

**DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TO APPLY ZOOMETRIA IN BOVINE
CATTLE****DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA APLICAR ZOOMETRIA EN
BOVINOS**

Ing. Julián Picón Rincón*, Esp. Cesar Augusto Uron Castro,
MSc. Alveiro Rosado Gómez***

***Universidad Francisco de Paula Santander - Sede Ocaña.**
Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería de Sistemas.
Email: japiconr@ufpso.edu.co

**** Universidad Francisco de Paula Santander – Sede Ocaña.**
Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación GIADS.
Email: cauronc@ufpso.edu.co

Abstract: The production of native or creole breeds in all geographical areas of Colombia have in common, the search for better meat and milk production in the tropics, but to do this, cattle production has to adapt technological concepts that allows to potentiate the Maximum of the animals' quality to face the environmental conditions that will require most biological strength. The selection, evaluation and judgment should be supported in all the resources necessary to be successful. This paper shows how using agile methods, a software for zoometry that supports the process of making zootechnical decisions was built allowing improved the production in bovine cattle, becoming a technological alternative for taking animal's measure instead the photogrammetry.

Keywords: Animal genetics, zoometry linear evaluation, selection, trial, appellate.

Resumen: La producción de razas criollas o nativas en toda las áreas geográficas de Colombia tienen en común, la búsqueda por mejorar la producción de carne y leche en el trópico, pero para lograrlo la producción bovina tiene que adaptar conceptos tecnológicos que le permitan potencializar al máximo la calidad de los animales para enfrentarse a unas condiciones ambientales que le van a exigir su mayor fortaleza biológica. La selección, la evaluación y el juzgamiento se deben apoyar en todos los recursos necesarios para que sea exitosa. Este trabajo muestra como por medio de métodos ágiles, se construyó un software para zoometría que apoya el proceso de toma de decisiones zootécnicas, permitiendo mejorar la producción de razas bovinas, convirtiéndose en una alternativa tecnológica para la toma de medidas animales que la fotogrametría.

Palabras clave: Zoogenética, zoometría, evaluación lineal, selección, juzgamiento, alzada.

1. INTRODUCCIÓN

El continuo desarrollo de la producción animal, específicamente la bovina, ha creado la necesidad de explorar nuevos campos tecnológicos para

mejorar los procesos de selección y juzgamiento que apoyen los procedimientos de mejoramiento genérico animal. Para el caso particular de la Universidad Francisco de Paula Santander de

Ocaña (UFPSO) se han desarrollado avances interesantes desde el orden de la producción bovina, una de ellas es la importancia de un núcleo de Zoogenética nativa Blanco Orejinegro, con el fin de fomentar el cuidado de esta raza criolla y a la vez aprovechar desde el orden de la resistencia, la adaptación, la rusticidad, longevidad y natalidad. Estas fortalezas adquiridas en más de 500 años de adaptación al trópico, se usan en el mejoramiento animal, creando un animal más amigables con el medio ambiente y específicamente productivo ante el aumento continuo de calentamiento global (Salamanca & Granados, 2013).

La tecnología como elemento contribuyente en el desarrollo rural no es nuevo, Rico & Belga (2002) al igual que Melvil & Bunt (2012), manifiestan que desde hace varias décadas se busca vincular infraestructura tecnológica en el área rural, con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas y aumentar la producción agropecuaria. Con la implantación de dispositivos electrónicos en las granjas se puede monitorear y controlar permanente la evolución tanto de cultivos como de los animales que la habitan (Jiménez López *et al.*, 2012). El uso de tecnología en esta área utiliza diferentes tipos de mediciones para mejorar la producción, una forma consiste en implementar sensores inalámbricos que estén permanentemente monitoreando diferentes elementos presentes en cada hábitat (Mainwaring, Culler, Polastre, Szewczyk, & Anderson, 2002). Los datos que se recolectan por diferentes técnicas de medición, pueden utilizarse en la predicción del mejoramiento genético (Skrobanek, *et al.*, 2012) o en buscar el mejor método de análisis numérico que brinde elementos de juicio para soportar las decisiones que se tomen en función de mejorar la producción en el sector agropecuario (Bahamonde, *et al.*, 2004).

Si bien ya está demostrado que el trabajo de medición animal, apoyado en tecnología de captura de imagen arroja resultados semejantes a los hechos de forma manual (Tasdemir, *et al.*, 2008), estas técnicas determinan su éxito en los recursos y métodos empleados en el momento de tomar la imagen; aspectos como la iluminación, la posición del animal, la distancia del dispositivo, determinan la calidad de la captura (Hawkins, *et al.*, 2001), lo cual sugiere un proceso estricto y riguroso que garantice las tomas con resultados más cercanos a la realidad.

Pero para que todo esto sea posible, es necesario hacer una selección muy minuciosa, escogiendo los mejores ejemplares que harán parte de este proceso de mejoramiento bovino, el desarrollo de la producción animal con la utilización de la zoometría, la cual define cómo medir un animal desde su estructura externa, pudiendo hacer algunos tipos de diagnóstico y análisis del animal evaluado convirtiéndose en un resultado subjetivo dependiendo del criterio del evaluador.

Esta investigación proporciona una herramienta tecnológica para acortar notablemente la subjetividad de la decisión, pues por medio de dicha aplicación se captura, compara y estandariza un lote de animales, determinando cuál de estos mejora genéticamente las debilidades presentes en la generación actual.

El apoyo visual enmarcado en la fotografía y en todas las aplicaciones del dispositivo, permiten mirar con ojo crítico los diferentes ángulos del animal en estudio, los conceptos biológicos generalmente tan cambiantes en el ámbito de la genética y la producción, se soportan en éstas herramientas tecnológicas (Salazar, *et al.*, 2012); además de ser una ayuda muy práctica y dinámica brinda unos preconceptos, para soportar el juzgamiento acertado que mejore parámetros zootécnicos, bitácora de éxito en la producción animal.

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto de investigación se empleó la metodología ágil programación extrema (XP, por sus siglas en inglés), que define ciertas técnicas y buenas prácticas aplicadas a la ingeniería de software para desarrollar sistemas de manera simple y ligera (o ágil), relacionadas con tener una gran interacción con el cliente y contar con su colaboración en todo el proceso.

La realización de entregas parciales y funcionales de la aplicación, y la generación de poca documentación; características cuya funcionalidad principal es la de obtener una respuesta efectiva al cambio y está conformada por las etapas de planeación, diseño, codificación y pruebas (Kenneth E. Kendall, 2005). A continuación se describe el alcance de cada etapa y las actividades y artefactos que se desarrollaron en cada una de ellas.

2.1 Planeación

Al iniciar el proyecto, se realizaron ciertas reuniones de definición, en las cuales se hizo una explicación del proceso global de zoometría, la definición de requerimientos y la identificación de los animales para ser utilizados en la toma de las medidas para alimentar el sistema, escogiendo la Zoogenética nativa Blanco Orejinegro (Pressman, 2010).

Se realizaron en total dos (2) planeaciones para el desarrollo del proyecto, en la que participaron de los roles cliente, entrenador y el programador, en donde se crearon trece (13) historias de usuario (Wells, 1999), que son notas breves y concisas, con un título en la parte superior y una descripción corta, con requerimientos y aspectos a desarrollar en la aplicación (Cohn, 2004). También fueron creados dos (2) planes de iteración por cada planeación realizada, en la que se relaciona el número de la entrega y la fecha en que se hará efectiva, además de relacionar cada historia con el número de la entrega (Sommerville, 2005). Las figuras 1 y 2 muestran las entregas con respecto a las historias de usuario.

Plan de Iteraciones		
Software para hacer Zoometría en Ganado Blanco Orejinegro para la UFPSO		
Fecha de Reunión de Planificación:	19.02.2013	
Nombre de Documentador:	Julian Andrés Picón Rincón	
Nº Entregas	3	
Tiempo Estimado de Desarrollo	~1 mes	
Relación entre el número de entregas y fechas		
Nº Entrega	Fecha	
1	15.03.2013 (~2 semanas)	
2	22.03.2013 (~1 semana)	
3	29.03.2013 (~1 semana)	
Historias de Usuario a Implementar en la Entrega		
Nº Historia	Título	Nº Entrega
1	Parametrizar Ganado BON	1
2	Analizar Ganado BON	2
3	Agregar funcionalidad para las imágenes y las medidas	3

Fig. 1. Plan de iteración de la primera planeación
(Adaptado de Universidad Técnica Federico Santa María)

Plan de Iteraciones		
Software para hacer Zoometría en Ganado Blanco Orejinegro para la UFPSO		
Fecha de Reunión de Planificación:	19.02.2013	
Nombre de Documentador:	Julian Andrés Picón Rincón	
Nº Entregas	4	
Tiempo Estimado de Desarrollo	~2 meses y medio	
Relación entre el número de entregas y fechas		
Nº Entrega	Fecha	
4	12.04.2013 (~2 semanas)	
5	03.05.2013 (~3 semanas)	
6	07.04.2014 (~3 semanas)	
7	28.07.2014 (~2 semanas)	
Historias de Usuario a Implementar en la Entrega		
Nº Historia	Título	Nº Entrega
4	Mejorar apariencia visual	4
5	Permitir creaciones de nuevas parametrizaciones	4
6	Agregar funcionalidad de crear proyectos	5
7	Permitir crear animales a analizar dentro de proyectos	5
8	Agregar funcionalidad de asignación de medidas para cada uno de los animales de los proyectos	5
9	Visualizar tabla explicativa de las variaciones de color	5
10	Mejorar la resolución de las imágenes	6
11	Permitir diferentes formatos de exportación de las imágenes	6
12	Generar reportes	7
13	Generar manuales	7

Fig. 2. Plan de iteración de la segunda planeación
(adaptado de Universidad Técnica Federico Santa María)

2.2 Diseño

Luego de tener las historias de usuario, se diseñaron ocho (8) tarjetas Clase – Responsabilidad – Colaborador (CRC), las cuales fueron creadas y actualizadas en diferentes momentos e iteraciones del proyecto, divididas en tres partes; la primera de ellas contiene el nombre de la clase, la segunda las responsabilidades que esta tiene en relación a sus obligaciones y métodos de negocio, y la tercera está relacionada a los colaboradores, es decir la relación que debe tener con otras clases para proveer una completa solución a sus funcionalidades representando una técnica informal orientada a objetos (Hemrajani, 2006). En La fig. 3, se puede observar la relación entre historias de usuario, tarjetas CRC y la iteración en que van a ser liberadas.

Tarjetas CRC							
	CR001	CR002	CR003	CR004	CR005	CR006	CR007
Historias de Usuario							
HU001							1
HU002							2
HU003							3
HU004							4
HU005							4
HU006							5
HU007							5
HU008							5
HU009							6
HU010							6
HU011							7
HU012							7
HU013							7

Fig. 3. Relación entre las Tarjetas CRC y las Historias de Usuario

2.3 Codificación

Esta etapa se abarcó todo el proceso de programación de cada uno de los requerimientos planteados y la integración continua de cada una de las entregas parciales desarrolladas en cada iteración. Se usó el lenguaje de programación Java en su edición siete (JSE 7), aplicando los conceptos y paradigmas la programación orientado a objetos (Rojas, *et al.*, 2012).

La aplicación se desarrolló siguiendo una arquitectura en capas (Rojas Contreras, *et al.*, 2012), distribuyendo los componentes que hacen parte de los elementos visuales con que el usuario interactúa (capa de interfaz de usuario), las reglas del negocio que se deben cumplir (capa lógica del negocio) y lo relacionado a el almacenamiento y recuperación de la información (capa de persistencia) en diferentes capas respectivamente (Larman, 2002). La figura 4, muestra cómo están distribuidos los diferentes paquetes del aplicativo. Se utilizaron Objetos de Transferencia de Datos (DTO, por sus siglas en inglés), los cuales al cumplir su función de transporte serializado de datos, debe comunicarse con todas las capas. Para la administración de la persistencia, se utilizó objetos de acceso a datos (DAO, por sus siglas en

ingles), los cuales realizan todas las transacciones sobre los datos (Elliott, *et al.*, 2008).



Fig. 4. Vista por capas de la aplicación

2.4 Pruebas

Por cada una de las iteraciones realizadas en la etapa de codificación, se detectaban los trozos de códigos más críticos a probar para posteriormente hacer validar su correcto funcionamiento (Pressman, 2010), haciendo uso de la herramienta de pruebas unitarias JUnit en su versión 4, que es un *framework* Java que permite generar un entorno de pruebas automatizadas (Sommerville, 2005). Así mismo se desarrolló una prueba de aceptación al finalizar el proyecto, para determinar el grado de calidad del software desde la perspectiva del usuario experto, con el propósito de demostrar el cumplimiento de los requisitos que se plantearon y el alcance del comportamiento esperado, representado por una encuesta realizada al usuario experto, que es quien tiene el conocimiento y puede validar la aplicación, en la que se consiguió en general una calificación sobresaliente de la aplicación, cumpliendo así con cada uno de los objetivos y requerimientos planteados (Bennett, McRobb, & Farmer, 2006).

Como primera actividad dentro del aplicativo, el usuario debe cargar la imagen, con las respectivas medidas del animal ideal; es decir, aquel cuyas características son las mejores para optimizar la producción de cierto producto derivado de él. Estas medidas serán confrontadas a nivel de grupo para poder extraer los animales que están dentro de una forma clara en la estandarización ideal para seleccionar el animal que encasille en el mejoramiento que se busca. La figura 5, muestra como es la configuración del animal ideal, con sus respectivas medidas y configuración en el software.

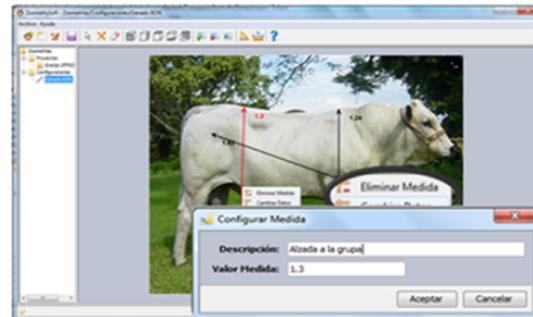


Fig. 5. Asignación de medidas ganado BON

Para implementar el sistema, se escogieron la Zoogenética nativa Blanco Orejinegro, analizando un lote núcleo de 30 hembras adultas, las cuales se identificaron con los números consecutivos de cada ejemplar, se tomaron las fotografías en 2D, desde diferentes ángulos de medición, teniendo en cuenta mantener la misma distancia del animal, luego se procede a capturar las diferentes medidas. Las variables están representadas en 16 medidas de alzada y longitud, 8 medidas de anchura y longitud y 6 medidas cefálicas (Catillo, 2012) en las cuales se analizaron índices etnológicos y funcionales.

3. RESULTADOS

Con el uso de la herramienta se logró hacer una descripción real del núcleo Bon y se permitió con los hallazgos acabar con la estructura subjetiva del ensayo error a la definición clara del proceso reproductivo, y la selección del toro que va a potencializar los puntos fuertes y a disminuir los planos críticos optimizando en un porcentaje evaluando todas las bondades de la Zoogenética nativa.

Otro resultado importante es que gracias a las medidas tomadas se pudo detectar el punto crítico del animal desde sus diferentes áreas de evaluación; es decir ver el animal como una estructura general, particionado en secciones dando la oportunidad de ser más críticos y más precisos a la hora de la elección.

A pesar de que el proyecto inicialmente se centró en el ganado Blanco Orejinegro, con los ajustes y nuevos requerimientos planteados en la segunda planeación, como lo muestra la figura 6, se pudo ampliar el alcance de tal manera que se logrará hacer el mismo proceso de zoometría para cualquier animal que se desee analizar dentro de la Universidad.

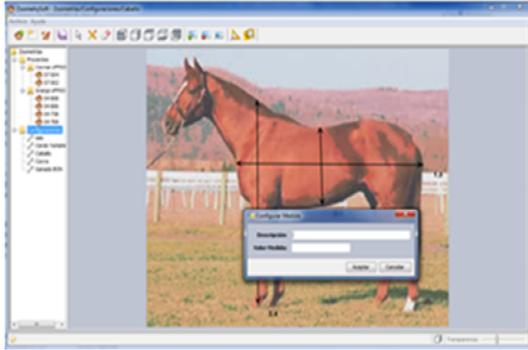


Fig. 6. Ampliación alcance del proyecto

4. DISCUSIÓN

La dificultad existente a la hora de seleccionar y evaluar un conjunto de Bon, de forma cuantitativa se minimiza al aplicar esta herramienta, la cual genera una visión muy real, que permite corregir puntos críticos del animal, cumpliendo los objetivos propuestos por Cannon *et al.* (2014), pero utilizando medición física y su posterior almacenamiento sobre una imagen en 2D, que pretende representar al animal que fue medido, pero cuya resolución no afecta el procesamiento tecnológico que hace el aplicativo, permitiendo soportar las decisiones que busquen el mejoramiento genético.

La aplicación cumple con lo expuesto por Tasdemir *et al.* (2008), dado que permite identificar a partir de medidas tomadas de forma manual aspectos diferenciadores que pueden ser explotados y controlados a través de las generaciones.

El apoyo fotográfico, genera una referencia gráfica del animal, para poder asociarle sus medidas, pero no captura directamente las medidas, esto produce que no se tengan en cuenta especificaciones de ángulo, distancia e iluminación de la foto (Hawkins *et al.*, 2001), dejando que la imagen pueda ser tomada por cualquier dispositivo electrónico

Esto último elimina los errores a la hora de analizar los individuos favoreciendo la exactitud en la información y disminuyendo los costos que a nivel de infraestructura tecnológica se deben tener para hacer un trabajo con fotogrametría, como el realizado por Salazar *et al.* (2012).

5. CONCLUSIONES

Con la aplicación de la herramienta en la zoometría, se puede de forma segura y eficaz, hacer una selección más objetiva a partir de los diferentes datos registrados en el animal, para identificar el que tenga la medida ideal.

Con la combinación que se logra al integrar la zoometría con tecnología, se mejoró la captura, el seguimiento y control de la producción animal, reduciendo la cantidad de elementos y especificaciones para hacer la toma y procesamiento de las medidas, dado que no requiere de condiciones de iluminación ni de ángulo para tomar las imágenes; solamente se requiere una cámara digital que capture imágenes en 2D y ser cuidadoso de tomar todas las fotos desde la misma distancia preferiblemente.

La herramienta queda abierta a cualquier otra raza o especie, ya que en estos criollos nos permitió detectar unas fallas estructurales consecuencia de malas decisiones de evaluación o por qué no decirlo de mal manejo en cuanto al desarrollo fisiológico del animal.

REFERENCIAS

- Bahamonde, A., Bayón, G., Díez, J., Quevedo, J. R., Luaces, O., del Coz, J. J., & otros. (2004). Feature subset selection for learning preferences: a case study. Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning (pág. 8). Banff: ACM.
- Bennett, S., McRobb, S., & Farmer, R. (2006). Análisis y Diseño Orientado a Objetos de Sistemas. Madrid: McGraw-Hill.
- Cannon, B., Hiremath, M., Jorcyk, C., & Joshi, A. (2014). CoVE: A Colony Visualization System for Animal Pedigrees. Proceedings of the 7th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction (pág. 9). ACM.
- Catillo Ortega, F. B. (24 de Septiembre de 2012). Relaciones entre medidas zoométricas, características de la canal y cortes de carne en corderos suffolk down. Chillan, Nuble, Chile.
- Cohn, M. (2004). User Stories Applied: For Agile Software Development. Addison-Wesley Professional.
- Contreras, G., Chirinos, Z., Molero, E., & Paéz, A. (2012). Medidas corporales e índices zoométricos de toros Criollo Limonero de Venezuela. Zootenia Tropical, 175-181.

- Elliott, J., O'Brien, T., & Fowler, R. (2008). *Harnessing Hibernate*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Fuentes Mascorro, G., Martínez, J., Alejandre, O., Chirinos, Z., & Ricardi, C. (2013). Zoometría y distribución de partos de la cabra criolla de los valles centrales de Oaxaca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 150-154.
- Hawkins, T., Cohen, J., & Debevec, P. (2001). A photometric approach to digitizing cultural artifacts. *Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage* (págs. 333-342). New York: ACM.
- Hemrajani, A. (2006). *Agile Java Development with Spring, Hibernate and Eclipse*. Sams Publishing.
- Hernández Zepeda, J. S., Hernández Trivino, I., Reséndiz Martínez, R., Pérez Avilés, R., & Silva Gómez, S. E. (2012). Utilidad de variables zoométricas en la adscripción de caprinos criollos a distintas poblaciones. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 78-81.
- Jiménez López, A. F., Jiménez López, F. R., & Fagua Pérez, E. (2012). Digital image processing of remote sensing products for precise agriculture applications. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 19-26.
- Kenneth E. Kendall, J. E. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. Pearson Educación.
- Larman, C. (2002). *UML y Patrones*. Madrid: Pearson Educacion, S.A.
- Mainwaring, A., Culler, D., Polastre, J., Szewczyk, R., & Anderson, J. (2002). Wireless sensor networks for habitat monitoring. *Proceedings of the 1st ACM international workshop on Wireless sensor networks and applications* (págs. 88-97). Atlanta: ACM.
- Malik, J. (2013). *Agile Project Management with GreenHopper 6 Blueprints*. Packt Publishing Ltd.
- Melvin, R., & Bunt, A. (2012). Designed for work, but not from here: rural and remote perspectives on networked technology. *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference* (págs. 176-185). Newcastle: ACM.
- Nogales, S., Albaronedo, D., Recio, J., Delgado, J., & Camacho, M. (2011). Primeros resultados en el estudio del estado actual de la morfología en la raza bovina negra andaluza. *Archivos de Zootecnia*, 397-399.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software un Enfoque Practico*. Mexico, D.F: McGraw-Hill.
- Rico, M., & Baselga, M. (2002). 30 years of research in animal breeding: APL versus Matlab and Fortran. *02 Proceedings of the 2002 conference on APL: array processing languages: lore, problems, and applications* (págs. 176 - 181). New York: ACM.
- Rojas Contreras, M., & Sánchez Delgado, M. (2012). Arquitectura de software para el servicio de soporte de tecnología de información basada en servicios web. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 145-150.
- Rojas Contreras, M., Roa Parra, A. L., & Martínez Ospino, M. (2012). Aplicación del paradigma de orientación a objetos en el proceso de construcción de un sistema de información para el proyecto de investigación: inventario preliminar de las microalgas nativas de la laguna el salado en el municipio de chitaga. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 97-103.
- Salamanca Carreno, A., & Crosby Granados, R. A. (2013). Estudio fenotípico del bovino criollo Casanare biotipo araucano. *Análisis zoométrico*. *Zootecnia Tropical*, 201-208.
- Salazar Vidal, D. F., Vélez Ruiz, J. P., Zapata Herrera, H. G., & Rendón Vásquez, A. (2012). Aplicación de técnicas fotogramétricas para el estudio morfométrico en caballos criollos colombianos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 6 (1), 66-78.
- Skrobanek, P., Maciejewski, H., Dobrowolski, M., Unold, O., & Walkowicz, E. (2012). Comparison of data exploration methods and the BLUP method in application to the animals breeding. *Proceedings of the 8th international conference on Intelligent Computing Theories and Applications*, Berlin, Springer-Verlag. págs. 74-81.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de Software Séptima edición*. Madrid: Pearson Educación.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Editorial Pearson Educación.
- Tasdemir, S., Yakar, M., Ürkmez, A., & Inal, S. (2008). Determination of body measurements of a cow by image analysis. *CompSysTech '08 Proceedings of the 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing* (págs. 1-7). New York: ACM.
- Universidad Técnica Federico Santa María. (s.f.). *Plan de Entregas*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2011, www.inf.utfsm.cl/~visconti/xp/Plan_Entregas_2.doc

Wells, D. (1999). The Rules of Extreme Programming. Recuperado el 2 de Septiembre de 2011, de The Rules of Extreme Programming:
<http://www.extremeprogramming.org/rules.html>

Wells, D. (1999). User stories. Recuperado el 3 de Septiembre de 2011, de user stories.