	Tricure	Qualibra	H2O Pro	Kick
Block 1	Revolution	Tricure	Kick	H2O Pro	Control	Qualibra	WAX

Figura 1: Distribución de los agentes humectantes en el área experimental para los dos campos de golf.

Los agentes humectantes fueron aplicados mediante un pulverizador que disponía de CO₂ como gas impulsor de la solución. El volumen de aplicación fue de 2,600 l/ha y la lanza pulverizadora tenía una boquilla individual Teejet 9502EVS. Las dosis aplicadas para cada uno de los agentes humectantes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Dosis de aplicación de los agents humectantes.

Agente humectante	Dosis por aplicación (l/ha)	
	1ª Aplicación	Siguientes aplicaciones
H2O Pro	40	20
Kick	20	20
Qualibra	20	20
Revolution	19	19
Tricure	20	20
WAX	20	20

Después de aplicar los agentes humectantes, se regaba (4 mm) para procurar la incorporación del agente humectante en el suelo (Figura 2). En el área experimental se llevaron a cabo las prácticas locales de mantenimiento menos la de riego. Durante el verano, se redujo el riego para provocar un estrés hídrico que permitiese mostrar las diferencias entre los agentes humectantes en cuanto a la distribución de la humedad, manchas secas localizadas y el aspecto visual del césped.



Figura 2: Incorporación del agente humectante después de pulverizado.

3.-EVALUACIONES

Cada dos semanas se recogieron las siguientes evaluaciones:

1.-Calidad del césped (Aspecto general) con una escala del 1 al 9, donde 9 es un césped sobresaliente (densidad, oscuridad, uniformidad,...), 6 es un césped aceptable y 1 un césped muerto.

2.-Contenido Volumetrico en Humedad (%) a 3.8, 7.6 y 12 cm de profundidad utilizando la herramienta TDR y tomando 25 medidas por subparcela (1 m²) para obtener la humedad de suelo (Figura 3).

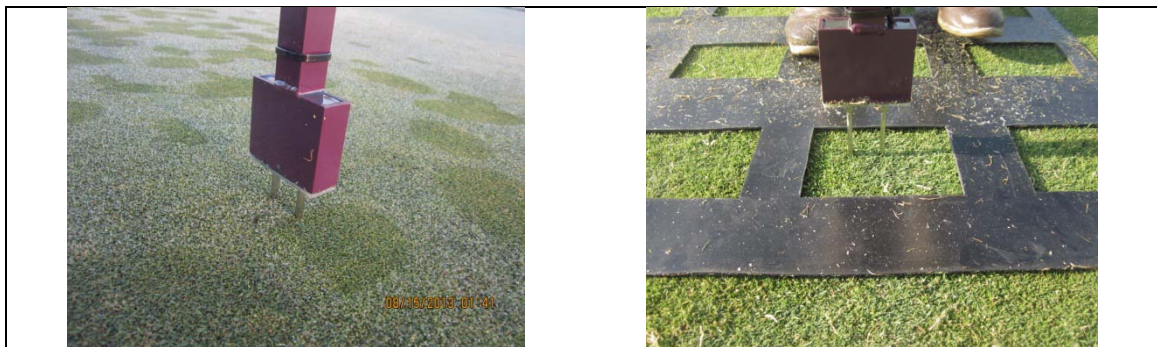


Figura 3: Muestreo del contenido de humedad del suelo con una TDR.

3.-Incidencia de manchas secas localizadas: % de las subparcelas afectadas por manchas secas localizadas.

Una vez al mes, 24 horas después de la aplicación del agente humectante, la fitotoxicidad fue evaluada usando imágenes digitales. Estas imágenes digitales fueron

tomadas en cada parcela mediante una caja negra iluminada en su interior para estandarizar las condiciones lumínicas (Figura 4).



Figura 4: Evaluación de la fitotoxicidad.

Adicionalmente, el día 2 de Mayo, se evaluó la velocidad del césped con un stimpmeter tomando 6 medidas en 2 direcciones diferentes para evitar cualquier pendiente de la subparcela, así como la compactación del *green*, con un Clegg hammer, tomando 5 medidas por subparcela (Figura 5a).



Figura 5a: Evaluación de la velocidad del *green* (imagen de la izquierda) y evaluación de la compactación del *green* (imagen de la derecha).

4.-INCIDENTES

Se produjeron algunos incidentes a lo largo del experimento que pudieron modificar los resultados del mismo. El primer problema, y más importante, fue la dificultad de alcanzar el estrés hídrico en el campo de golf Escorpión durante los meses de verano, debido al miedo del *greenkeeper* de “perder el *green*” al completo. El Segundo, problema ocurrió en El campo de golf El Saler cuando en Junio, en parte del *green* empezó a aparecer grama (*Cynodon dactylon*) tras la dormancia invernal y que no había sido detectada anteriormente. Finalmente, hubo problemas puntuales con algunos datos tomados con la TDR (rotura del pincho de 7,6 cm en varias ocasiones).

5.- RESULTADOS

Evolución de la temperatura durante los meses del experimento (Figura 5b). En el año 2013, los meses de verano tuvieron temperaturas suaves, en comparación con otros años. Por otro lado, hubo un otoño con temperaturas más cálidas de lo normal.

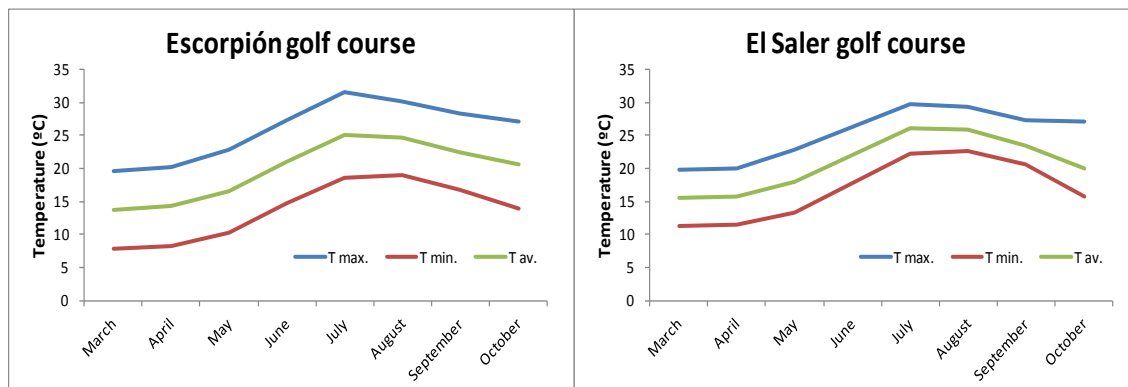


Figura 5b: Evolución de la temperatura en ambos campos. T max.: Media de las temperaturas máximas diarias; T min.: Media de las temperaturas mínimas diarias; T av.: Temperaturas medias diarias.

La Tabla 2 muestra un resumen completo de los resultados del proyecto. Muestra los resultados (contenido en humedad a 3 profundidades, manchas secas localizadas y aspecto general del césped) de ambos campos de golf desde marzo hasta octubre inclusive. Se han marcado en rojo los resultados que han salido estadísticamente significativos entre tratamientos.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a velocidad y compactación del *green* en los dos campos de golf (datos no mostrados).

La única observación de fitotoxicidad causada por agentes humectantes fue debida al agente humectante **Kick**, que decoloraba el césped a las 24 h del tratamiento, pero que se recuperaba posteriormente.

Una discusión más detallada de los resultados puede observarse en la sección 7 del presente documento.

Tabla 2: Resumen de los Resultados del Proyecto (Contenido en humedad; LDS: Manchas secas localizadas y Aspecto general del césped)

	El Saler					Escorpión				
	Contenido en Humedad			LDS (%)	Calidad del césped	Contenido en Humedad			LDS (%)	Calidad del césped
	3,8 cm	7,6 cm	12 cm			3,8 cm	7,6 cm	12 cm		
22 marzo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
4 abril	R < T, Q, C y K W y H < K y C	NS	H < K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	C < K
23 abril	R, H < K	NS	NS	NS	H < K	NS	NS	NS	NS	Q, H, C, R < K Q, H < W, K
7 mayo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
21 mayo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
6 junio	R, H < C y K	NS	H < K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	T, H, C < W T < K, R, W
20 junio	W y R < C y K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	W < K
4 julio	R y H < K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
18 julio	NS	-	NS	NS	R < C, H T < H	NS	-	NS	NS	NS
1 agosto	NS	NS	NS	WAs < C	C < Q, H, T, W, R	NS	NS	NS	NS	NS
20 agosto	NS	NS	NS	WAs < C	NS	NS	NS	NS	NS	NS
11 sept.	-	NS	NS	WAs < C	NS	NS	NS	NS	NS	Q < R y H
26 sept.	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	-	NS	NS
3 octubre	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
16 octubre	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	-	NS	NS
30 octubre	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

LDS: Manchas secas localizadas; **WAs:** Agentes Humectantes; **C:** Control; **H:** H2O Pro; **K:** Kick; **Q:** Qualibra; **R:** Revolution; **T:** Tricure; **W:** WAX; **NS:** No significativo en un nivel de 0.05 de probabilidad; - : Sin datos disponibles.

6.-CONCLUSIONES

Cuando el césped esta bien regado y las condiciones climáticas son suaves en los meses de verano, consideramos que un agente humectante no es una herramienta necesaria para el mantenimiento de un *green*. Estas fueron las condiciones durante el verano de 2013 en ambos campos de golf. La formación de LDS pudo observarse en tres fechas al final del verano y en solo un campo de golf siempre con la ayuda de un corte del riego. Quizás se podría señalar que los agentes humectantes serían necesarios con temperaturas veraniegas extremas y con riegos deficientes.

Acerca de las diferencias entre agentes humectantes, se podría decir que sólo hay pequeñas diferencias entre ellos, tal vez causadas por no alcanzarse un estrés hídrico general. Cuando hubieron diferencias entre ellos, **Kick** tenía frecuentemente, mejor aspecto que el resto, aunque también se percibía cierta fitotoxicidad causada por **Kick**

después de pulverizar (24 h). **H₂O Pro** y **WAX** fueron otros agentes humectantes testados que en ocasiones inducían un mejor aspecto en el césped que el resto. Por otro lado, **Tricure** y **Qualibra** fueron en ocasiones los que inducían un peor aspecto general de césped en comparación con el resto. En cuanto al contenido en humedad, también se obtuvieron pequeñas diferencias, siendo **Kick** de nuevo, el que mantenía, a veces, una mayor humedad del suelo en la profundidad de 3,8 cm en comparación con el resto, y **Revolution** y **H₂O Pro** por otro lado, los que en ocasiones, mantenían un menor contenido en agua.

7.-RESULTADOS DETALLADOS

La Tabla 2, es un resumen de los resultados que a continuación se presentan más detallados. Se muestran 6 gráficas por fecha de muestreo y campo de golf, para mejorar el entendimiento de lo que ha sucedido en cada situación. Las 6 gráficas están siempre organizadas de la misma manera, como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3: Explicación de las gráficas en las figuras: 6-24, 26, 27, 29, 30 y 32-39.

Comparación del aspecto general del césped entre agentes humectantes	Comparación del Contenido Volumétrico de humedad (%) a 3,8 cm entre agentes humectantes
Comparación del Contenido Volumétrico de humedad (%) a 7,6 cm de profundidad entre agentes humectantes	Comparación del Contenido Volumétrico de humedad (%) a 12 cm de profundidad entre agentes humectantes
Comparación del Contenido Volumétrico de humedad (%) entre profundidades y agentes humectantes	Comparación del Contenido Volumétrico de humedad (%) entre profundidades

Así mismo, hay que indicar que los títulos del eje de ordenadas en las gráficas está en inglés y su traducción al castellano es la siguiente: **Turfgrass quality**: Aspecto general del césped, **Volumetric Moisture content**: Contenido Volumétrico de Humedad y **Depth**: Profundidad, **Localized Dry Spots**: Manchas secas localizadas.

Evaluación con fecha: 20 de marzo de 2013

Campo de golf Escorpión

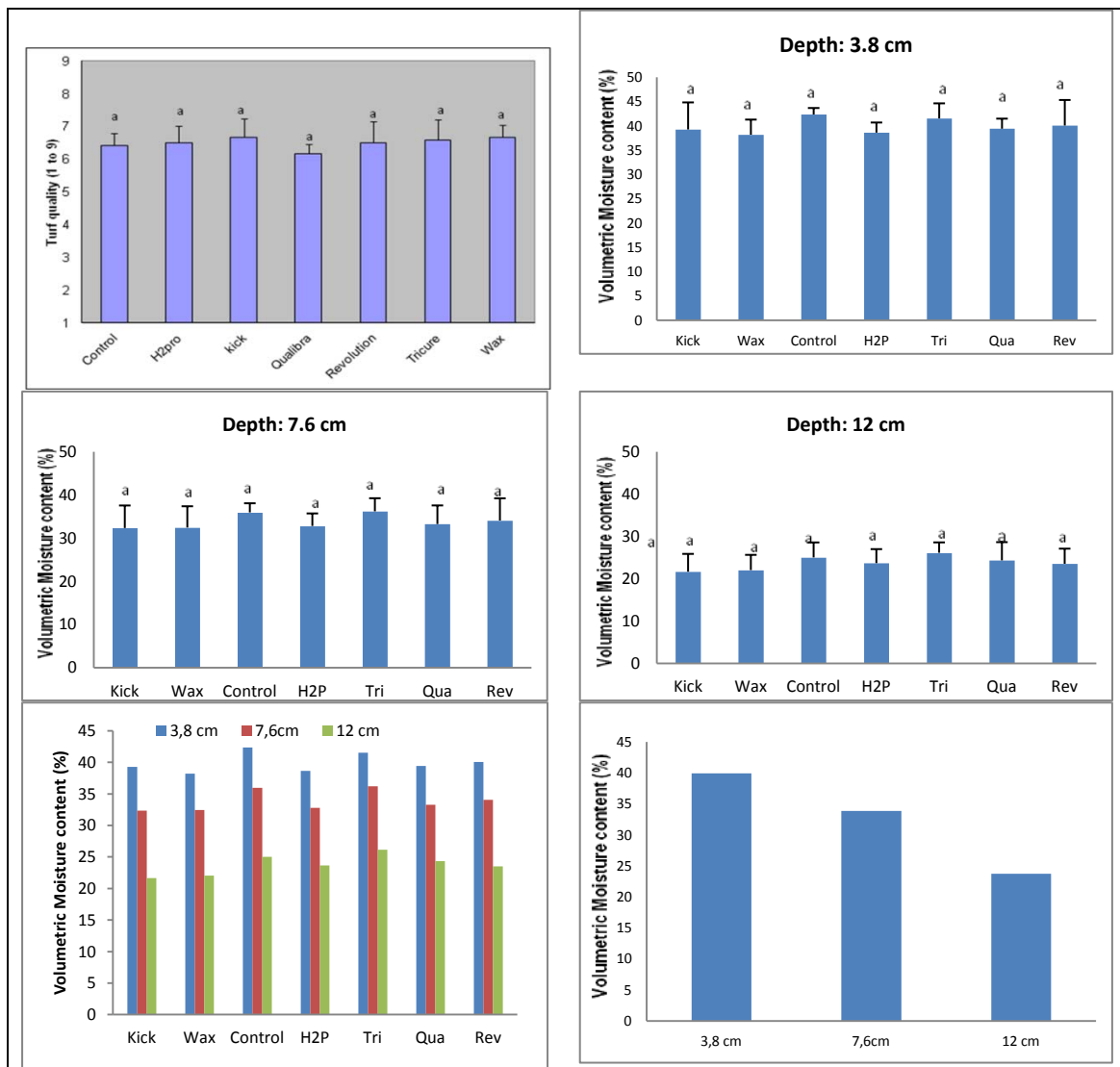


Figura 6: Resultados del campo de golf Escorpión el 20 de marzo de 2013.

El 20 de marzo, **no hubo diferencias estadísticas** entre agentes humectantes en ambos campos, ni para el aspecto general del césped ni para la humedad cualquiera que fuese la profundidad muestreada.

Campo de golf El Saler Golf

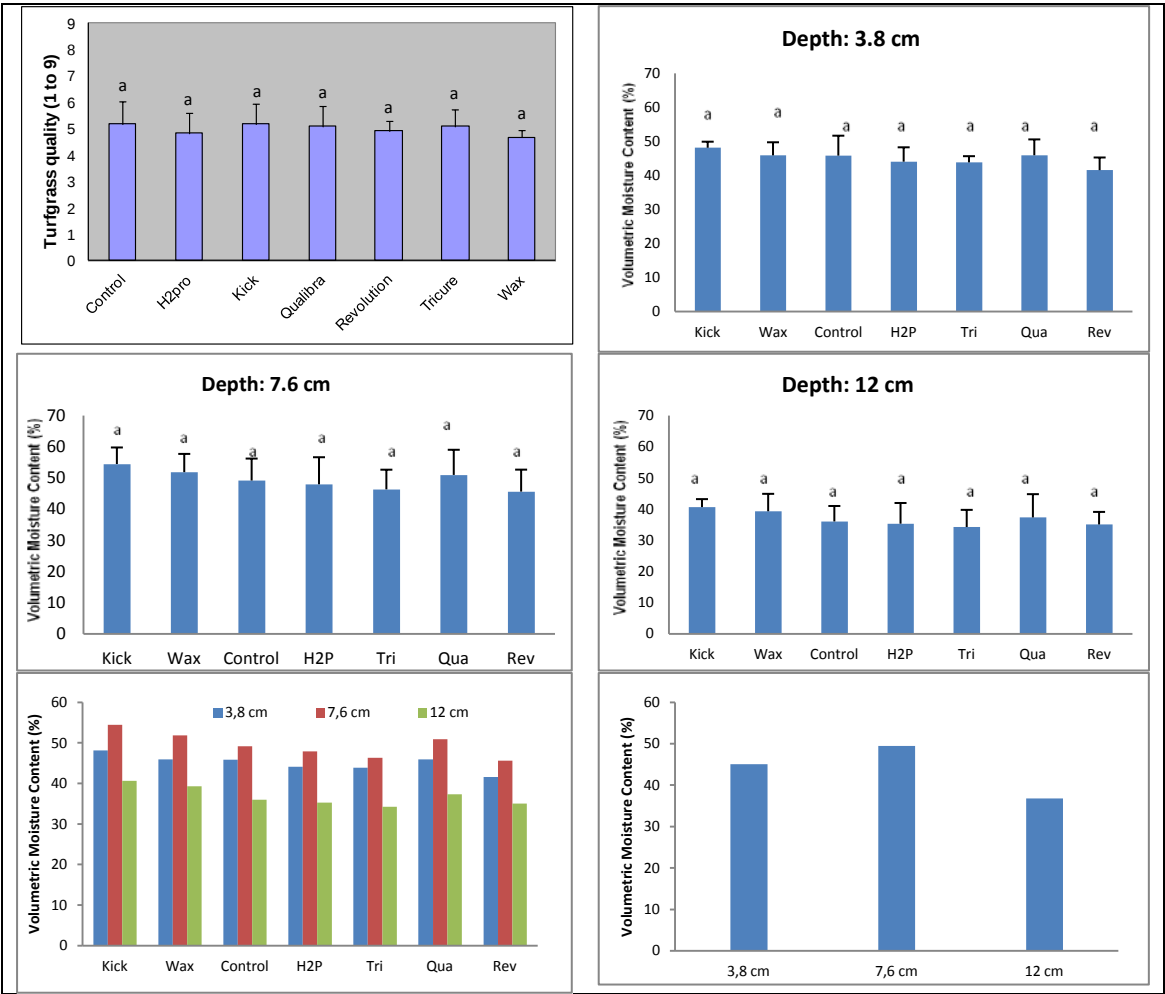


Figura 7: Resultados del campo de golf El Saler el 20 de marzo de 2013.

Evaluación con fecha: 4 de abril de 2013

Campo de golf Escorpión

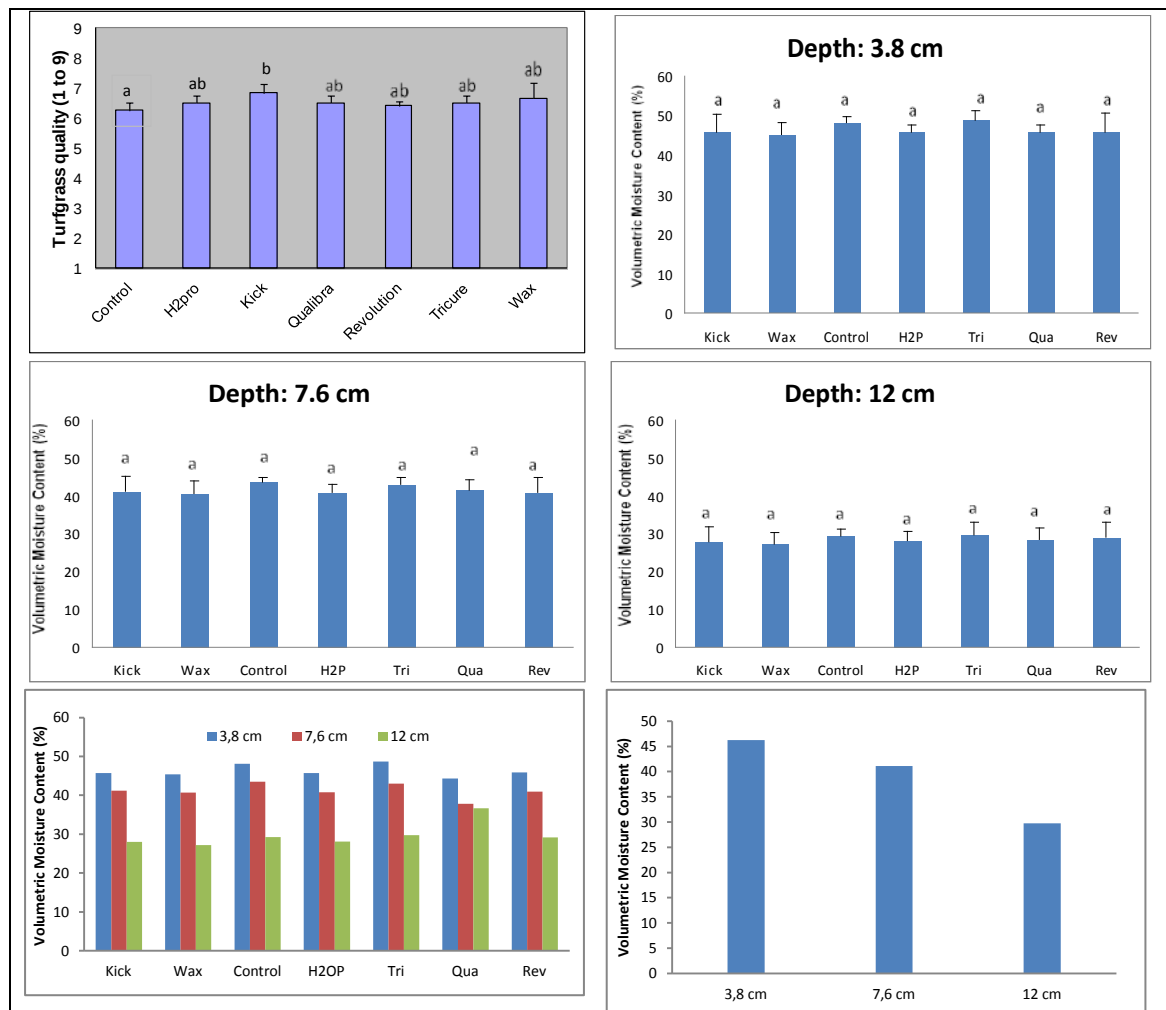


Figura 8: Resultados del campo de golf Escorpión el 4 de abril de 2013.

En esta fecha, el césped de las subparcelas en las que se aplicó **Kick** tenía mejor aspecto que las subparcelas no tratadas o **Control**. **No hubo diferencias estadísticas** observadas entre agentes humectantes para la humedad cualquiera que fuese la profundidad muestreada.

Campo de golf El Saler

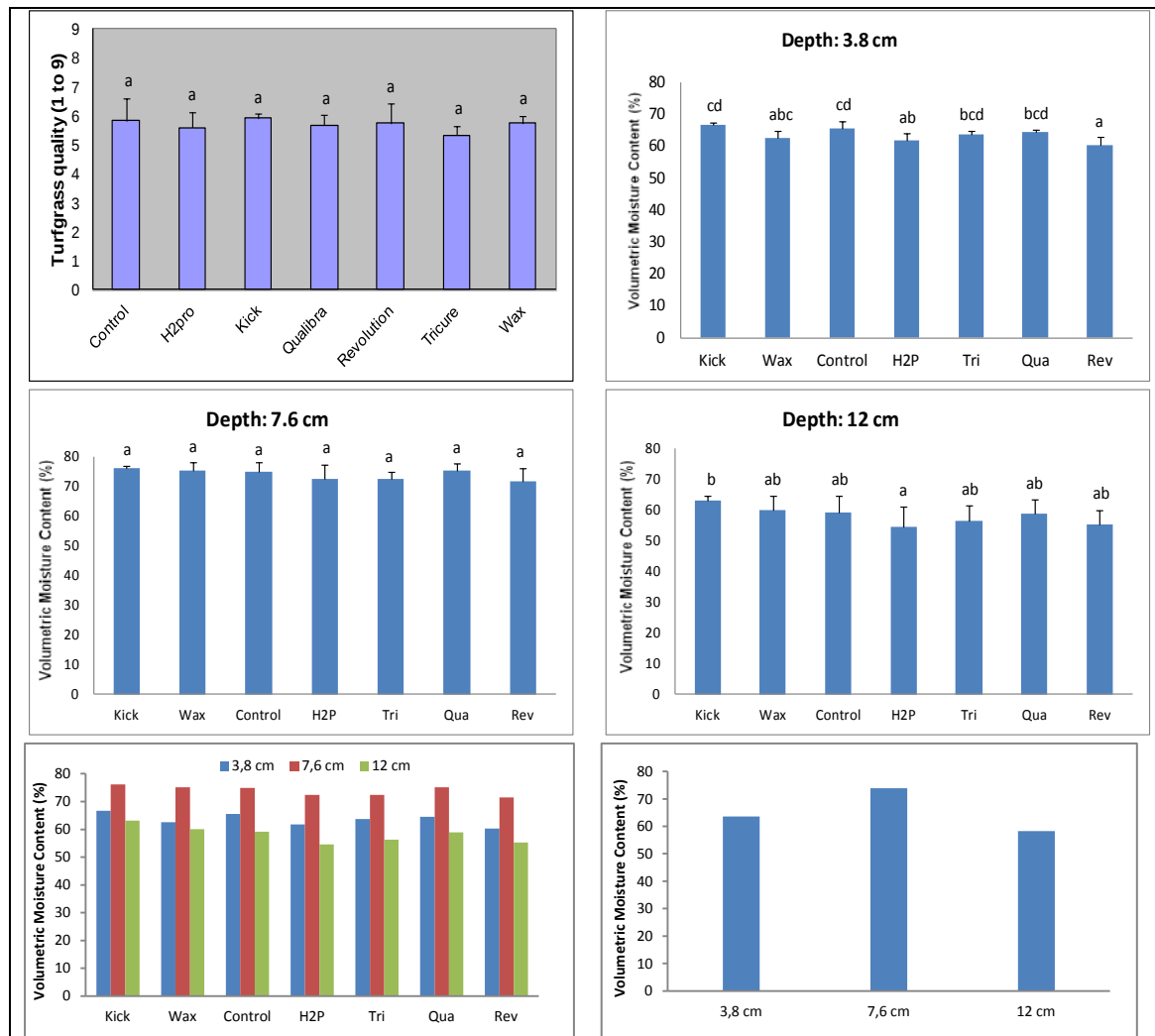


Figura 8: Resultados del campo de golf El Saler el 4 de abril de 2013.

Hubieron algunas diferencias en el contenido de humedad del suelo en las profundidades de 3,8 y 12 cm: Revolution, tenía menos contenido de humedad a 3,8 cm que el resto de tratamientos salvo H2O Pro y WAX; WAX y H2O Pro tiene menos contenido de humedad del suelo que Kick y las subparcelas sin tratar (Control). A los 12 cm de profundidad, H2O Pro tenían menos contenido en humedad en suelo que Kick. No hubo diferencias en cuanto a calidad del césped.

Evaluación con fecha: 23 de abril de 2013

Campo de golf Escorpión

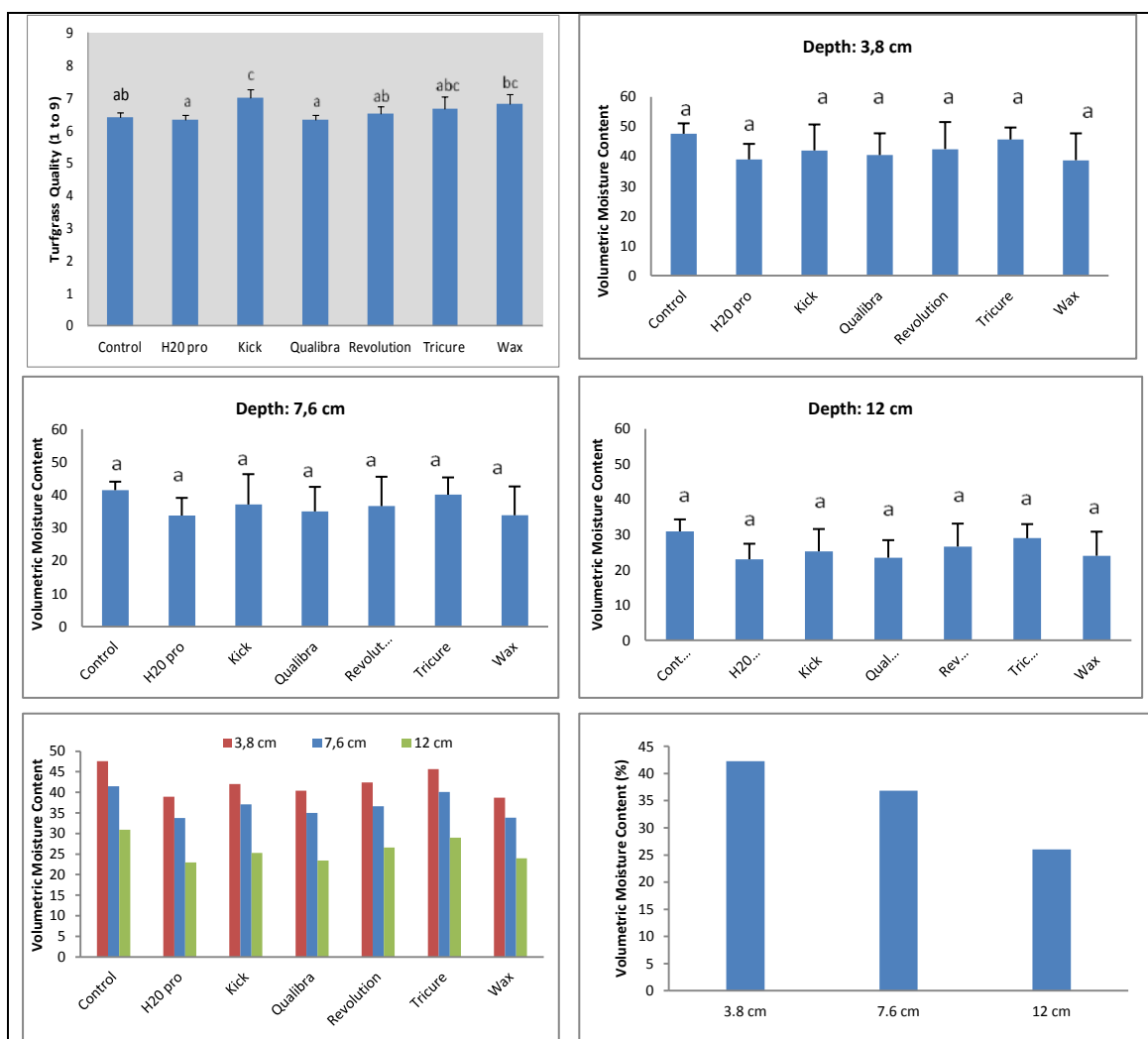


Figura 9: Resultados del campo de golf Escorpión el 23 de abril de 2013.

Dos semanas más tarde, el césped pulverizado con **Kick** todavía tenía mejor aspecto que otros agentes humectantes como **Qualibra**, **H2O Pro**, **Revolution** y **Control**. Además, el césped tratado con **Wax** y **Kick**, tenía mejor aspecto de los céspedes tratados con **Qualibra** y **H2O Pro**. No hubo diferencias entre los agentes humectantes relativas al contenido de humedad del suelo.

Campo de golf El Saler

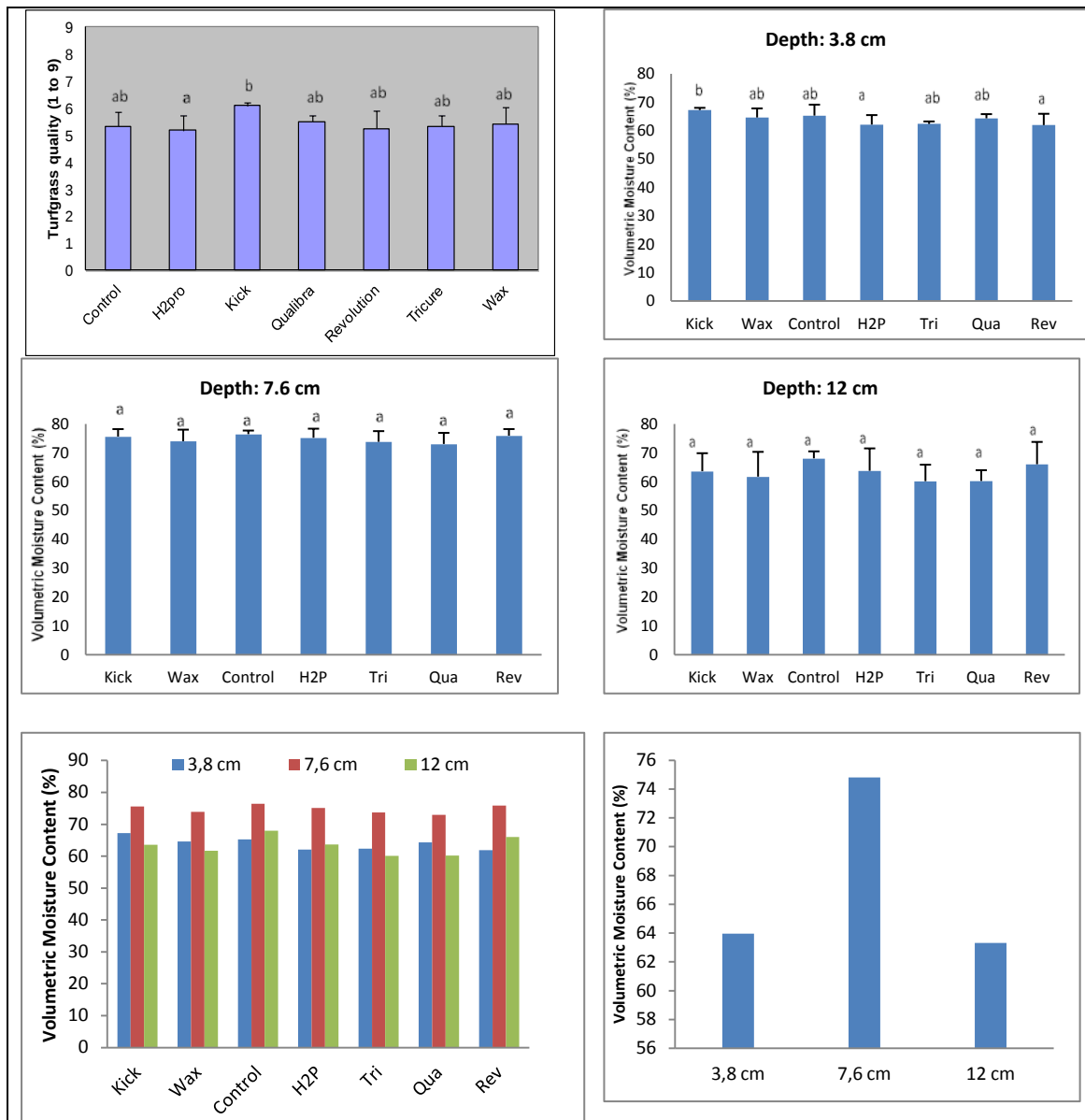


Figura 10: Resultados del campo de golf El Saler el 23 de abril de 2013.

En este campo de golf, el césped tratado con **Kick** mostró un aspecto mejor que el tratado con **H2O Pro**, y el contenido de humedad a 3,8 fue mayor en las parcelas tratadas con **Kick** que en las tratadas con **Revolution** y **H2O Pro**.

Evaluación con fecha: 7 de mayo de 2013

Campo de golf Escorpión

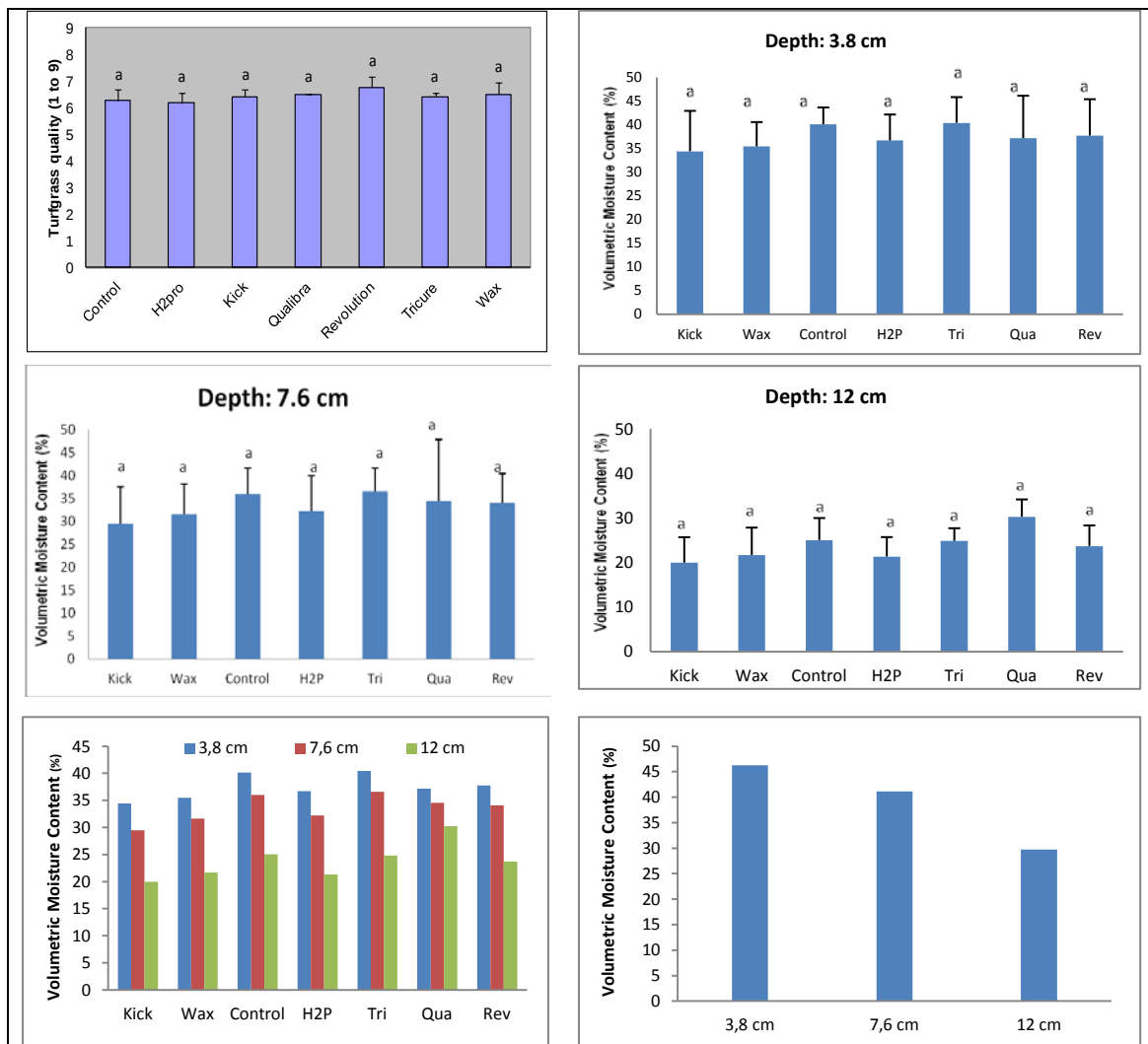


Figura 11: Resultados del campo de golf Escorpión el 7 de mayo de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

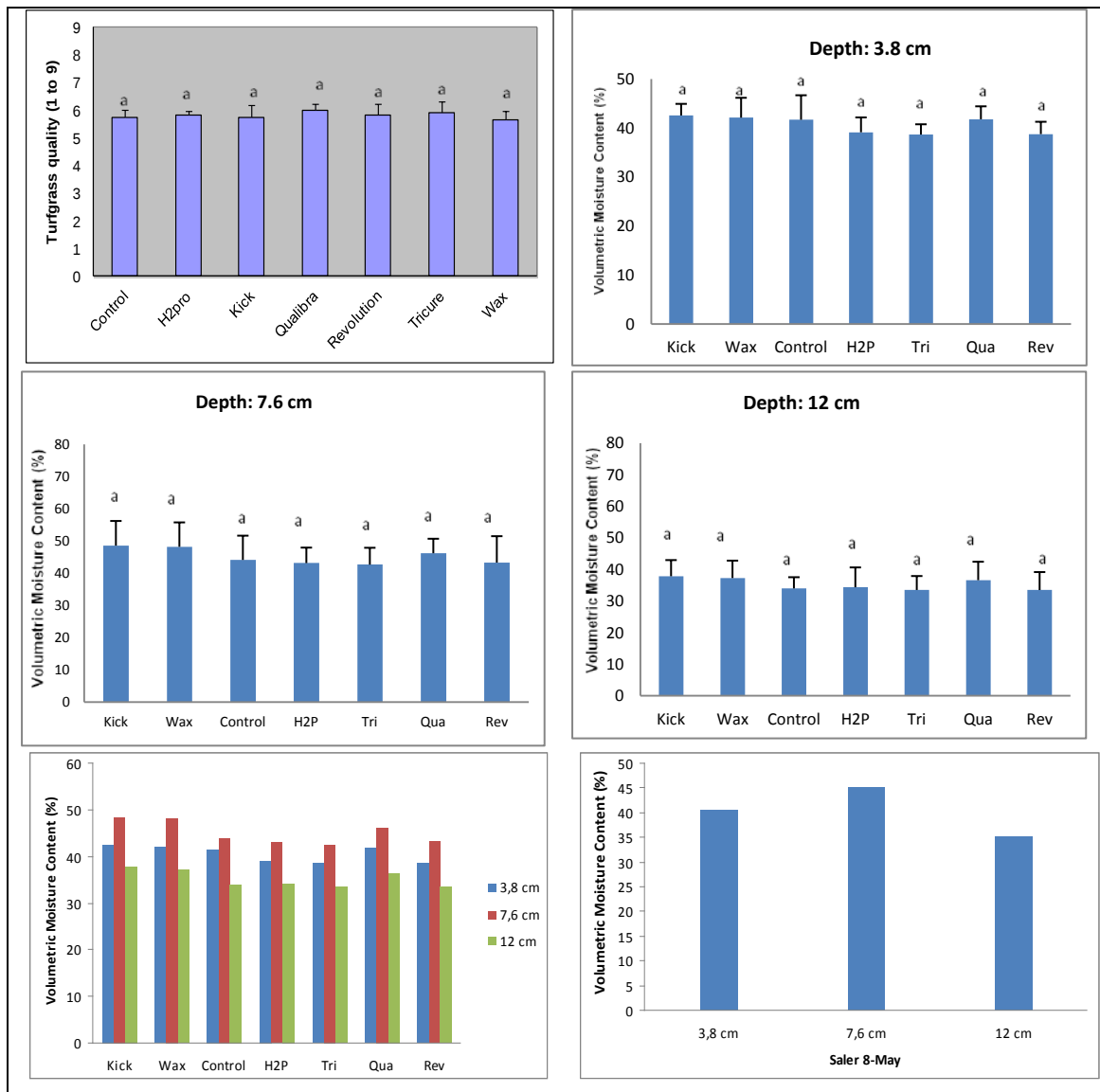


Figura 12: Resultados del campo de golf El Saler el 7 de mayo de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Evaluación con fecha: 21 de mayo de 2013

Campo de golf Escorpión

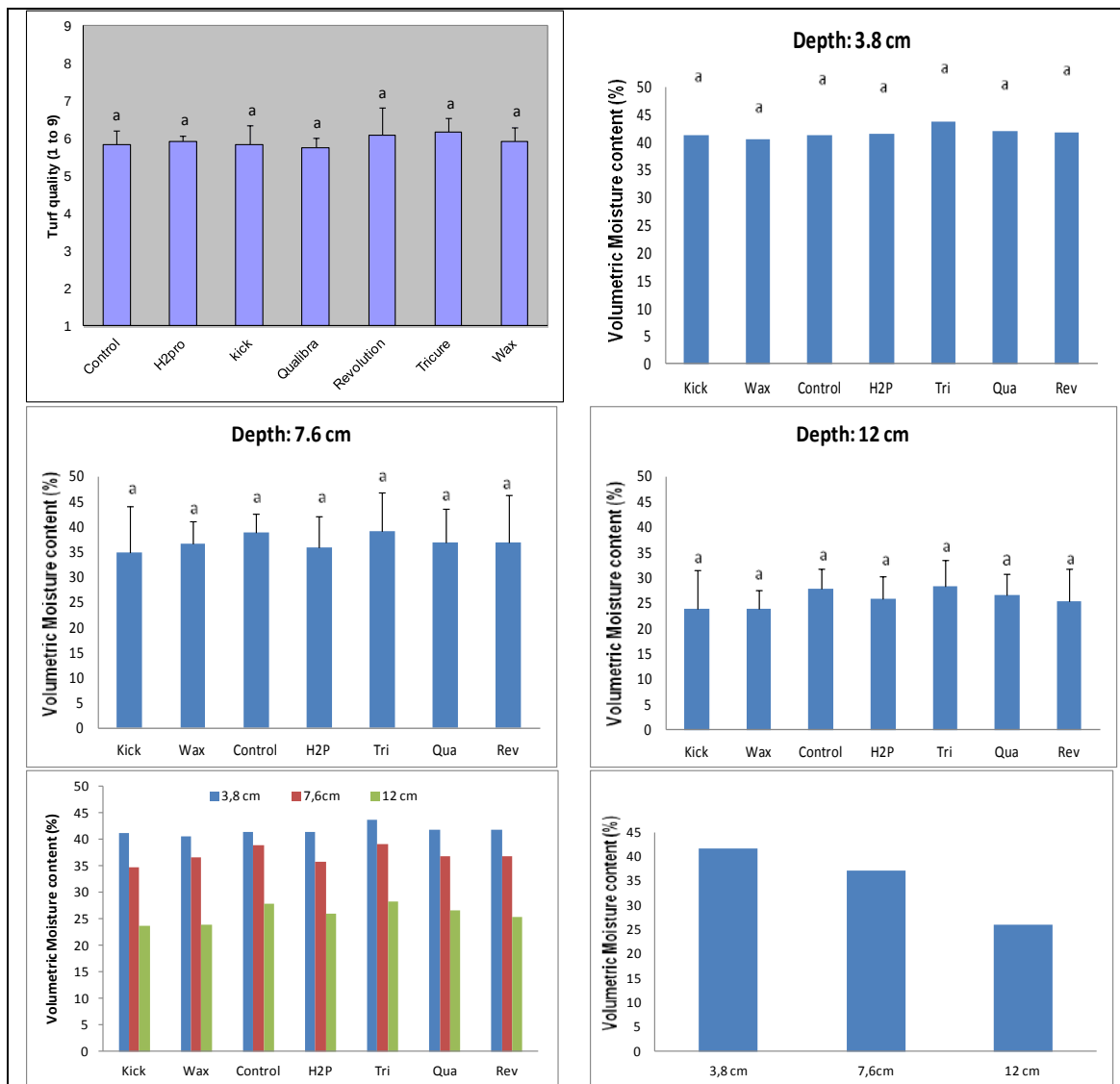


Figura 13: Resultados del campo de golf Escorpión el 21 de mayo de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

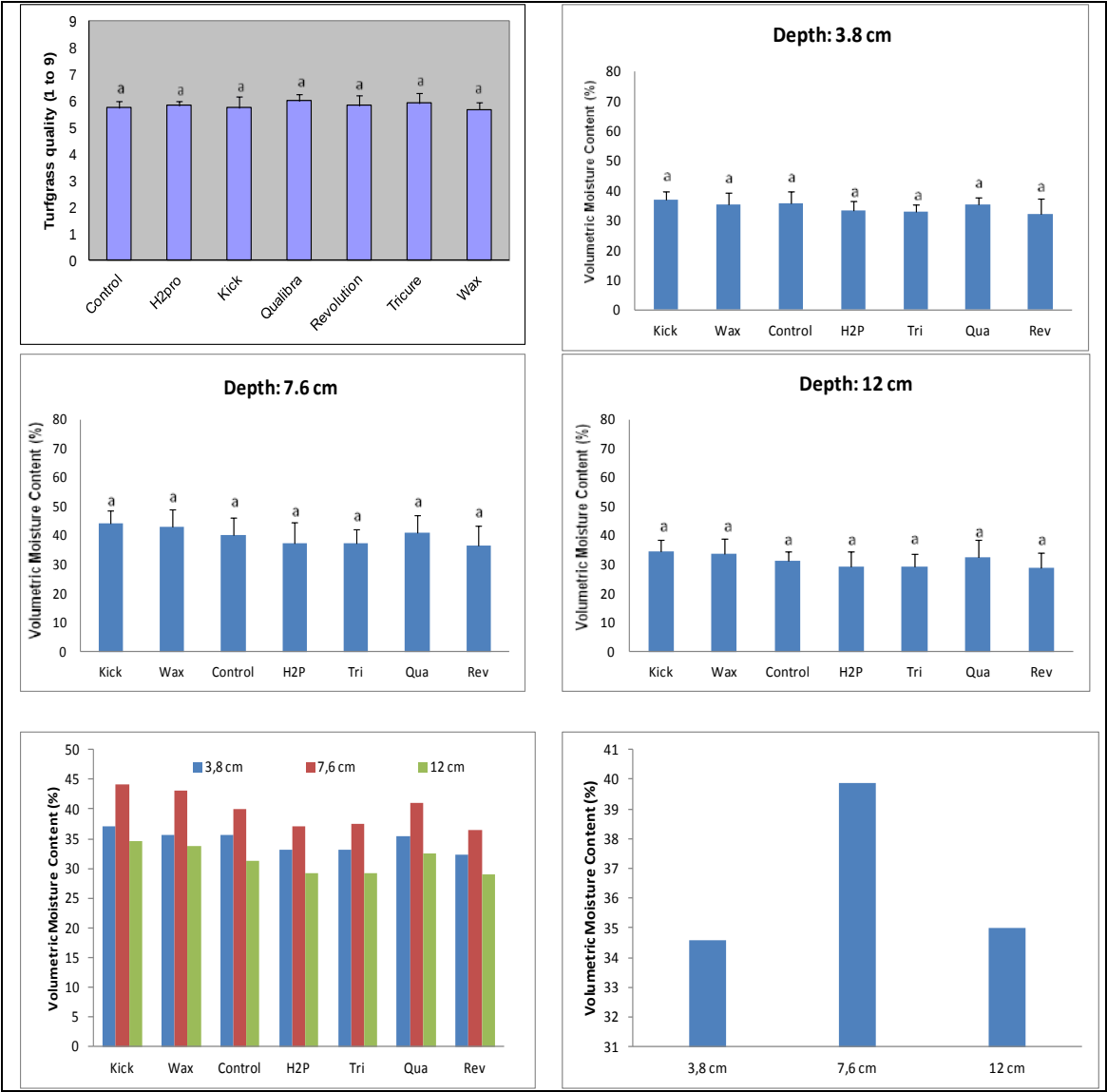


Figura 14: Resultados del campo de golf El Saler el 21 de mayo de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Evaluación con fecha: 6 de junio de 2013

Campo de golf Escorpión

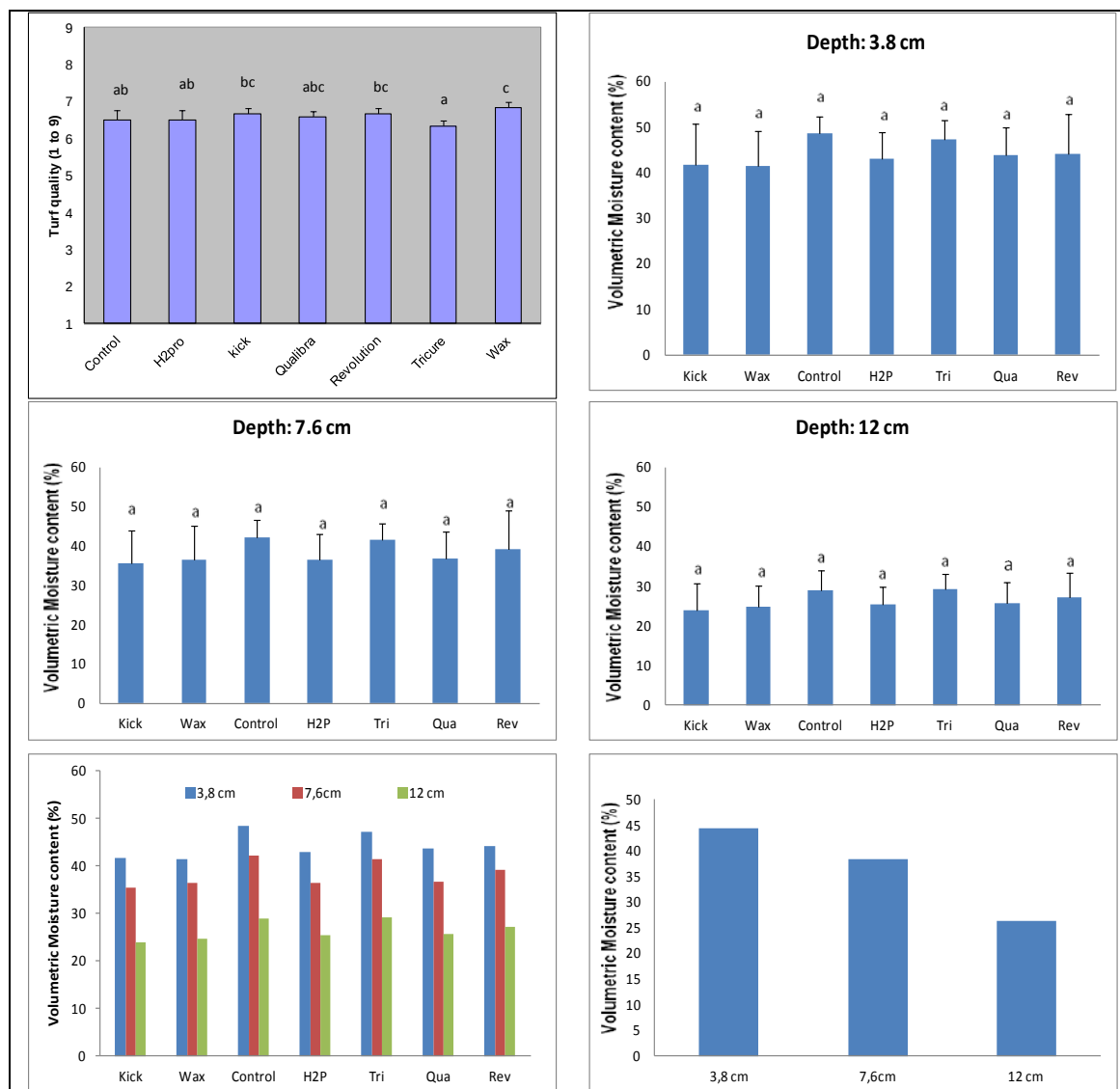


Figura 15: Resultados del campo de golf Escorpión el 6 de junio de 2013.

En esta fecha, había diferencias en el aspecto del césped: céspedes tratados con **WAX** tenían mejor aspecto que tratados con **Tricure**, **H2O Pro** y **Control**. Por otra parte, el césped tratado con **Tricure** tenía peor aspecto que las subparcelas tratadas con **WAX**, **Revolution** y **Kick**. No hubo diferencias en relación con el contenido de humedad del suelo.

Campo del golf El Saler

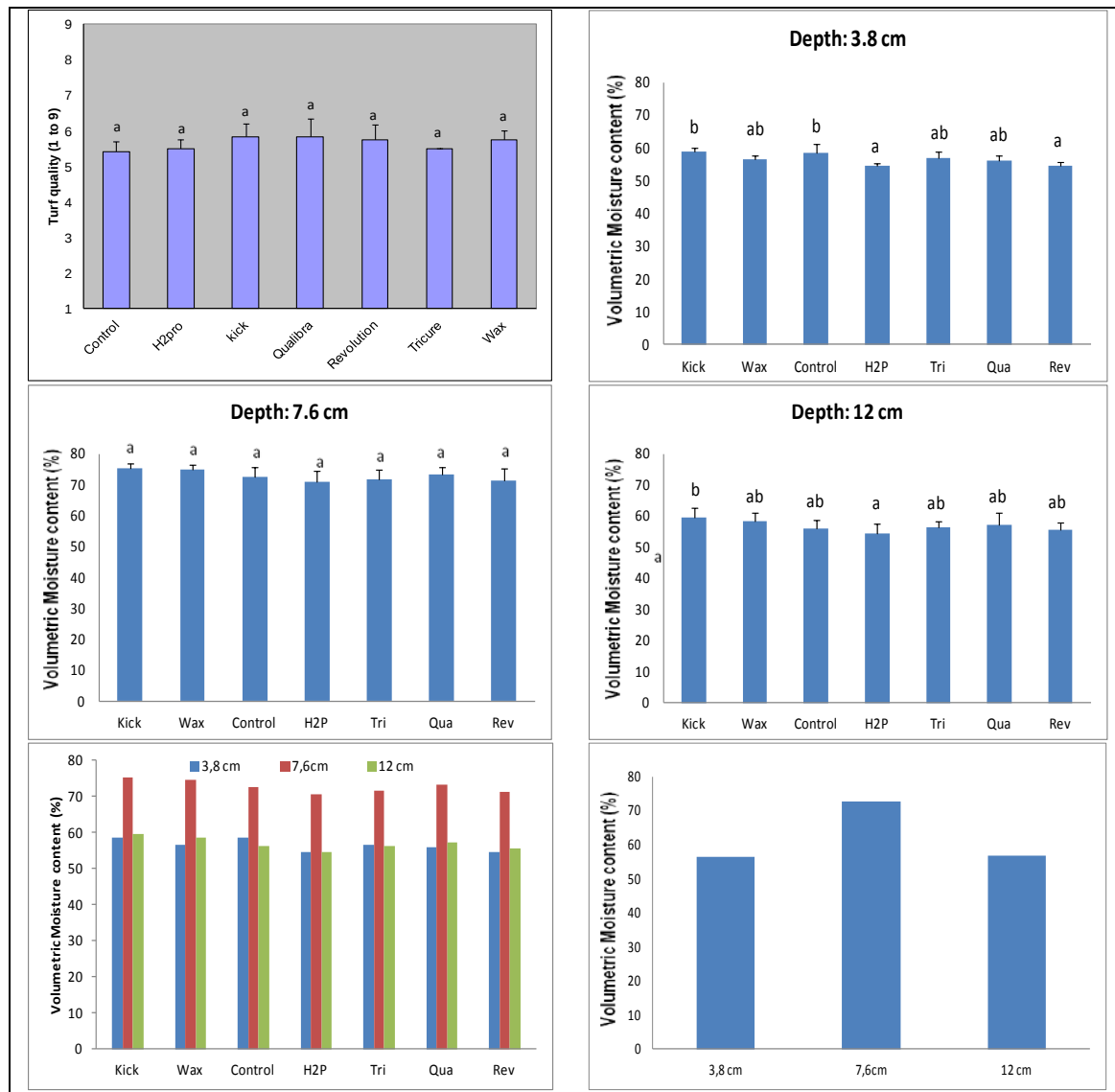


Figure 16: Resultados del campo de golf El Saler el 6 de junio de 2013.

En la misma fecha pero en el otro campo de golf, no hubo diferencias en la calidad del césped pero había sobre el contenido de humedad del suelo. A los 12 cm de profundidad, subparcelas tratadas con **Kick** mostraron mayor contenido en agua que las tratadas con **H2O Pro** y en 3,8 cm de profundidad, subparcelas no tratadas y tratadas con **Kick** tuvieron más contenido en agua que tratadas con **Revolution** y **H2O Pro**.

Evaluación con fecha: 20 de junio de 2013

Campo de golf Escorpión

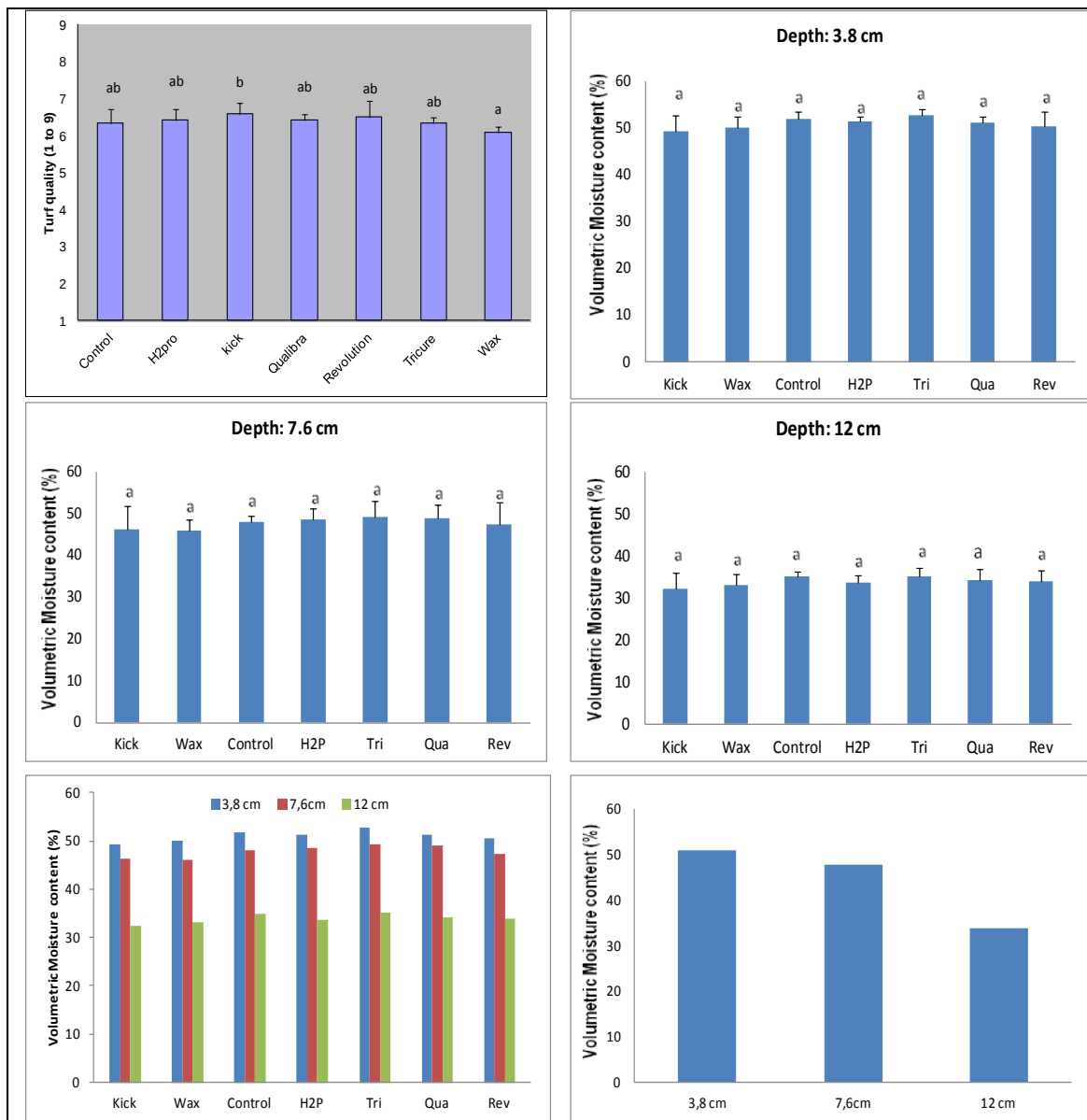


Figura 17: Resultados del campo de golf Escorpión el 20 de junio de 2013.

En esta fecha, la única diferencia observada entre los tratamientos fue por la calidad del césped. Las parcelas tratadas con **Kick** estaban en mejores condiciones que las parcelas tratadas con **WAX**.

Campo de golf El Saler

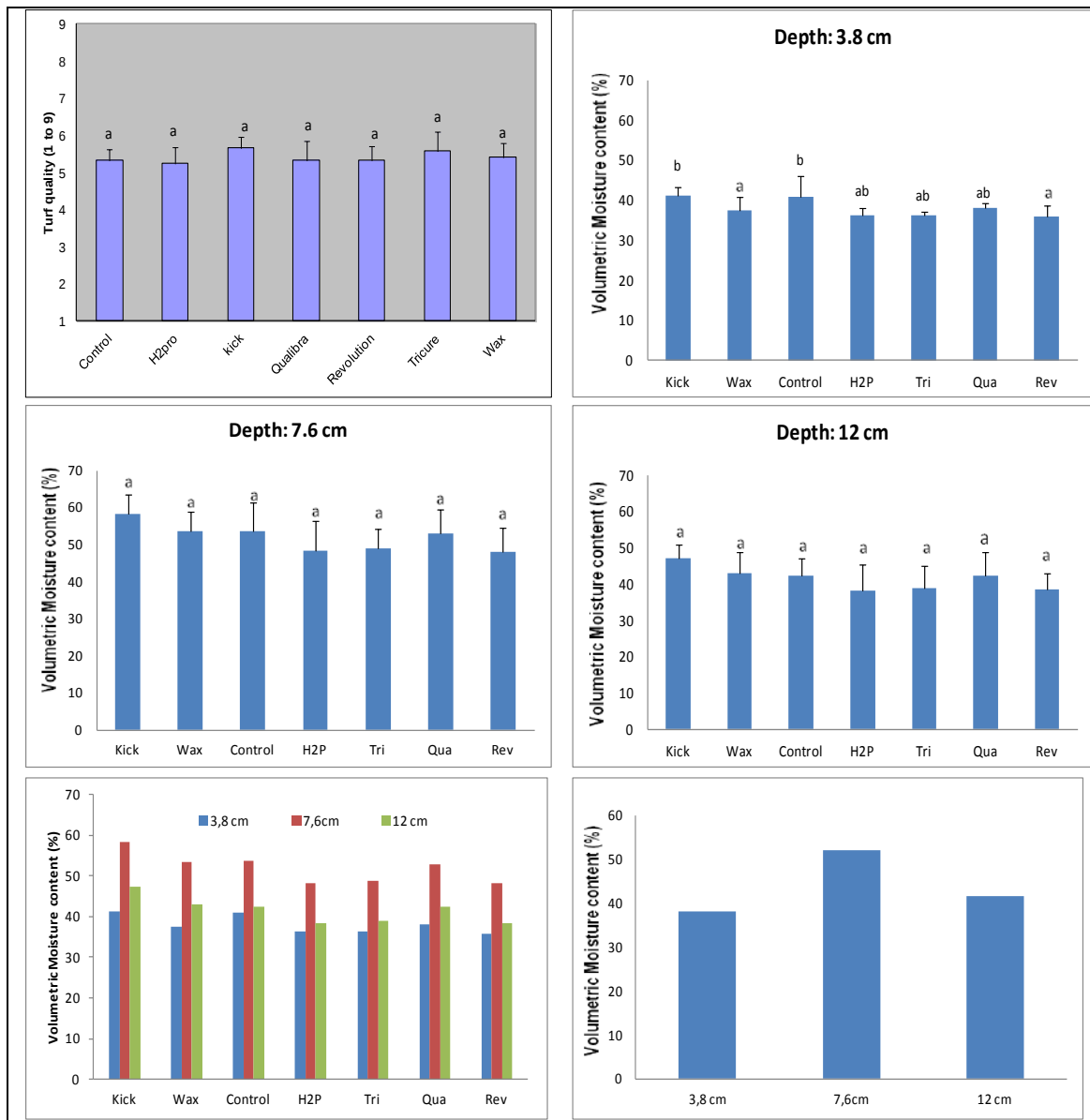


Figura 18: Resultados del campo de golf El Saler el 20 de junio de 2013.

En la misma fecha pero en el campo de golf de El Saler, la diferencia se detectó en relación al contenido de humedad del suelo a 3,8 cm, donde las parcelas no tratadas y las parcelas tratadas con **Kick** tenían más contenido de agua que las tratadas con **Revolution** y **WAX**.

Evaluación con fecha: 4 de julio de 2013

Campo de golf Escorpión

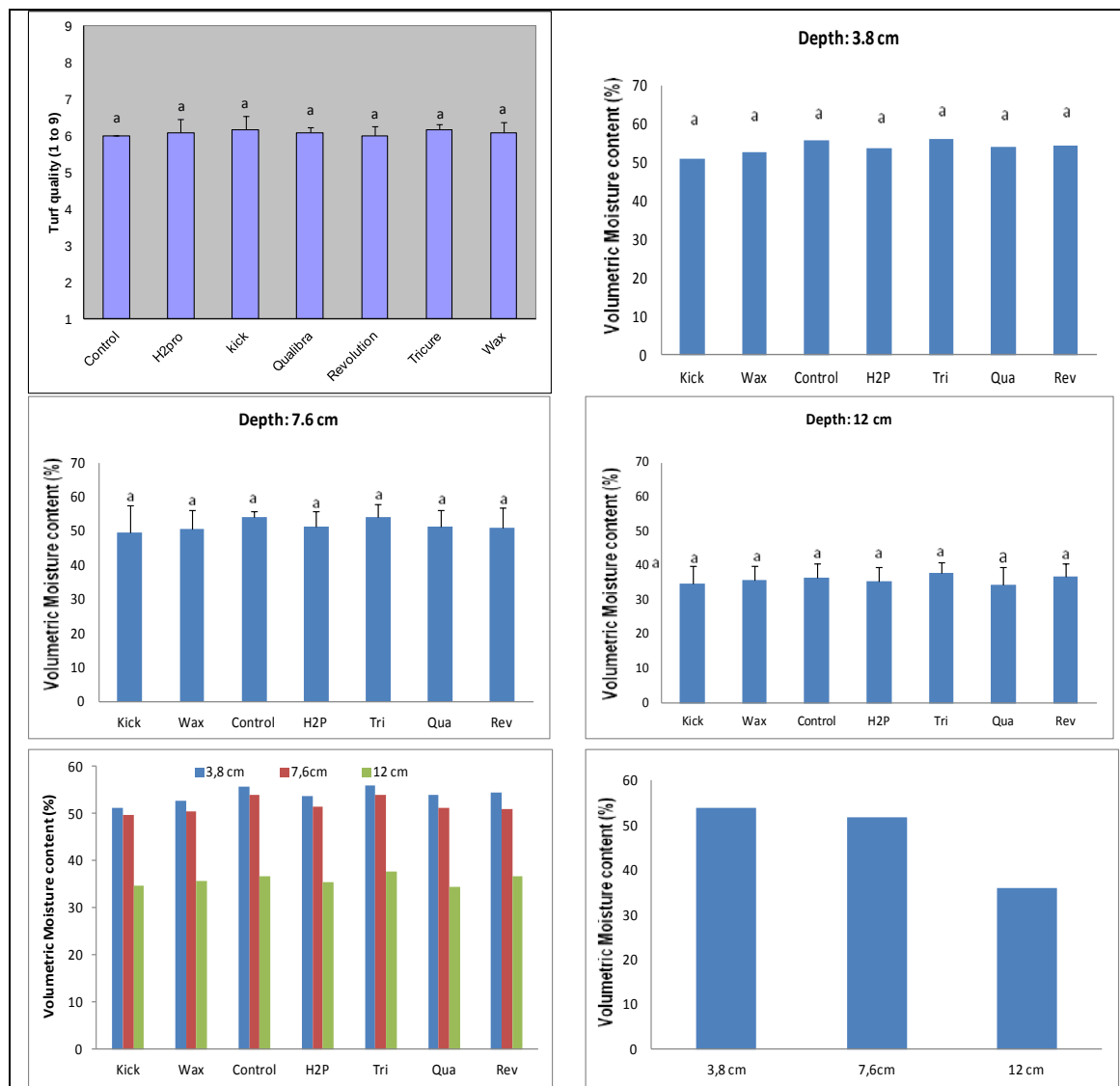


Figura 19: Resultados del campo de golf Escorpión el 4 de julio de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

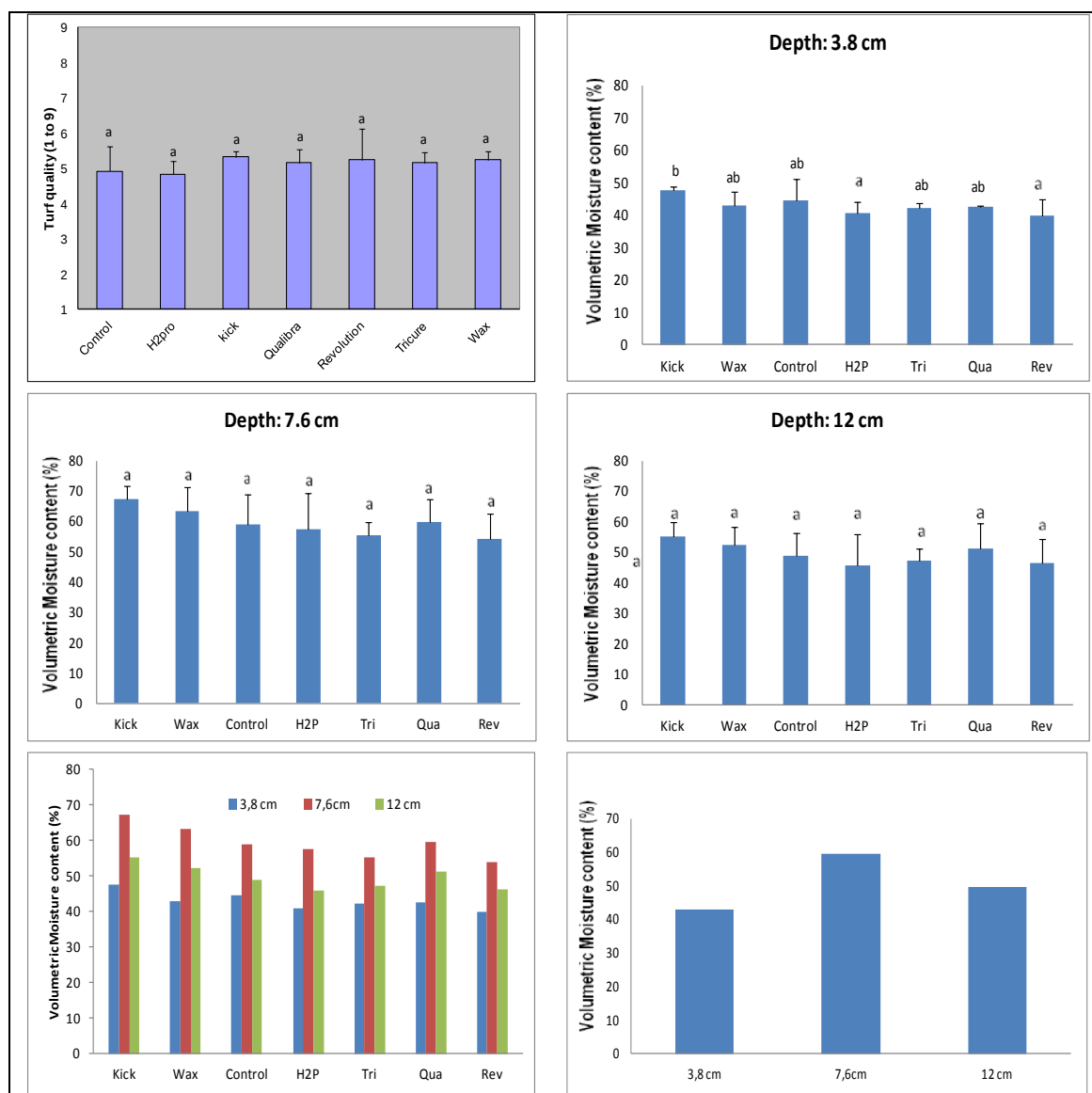


Figura 20: Resultados del campo de golf El Saler el 4 de julio de 2013.

En el campo de golf de El Saler, la única diferencia en esta fecha, fue en el contenido de humedad del suelo a 3,8 cm donde las parcelas tratadas con **Kick** tuvieron mayor contenido de agua que las tratados con **Revolution** y **H2O Pro**.

Evaluación con fecha: 18 de julio de 2013

Campo de golf Escorpión

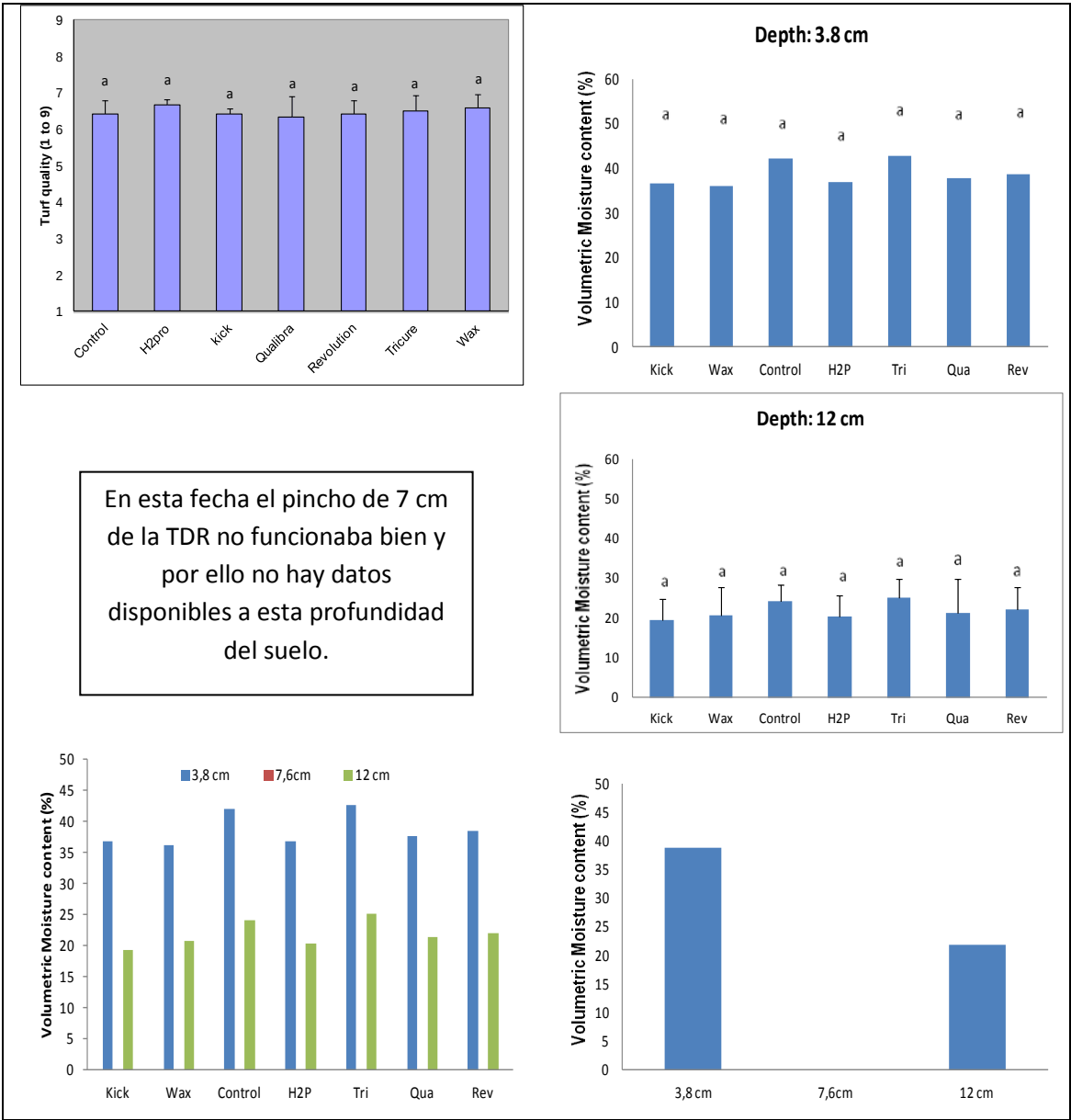


Figura 21: Resultados del campo de golf Escorpión el 18 de julio de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

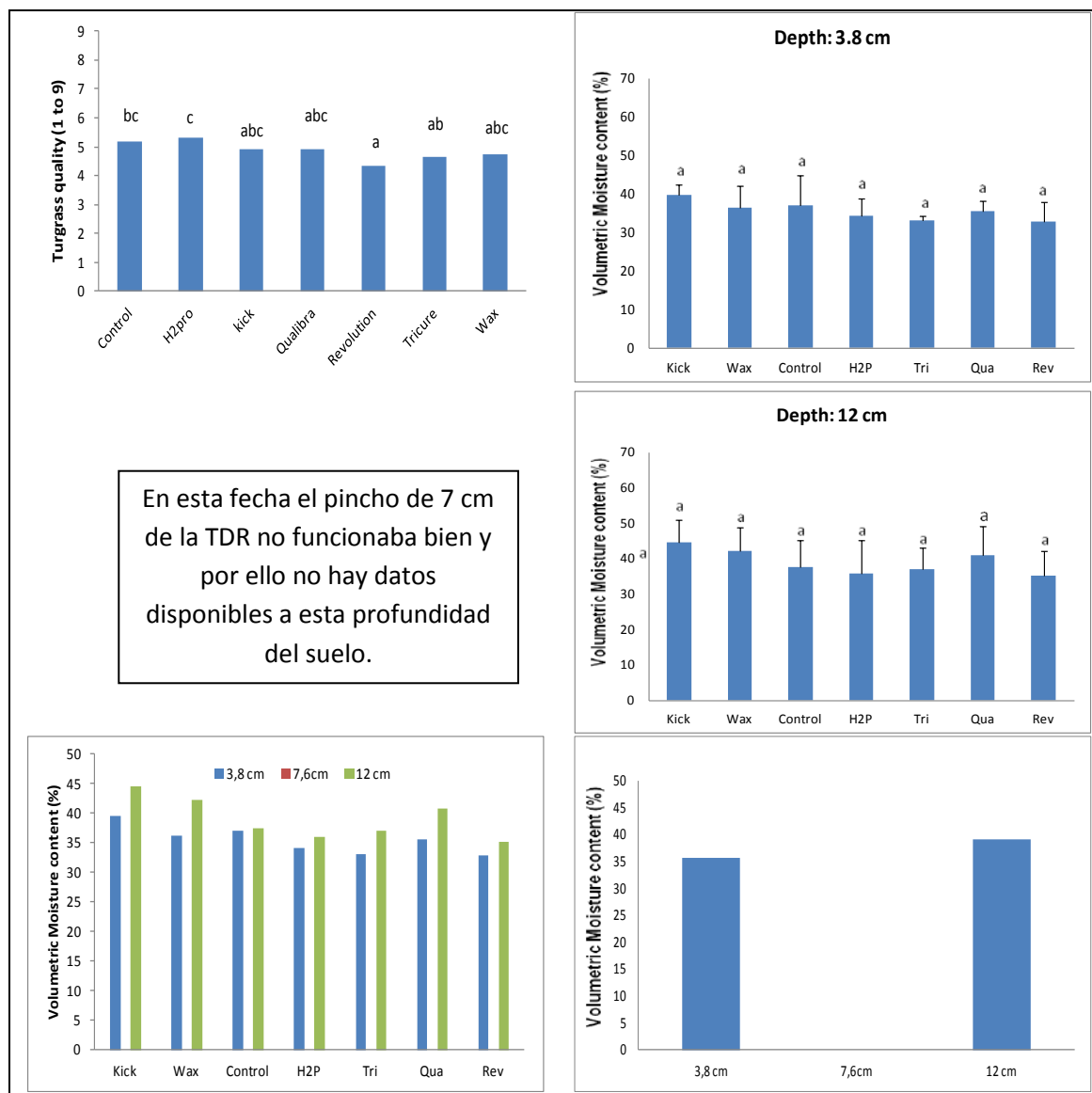


Figura 22: Resultados del campo de golf El Saler el 18 de julio de 2013.

Sin embargo, en El Saler, las parcelas tratadas con **H2O Pro** tenían mejor aspecto que las tratadas con **Revolution** y **Tricure**, incluso parcelas **Control** tenían mejor aspecto que las tratadas con **Revolution**.

Evaluación con fecha: 1 de agosto de 2013

Campo de golf Escorpión

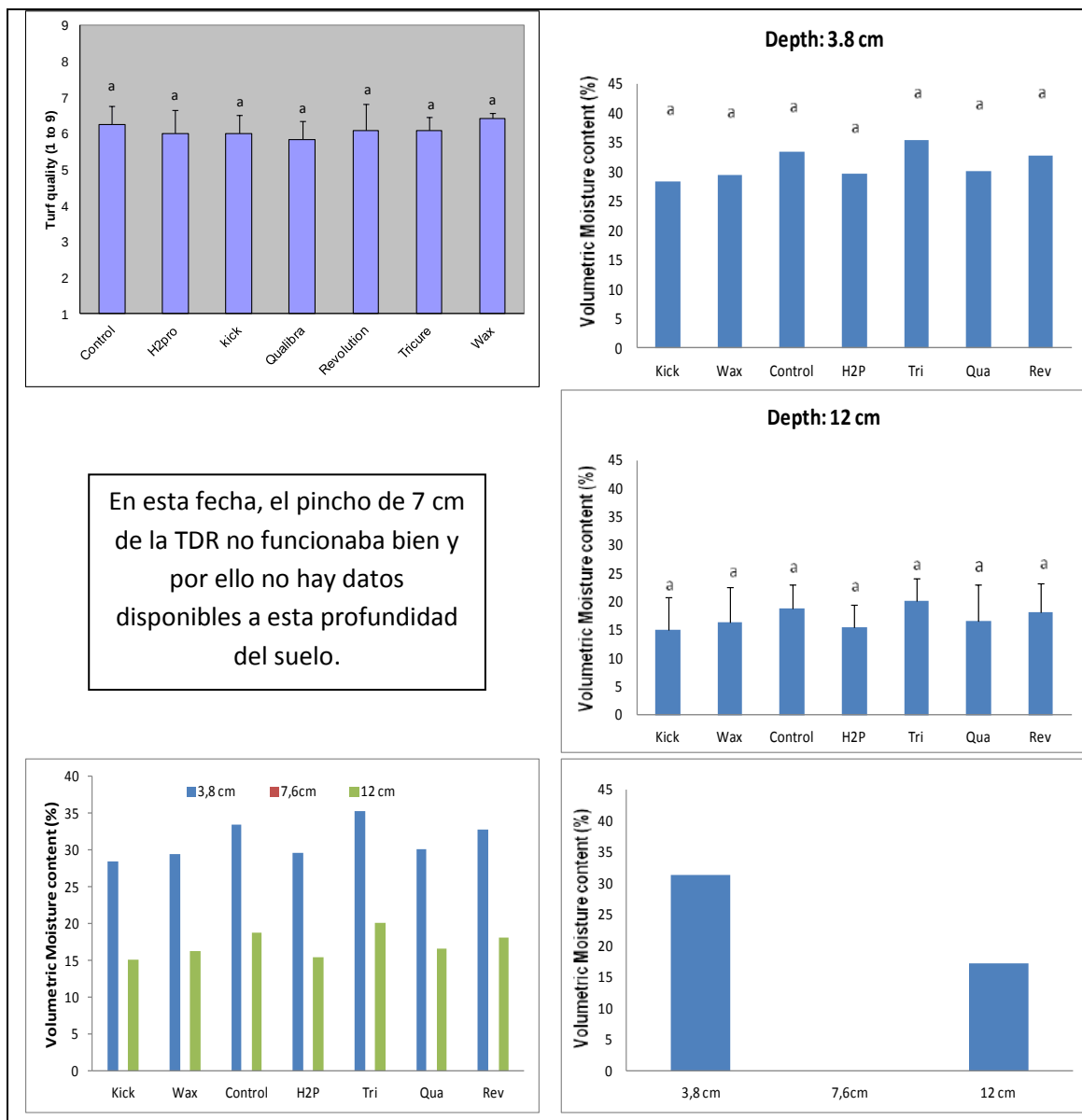


Figura 23: Resultados del campo de golf Escorpión el 1 de agosto de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

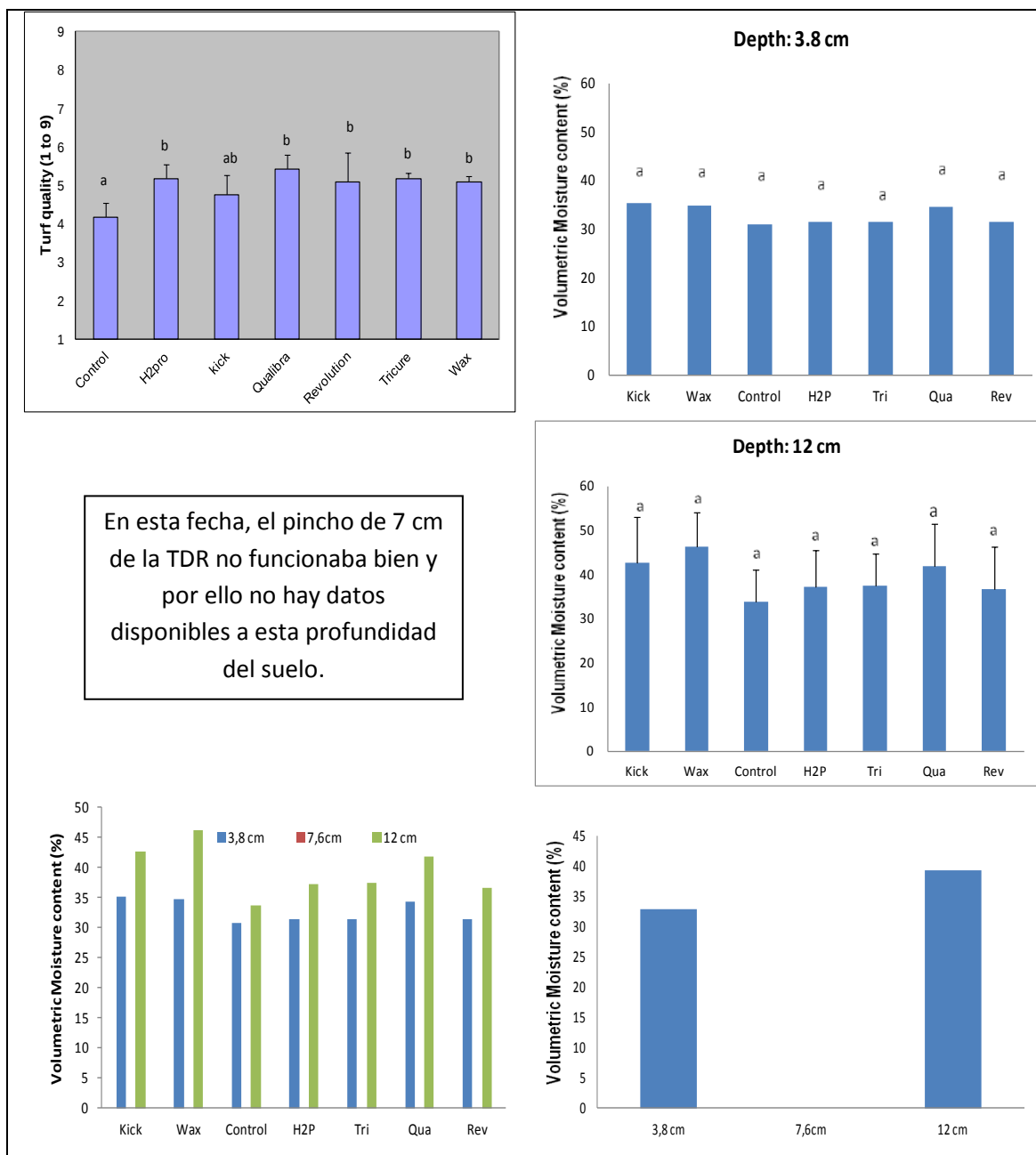


Figura 24: Resultados del campo de golf El Saler el 1 de agosto de 2013.

En esta fecha y campo de golf hubo diferencias en la calidad del césped: las parcelas no tratadas o **Control** tenían peor calidad que el resto de las tratadas con agentes humectantes, menos **Kick**, sobre todo por la presencia de manchas secas localizadas (LDS) por primera vez. Las parcelas no tratadas mostraron algunas zonas secas (Figura 25), más que las tratadas con agentes humectantes.

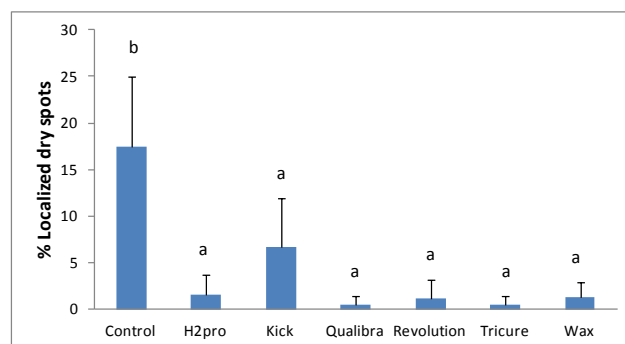


Figure 25: Incidencia de Manchas secas localizadas (LDS) en el campo de golf El Saler el 1 de agosto de 2013.

Evaluación con fecha: 20 de agosto de 2013

Campo de golf Escorpión

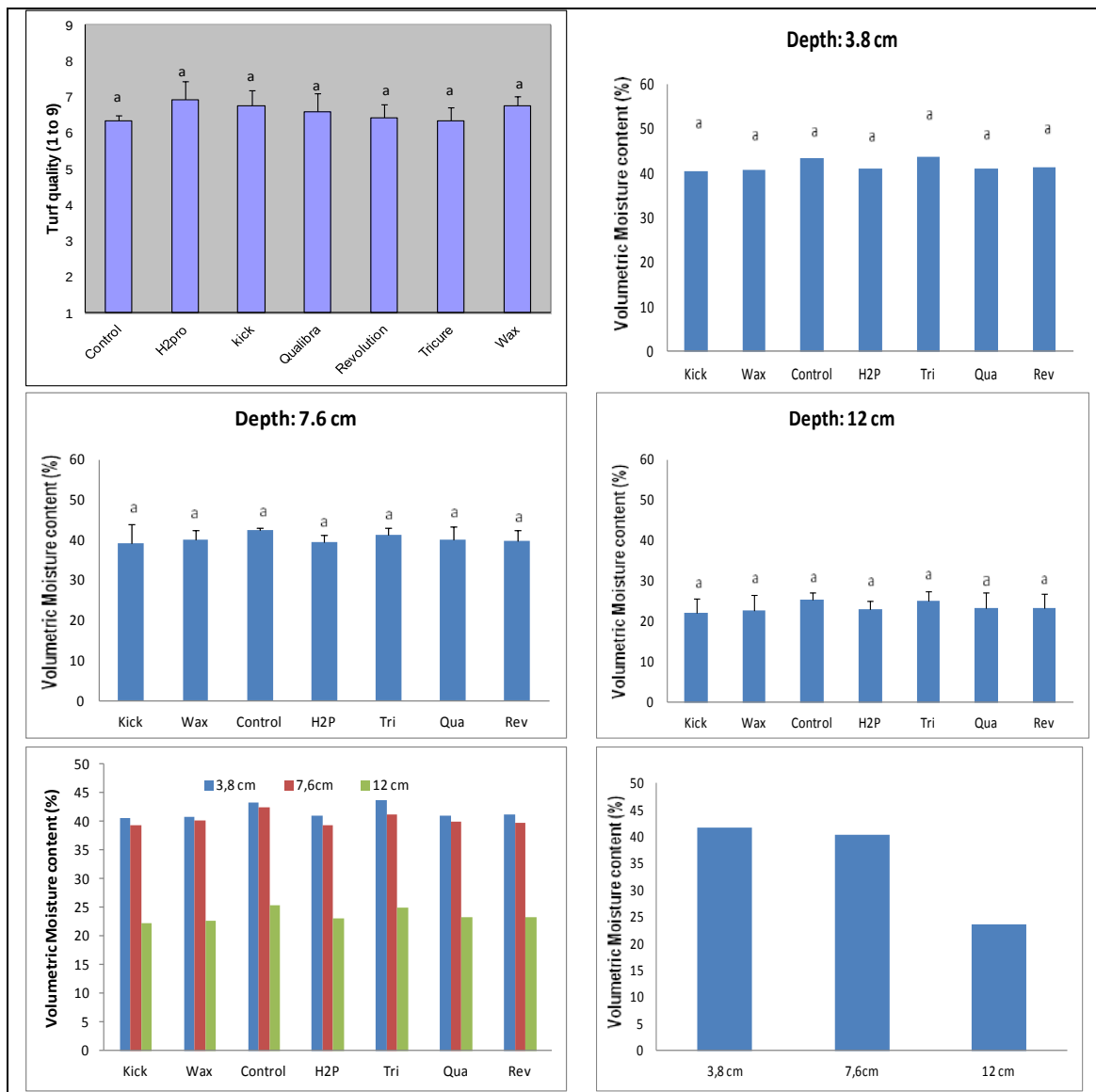


Figura 26: Resultados del campo de golf Escorpión el 20 de agosto de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

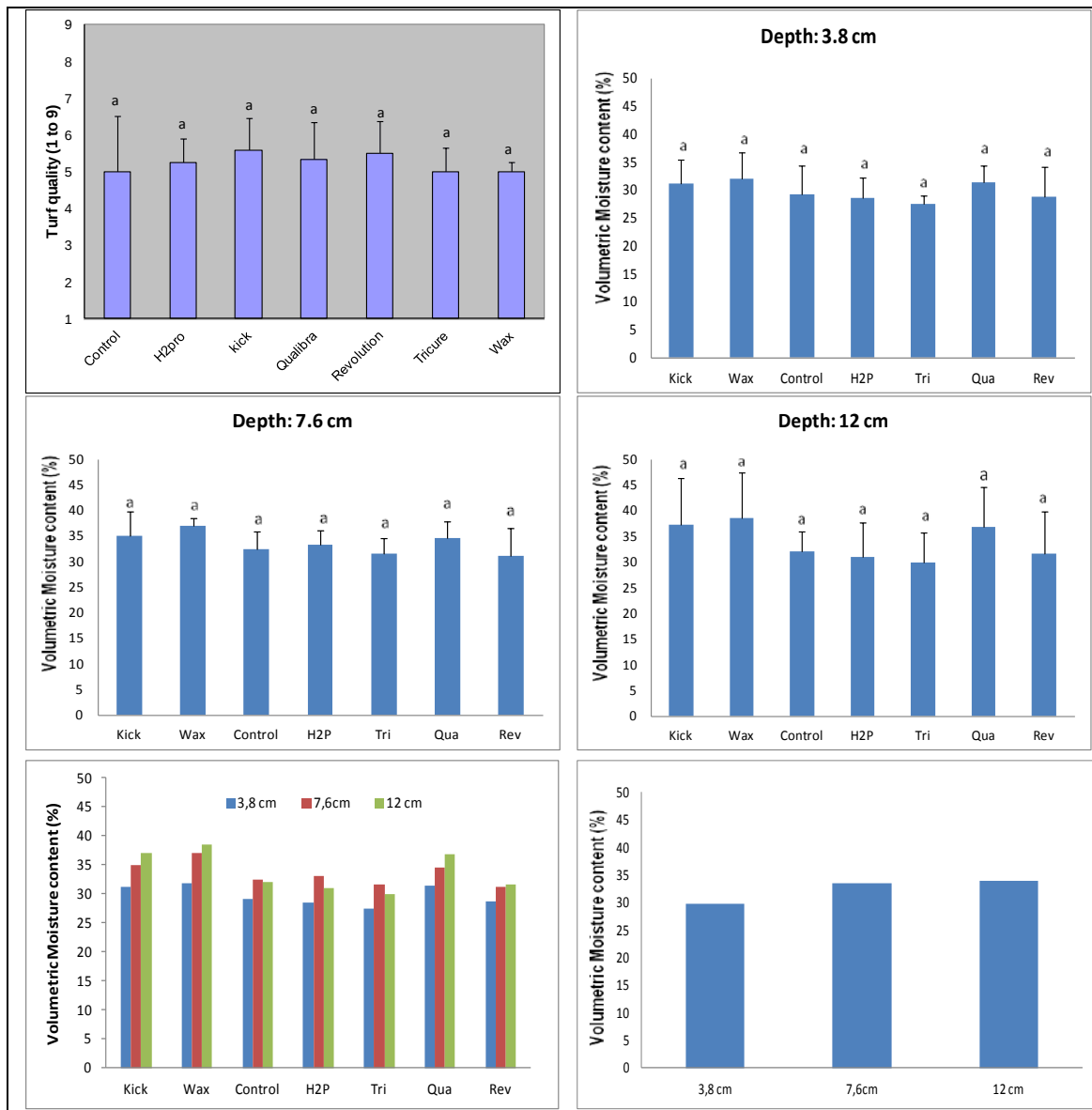


Figura 27: Resultados del campo de golf El Saler el 20 de agosto de 2013.

No se observaron diferencias en la calidad del césped y del contenido de humedad del suelo entre los tratamientos para esta fecha y campo de golf, pero sí que hubieron de nuevo manchas secas localizadas, siendo estadísticamente más abundantes en las parcelas **control** (Figura 28) que en las tratadas con los agentes humectantes.

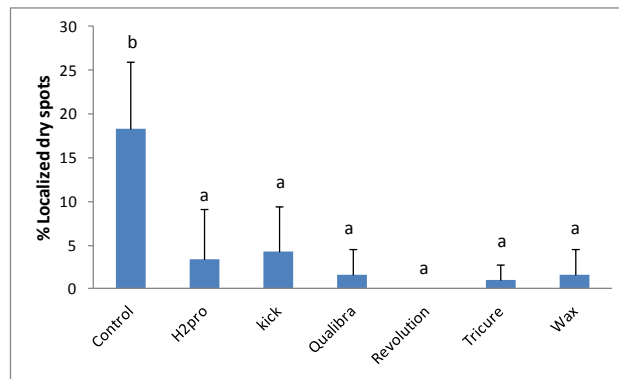


Figura 28: Incidencia de manchas secas localizadas (LDS) en El campo de golf El Saler el 20 de agosto de 2013.

Evaluación con fecha: 11 de septiembre de 2013

Campo de golf Escorpión

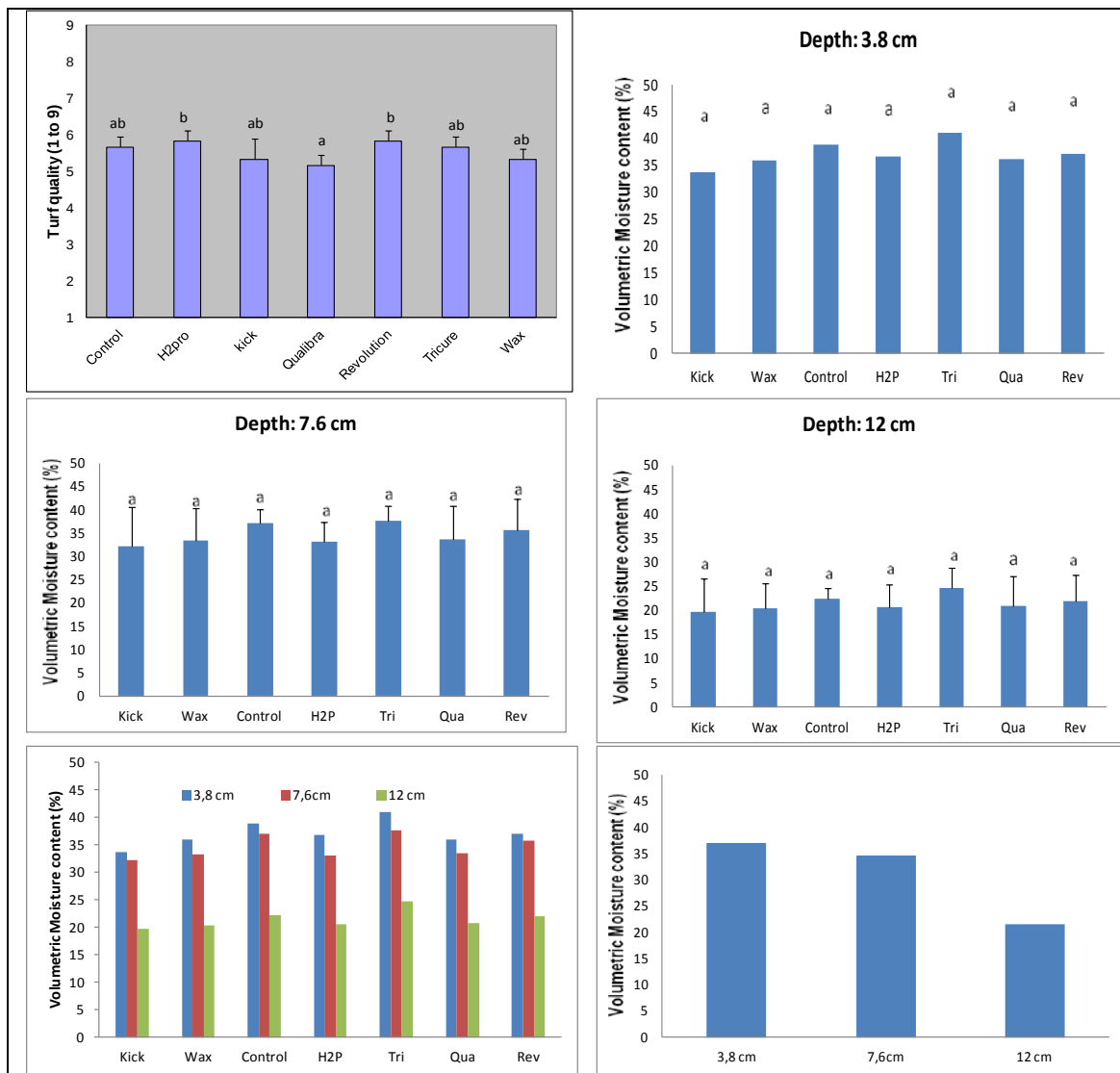


Figura 29: Resultados del campo de golf Escorpión el 11 de septiembre de 2013.

Hubo algunas diferencias entre tratamientos relacionadas con la calidad del césped: subparcelas tratadas con **Revolution** y **H2O Pro** tenían mejor aspecto que las parcelas tratadas con **Qualibra**. No hubieron diferencias en cuanto a humedad del suelo en cualquiera de las 3 profundidades muestreadas.

Campo de golf El Saler

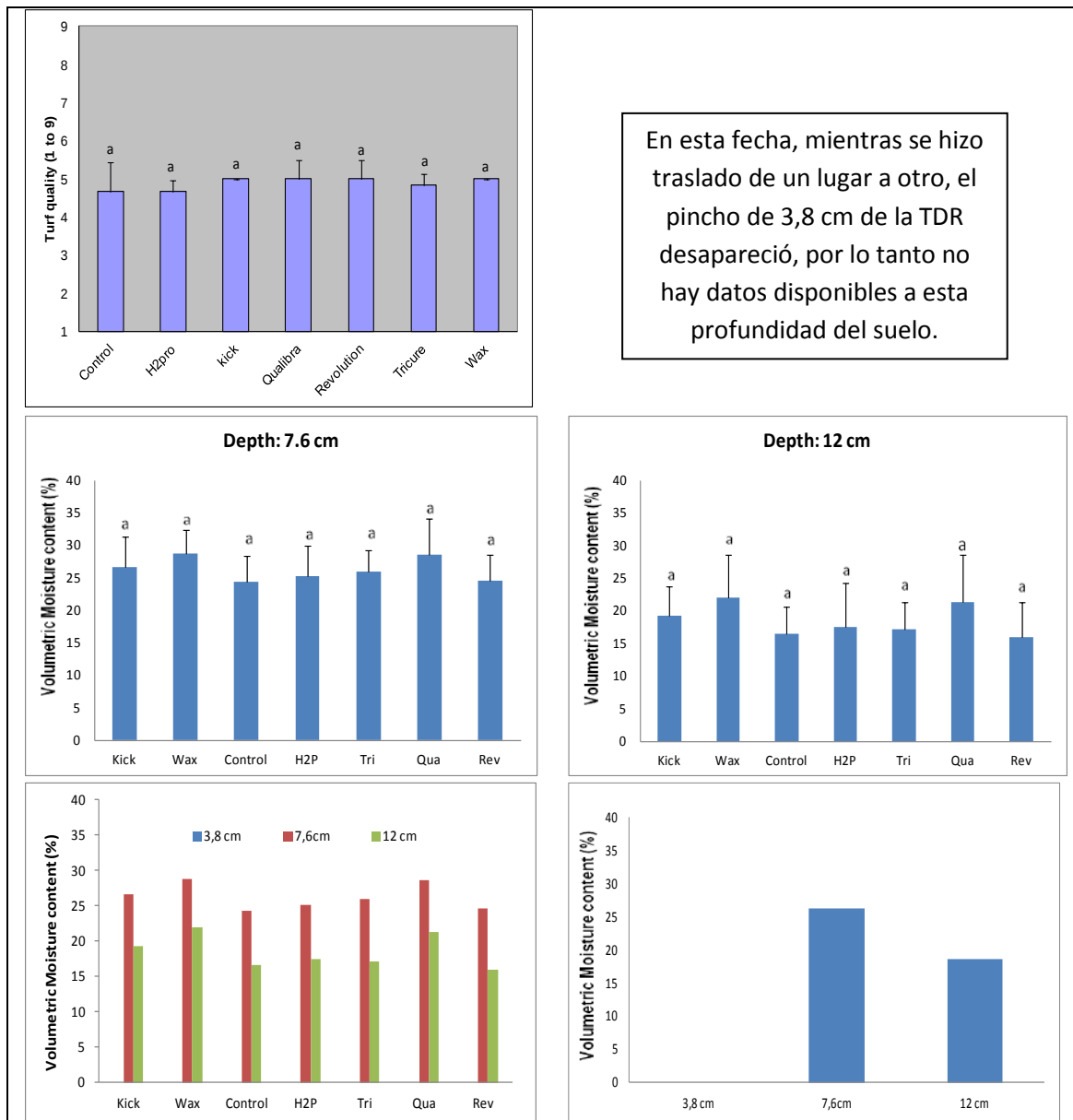


Figura 30: Resultados del campo de golf El Saler el 11 de septiembre de 2013.

No se observaron diferencias en la calidad del césped y del contenido de humedad del suelo entre los tratamientos para esta fecha y campo de golf. Sin embargo, volvieron a aparecer manchas secas localizadas (Figura 31), sobre todo en las parcelas no tratadas.

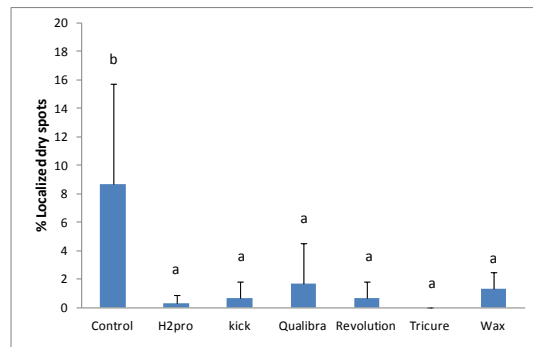


Figure 31: Incidencias de Manchas secas localizadas (LDS) en el campo de golf El Saler el 11 de Septiembre del 2013.

Evaluación con fecha: 26 de septiembre de 2013

Campo de golf Escorpión

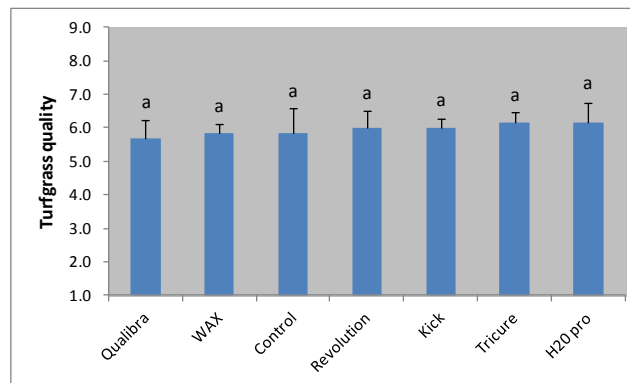


Figura 32: Aspecto general en el campo de golf Escorpión el 26 de septiembre de 2013.

No se observaron diferencias en la calidad del césped. No hay datos sobre el contenido de humedad del suelo, la nueva TDR no pudo cargar los datos.

Campo de golf El Saler

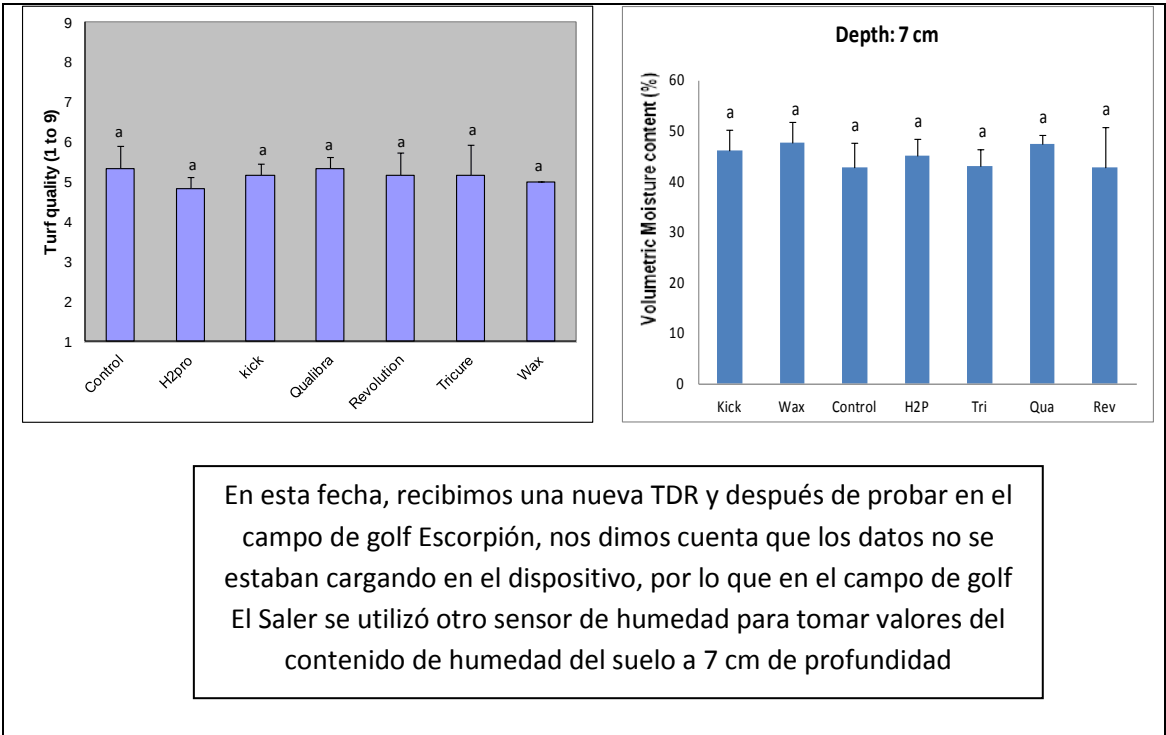


Figura 33: Resultados del campo de golf El Saler el 26 de septiembre de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Evaluación con fecha: 3 de octubre de 2013

Campo de golf Escorpión

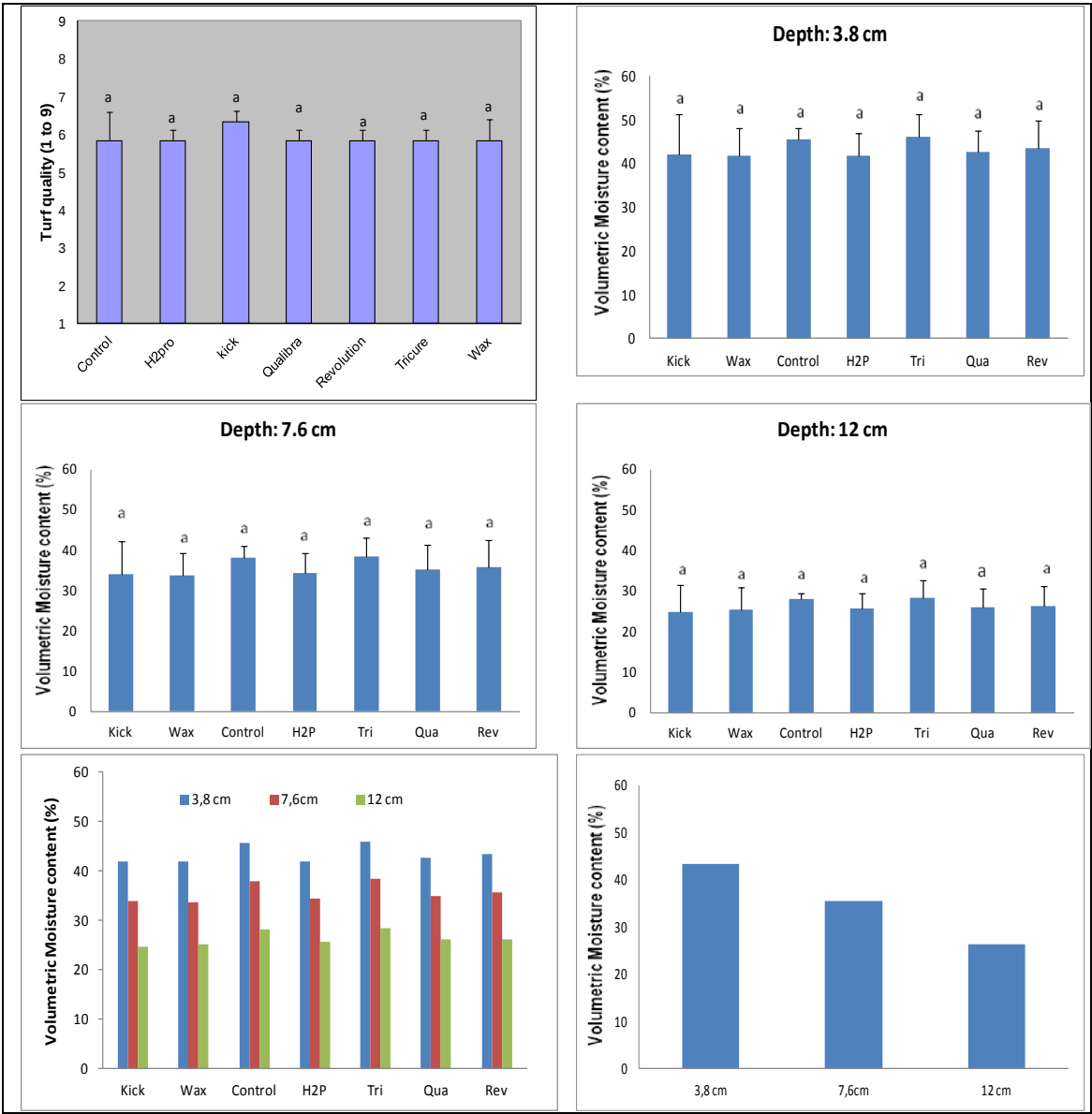


Figura 34: Resultados del campo de golf Escorpión el 3 de octubre de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

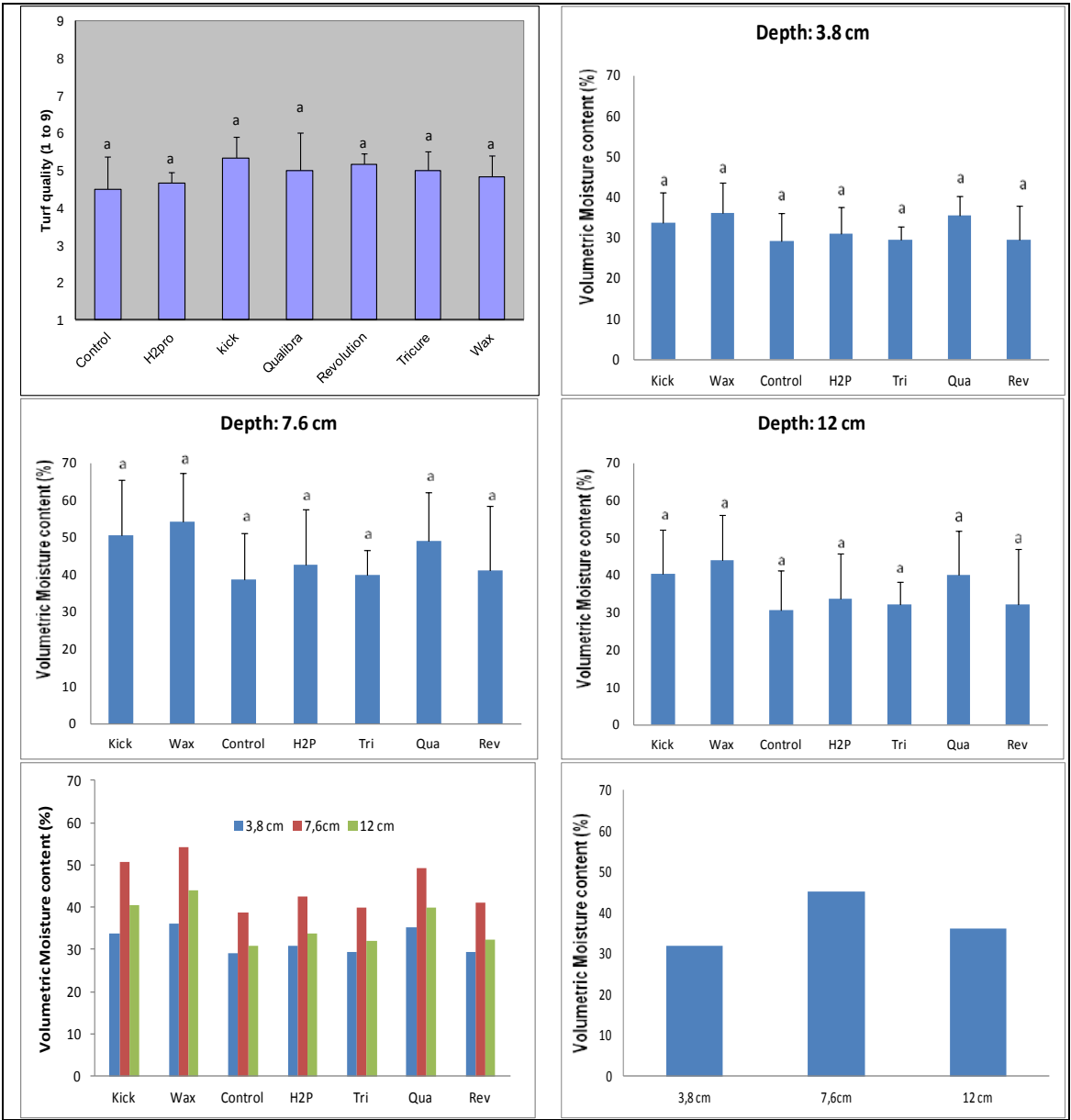


Figura 35: Resultados del campo de golf El Saler el 3 de octubre de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Evaluación con fecha: 16 de octubre de 2013

Campo de golf Escorpión

No hay datos disponibles del contenido en humedad en este campo de golf, el *green* experimental estaba siendo regado pocos minutos antes del muestreo y se decidió no muestrear.

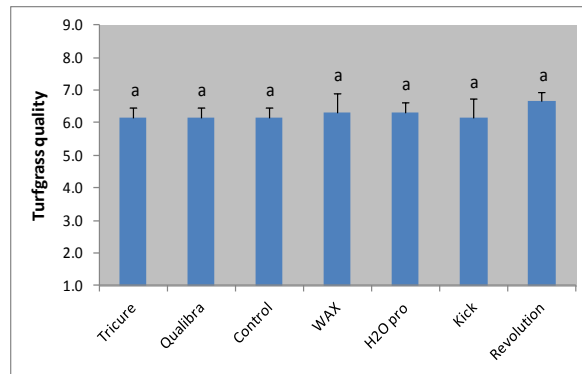


Figura 36: Aspecto general en el campo de golf Escorpión el 16 de octubre.

No hay diferencias en la calidad visual del césped.

Campo de golf El Saler

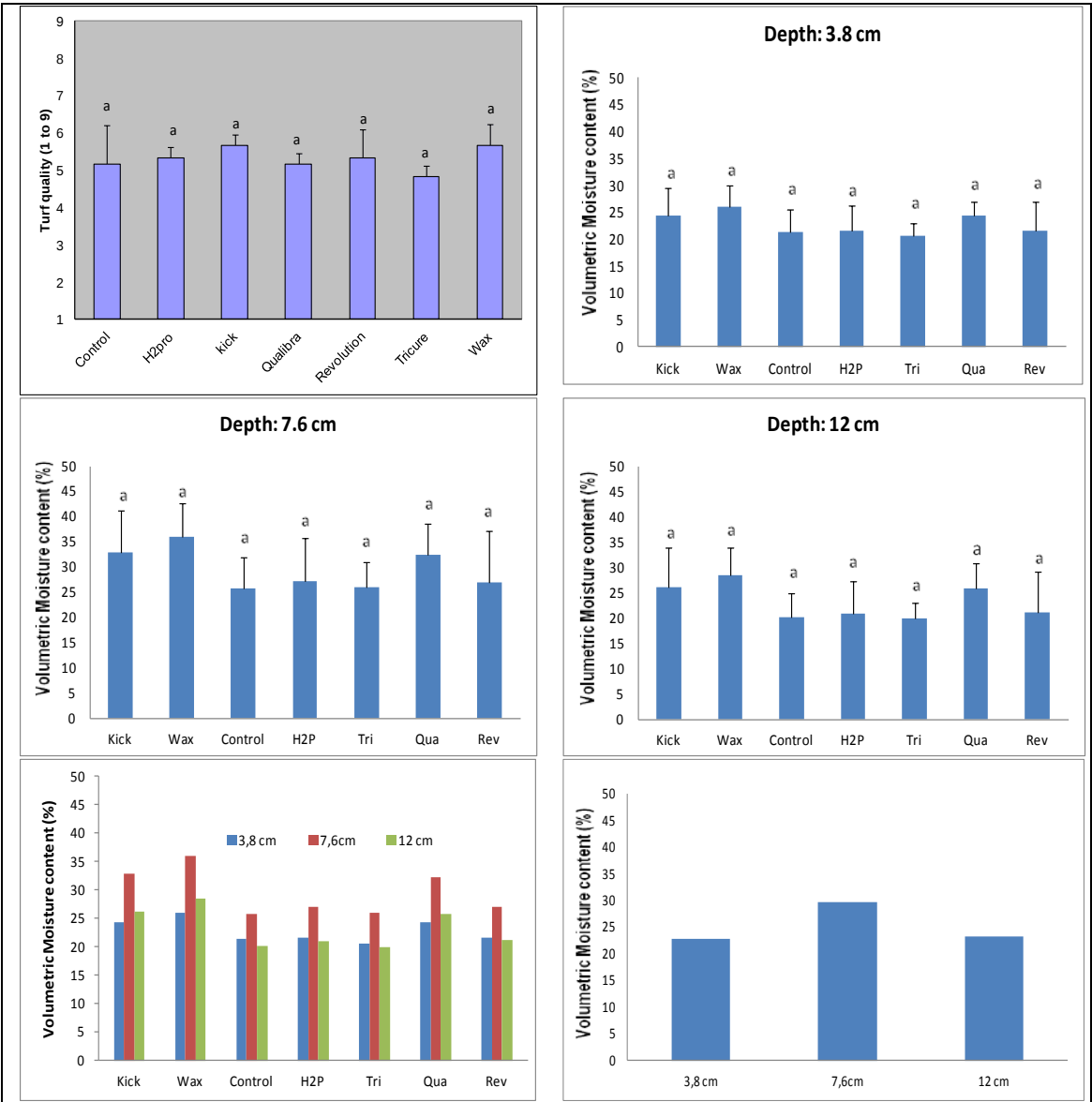


Figura 37: Resultados del campo de golf El Saler el 16 de octubre de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Evaluación con fecha: 30 de octubre de 2013

Campo de golf Escorpión

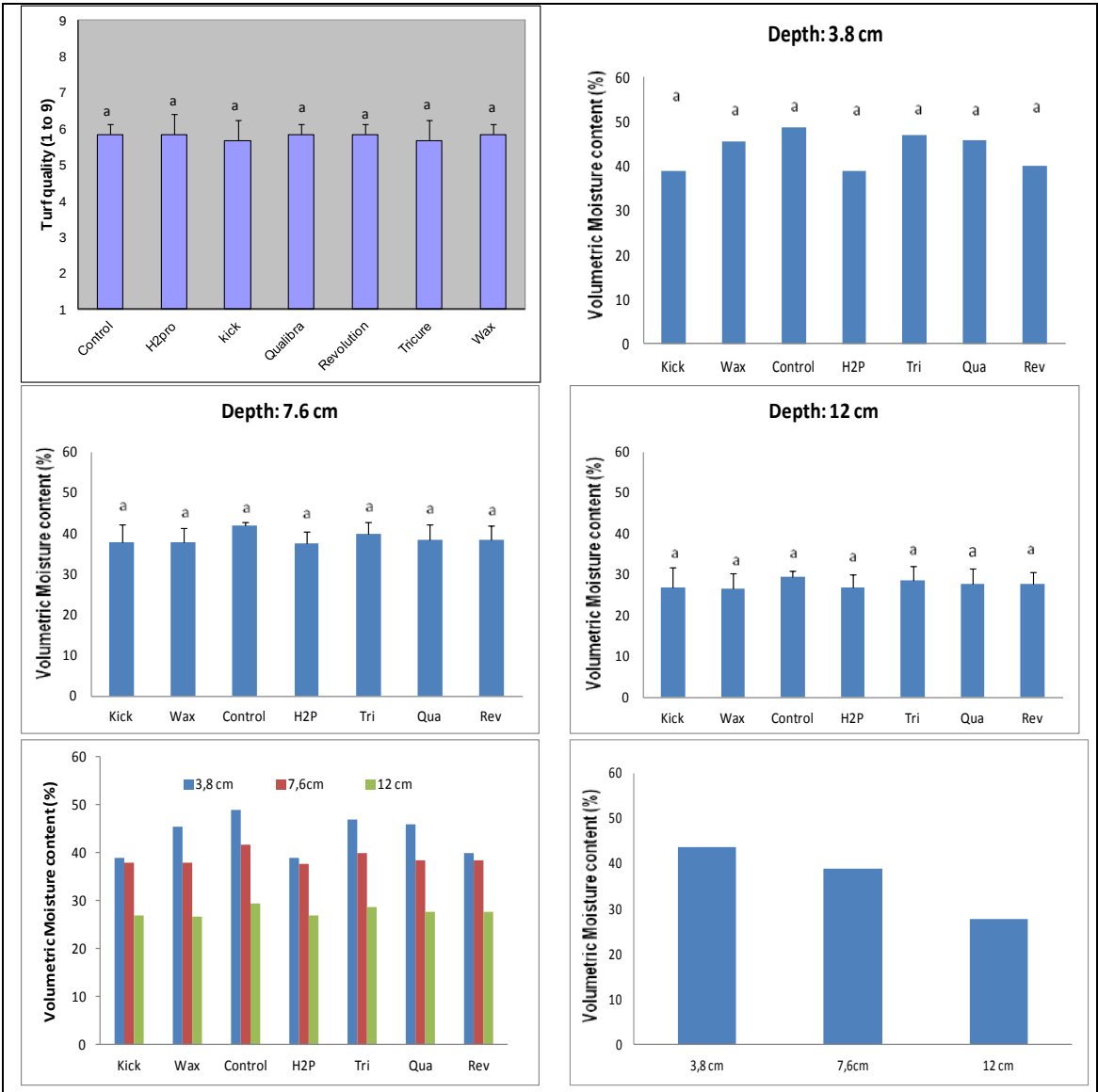


Figura 38: Resultados del campo de golf Escorpión el 30 de octubre de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.

Campo de golf El Saler

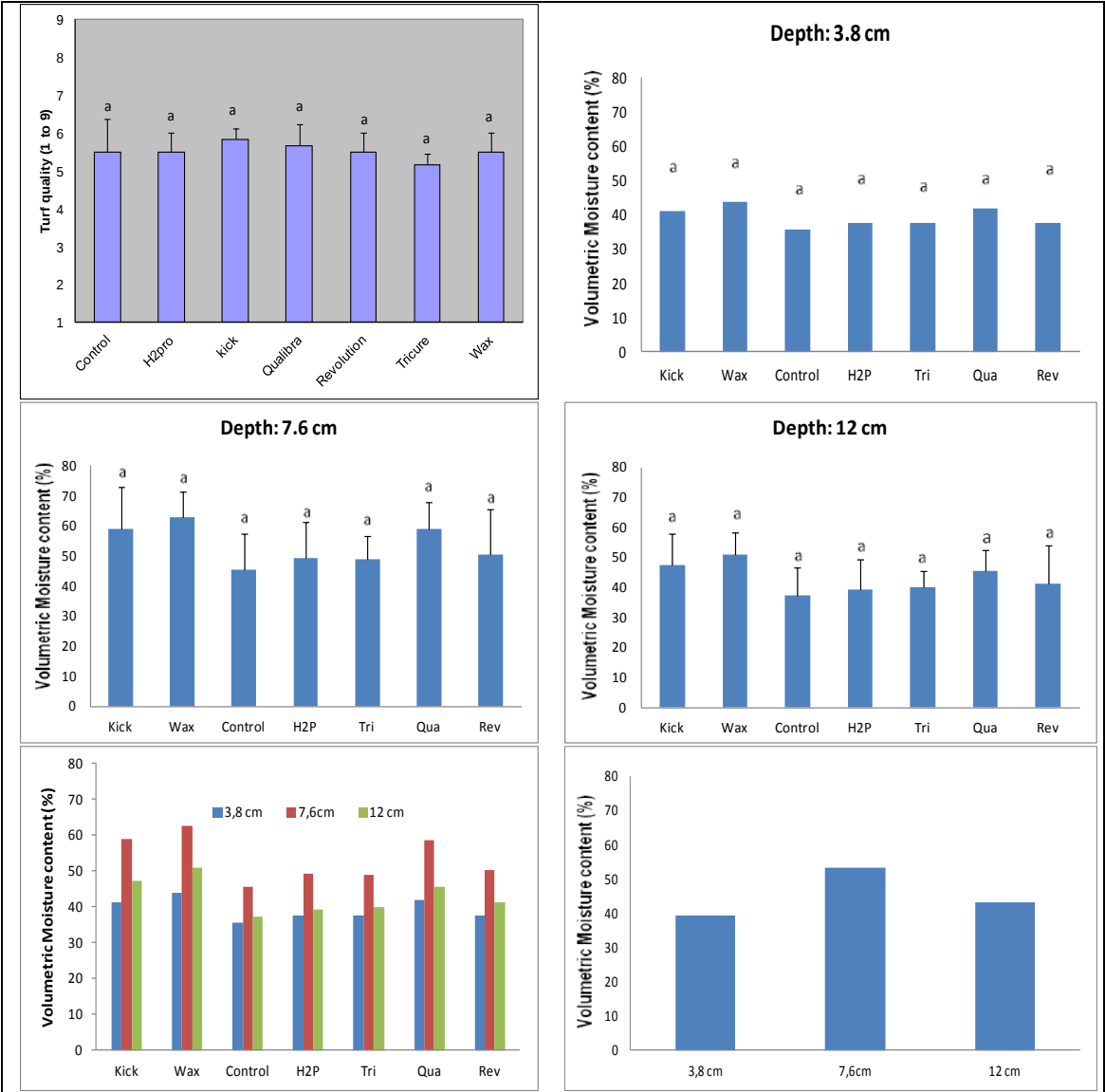


Figura 39: Resultados del campo de golf El Saler el 30 de octubre de 2013.

No se observan diferencias estadísticas entre tratamientos cualquiera que fuese el parámetro evaluado.