
Herramientas y tecnologías actuales para la identificación y trazabilidad

Pieter Hogewerf

*Wageningen UR Livestock Research, Edelhertweg 15,
8219 PH Lelystad, The Netherlands*

Los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) se empezaron a usar en los años setenta esencialmente para la gestión de la explotación. A estos les siguieron en los años noventa los transpondedores inyectables para animales de compañía. Desde el principio de esta era, muchos países introdujeron sistemas de identificación animal basados en RFID. En las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) se define esta tecnología, su uso y las evaluaciones del equipo. El Comité Internacional de Registro Animal (ICAR) es la Autoridad de Registro Internacional para la RFID animal y publica los productos aprobados en su sitio web (www.icar.org). Como el tejido del cuerpo animal no altera la señal de baja frecuencia, la tecnología de los transpondedores puede emplearse en marcas auriculares, etiquetas en la cuartilla, bolos y dispositivos inyectables.

El transpondedor RFID en sí no proporciona información sobre el animal o el propietario del animal pero el código de identificación vincula al animal con la información conexas (del animal y el propietario) en una base de datos. Esta última puede estar albergada en la explotación, ser gestionada por el fabricante del transpondedor RFID o por un organismo nacional. Es preferible disponer de una base de datos a nivel nacional a una base de datos a nivel de la explotación, puesto que el seguimiento y el rastreo es más rápido y eficaz, y resulta fácil establecer un vínculo con otros sistemas (como el libro genealógico y el servicio sanitario).

Hay que registrar en una base de datos la asignación de los códigos de identificación a fin de eliminar el riesgo de tener códigos de identificación idénticos para distintos animales. En función de la codificación del transpondedor (código del país o de fabricante), la autoridad legal o el fabricante del transpondedor será el encargado del mantenimiento de dicha base de datos.

Por lo general, a estas alturas se considera que la tecnología RFID de baja frecuencia es la más eficiente para la identificación animal.

El inicio del desarrollo de sistemas de RFID se remonta a finales de los años sesenta [1]. Durante un simposio sobre los sistemas de identificación del vacuno y sus aplicaciones, que se celebró en los Países Bajos en abril de 1976, se presentaron los resultados de investigaciones realizadas por institutos en el Reino Unido, Alemania, los Países Bajos y Estados Unidos [2]. Los primeros sistemas de identificación animal se pusieron a la venta poco tiempo después de este evento. A finales del siglo pasado, en varios países, ya había un porcentaje elevado de vacas lecheras equipadas con un transpondedor colocado en una correa alrededor del cuello.

Resumen

Introducción

Se llevaron a cabo diversas pruebas con transpondedores inyectables para identificar al ganado [3,4] pero la reactivación de estos a nivel de mataderos impidió que se difundiera el uso de esta técnica entre las aplicaciones para el ganado. Sin embargo, esta tecnología da muy buenos resultados con animales de compañía o caballos, y desde los años noventa ha permitido identificar a un gran número de ellos, especialmente perros. En ese momento, el principal objetivo de la identificación de animales de compañía era registrar tratamientos veterinarios y encontrar animales perdidos.

Hoy en día, en la mayoría de los países de la Unión Europea, es obligatorio identificar a las mascotas y los caballos con un transpondedor inyectable, principalmente por motivos de control de sanidad animal, incluida la salud pública (p.ej. la rabia).

En muchos países se han introducido reglamentos en materia de trazabilidad del origen y los desplazamientos de los animales de granja, así como de los animales de compañía. De este modo, es posible realizar un rastreo de los animales durante el brote de una enfermedad y cuando se detectan residuos (p.ej. dioxina) en el matadero. En el marco de los programas de subvenciones, la identificación animal individual puede ser una herramienta muy útil para destapar un fraude. Muchos de los sistemas de identificación se basan en la RFID [5].

Hay un mercado mundial de animales destinados a la alimentación y animales de compañía que a menudo cruzan fronteras (p.ej. una mascota durante unas vacaciones), y por consiguiente la trazabilidad animal es de interés internacional, al igual que la compatibilidad entre los dispositivos de identificación animal electrónica. En los años noventa ya se reconoció la necesidad de disponer de normas internacionales y la primera reunión de la ISO sobre identificación animal se celebró en 1991. En 1994, la ISO aprobó una resolución para dar inicio a la estandarización de la identificación electrónica para todas las categorías de animales (incluidos los peces).

Dispositivos de identificación

La RFID se basa en etiquetas pasivas (sin alimentador), denominadas "transpondedores", con un número de identificación (único). Los transpondedores no tienen una fuente de energía propia, de modo que las etiquetas exigen alimentación externa del campo electromagnético o un lector. El número único del transpondedor establece un vínculo con la información del producto o del animal, por ejemplo en una base de datos.

Cuadro 1. Panorama general de las ventajas y desventajas de los distintos dispositivos de identificación.

Tipo	Aplicación	Protección frente al fraude	Facilidad de uso	Respetuoso con los animales	Automatización en la explotación	Inocuidad de los alimentos
Marca auricular	Al nacer*	±	+	±	+	+
Bolo	~ 1 mes	+	±	±	-	±
Inyectable	Al nacer	+	±	±	-	-

* En el caso de los cerdos este tipo de aplicación puede resultar problemática ya que a veces el tamaño del agujero crece al tiempo que aumenta el tamaño la oreja.

Los dispositivos RFID animal están disponibles bajo la forma de marcas auriculares, bolos y transpondedores inyectables. En el Cuadro I se muestra un panorama general de las ventajas y desventajas de los distintos dispositivos [6]. Normalmente, las marcas auriculares y los bolos se emplean para identificar al ganado, mientras que los transpondedores inyectables se utilizan en la identificación de animales de compañía, caballos, peces y especies en peligro. La marca en la cuartilla es un método alternativo para la identificación del ganado [7].

La ISO está elaborando normas en materia de identificación animal, en estrecha colaboración con fabricantes de tecnología RFID (fabricantes de circuitos integrados, transpondedores y lectores de circuitos integrados) y organizaciones de grupos de usuarios de RFID (todos representan de forma oficial a organismos nacionales de estandarización, p.ej. el Instituto Nacional de Normalización [INN]). Se han elaborado y publicado las siguientes normas:

Normas

La ISO 11784 [8] incluida la enmienda I [9] y la enmienda II [10] especifica los siguientes campos:

- **Bit animal:** indica si el transpondedor tiene por finalidad la identificación animal.
- **Código del país:** un número de tres dígitos que hace referencia al número único del país de conformidad con la ISO 3166 (000-899). Solo pueden usar transpondedores con este tipo de código los países que cuentan con una autoridad competente responsable del registro y la concesión de los códigos de identificación. Dicha autoridad vela por que se mantenga la unicidad de los números. Los países que carecen de esta autoridad no deberán usar transpondedores con el código del país; en su defecto, usarán los denominados transpondedores con el código de fabricante (900-998). En este caso el fabricante del transpondedor se encarga de mantener los códigos de identificación únicos.
- **Código de identificación:** un número de 12 dígitos que, en combinación con el código del país o del fabricante, es único en todo el mundo para cada animal. De conformidad con lo estipulado en la norma ISO 11784, el número en sí no debería proporcionar ningún tipo de información (p.ej. número de explotación, organización de criadores o código de la región). La información relativa a los animales se almacenará en las bases de datos.
- **Contador de recolocación de marcas:** a veces ocurre que un animal pierde la etiqueta o esta deja de funcionar. En tal caso, el propietario del animal puede volver a marcarlo con el mismo código de identificación. Esta práctica debe quedar registrada en la base de datos y también en el transpondedor. Cuando se genera un nuevo código de identificación el número de recolocación de marcas debe fijarse en "0". A cada recolocación de marcas el contador incrementará de un número. Se pueden realizar hasta siete recolocaciones; de modo que cuando el número de pérdidas sea superior se tendrá que asignar un nuevo número al animal. Únicamente está permitido usar la recolocación de marcas cuando se usan transpondedores con el código del país.
- **Campo de información de usuario:** solo se puede usar el campo de información de usuario en combinación con el código del país. Si el transpondedor tiene un código de fabricante este campo de dos dígitos se fijará en "00". Cuando se usa junto con el código del país, la codificación de este campo debería ajustarse a las

especificaciones de la autoridad competente (p.ej. en los países de la Unión Europea, en el marco de la identificación de ovinos y caprinos, este campo se destina a la identificación de especies y se ha acordado que su valor sea "04").

- **Bit del remolque:** este bit se fija cuando se proporciona información en el remolque del código del transpondedor, en los demás casos se fijará en "0".
- **RUDI Bit:** este bit se establece cuando el transpondedor es avanzado de baja frecuencia (ISO 14223-1 a 3, [11, 12, 13]), si el transpondedor es de otro tipo este bit se fijará en "0".
- **Campo reservado:** este campo está reservado para usos futuros, todos los bits deberán fijarse en 0.

El interfaz de aire descrito en la ISO 11785 [14] acepta el uso de dos tipos de transpondedores: FDX y HDX. El interfaz de aire está estandarizado de tal modo que las posibilidades de lectura (probabilidad de ser leído por un lector) de los transpondedores HDX y FDX están equilibradas con un denominado "protocolo adaptable doble". En función de la situación, el período de escucha (lectura del código de identificación) de una determinada tecnología (FDX o HDX) puede ampliarse según lo que el lector haya detectado. En la norma ISO 11785 se describen dos métodos de sincronización; uno para los lectores portátiles y otro para la sincronización con cable de los lectores fijos. En el marco de los sistemas de identificación, cuando se utilizan dos o más lectores físicamente próximos es preciso sincronizarlos. Los transpondedores HDX envían datos por medio de dos frecuencias, una de las cuales es la misma que la señal de activación. Cuando dos lectores funcionan de modo independiente, la señal de activación de uno puede activarse mientras que el otro está intentando recibir señales del transpondedor HDX. Por consiguiente, los lectores interferirán mutuamente, a menos que los períodos de conexión (ON) y desconexión (OFF) de las señales de activación estén sincronizados. Los lectores sincronizados envían señales de activación y reciben señales de transpondedores HDX al unísono y no interfieren el uno con el otro. La ISO 24631-7 [15] proporciona información más detallada en materia de sincronización por cable del equipo lector fijo.

Procedimientos de evaluación de los dispositivos RFID animal (ISO 24631-1, 2, 3, 4 & 5 [16, 17, 18, 19, 20]):

Hay distintos equipos RFID disponibles en el mercado. Para los usuarios es difícil entender qué equipo se ajusta mejor a su aplicación; por este motivo se han elaborado normas sobre la evaluación de los equipos RFID animal. Hay disponibles dos conjuntos de procedimientos de prueba:

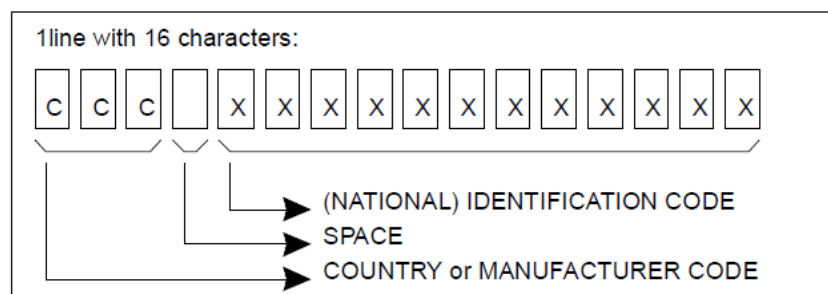


Figura 1. Representación del código de identificación animal de conformidad con la ISO 24631-6.

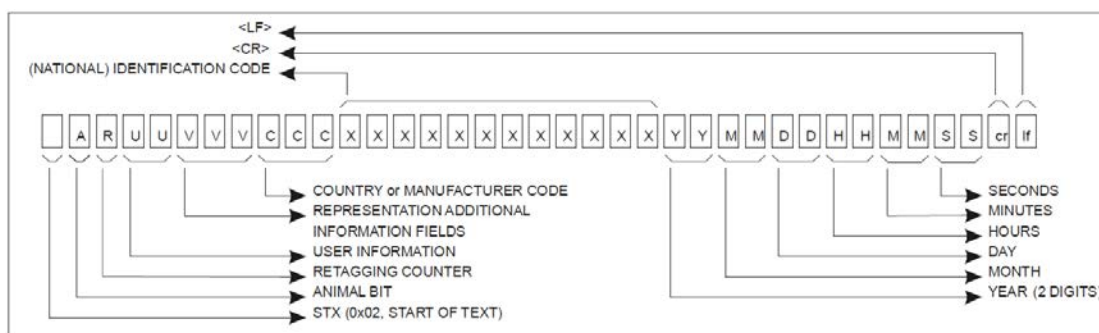


Figura 2. Comunicación del código de identificación animal de conformidad con la ISO 24631-6.

- Pruebas de conformidad de los transpondedores y lectores con las normas ISO 11784 e 11785. En el apartado relativo a las pruebas de conformidad de los transpondedores se describe la concesión de códigos de fabricante por parte de la autoridad de registro. Los códigos de identificación de todos los transpondedores cuya conformidad haya sido aprobada pueden ser leídos con el equipo de lectura cuya conformidad haya sido probada. Así pues, un transpondedor de cristal, pequeño e inyectable (que se emplea para identificar por ejemplo un gato) puede ser leído con un lector fijo de gran tamaño ideado para leer ganado bovino en un matadero.
- Pruebas de rendimiento de los productos conformes con las normas ISO 11784 e 11785. Los resultados de los procedimientos de rendimiento pueden emplearse para comprobar si un producto RFID cumple los requisitos de una determinada aplicación (p.ej. un transpondedor que se usa para la identificación de un toro debería emitir una señal más fuerte que el que se emplea para la identificación de un gato).

Representación de los datos conforme a la ISO 24631-6 [21]: es posible representar los datos RFID bajo distintos formatos. Esta variedad puede llevar a malas interpretaciones de la información, por ello se ha elaborado la norma ISO 24631-6 relativa a la representación de información sobre identificación animal. En ella se describe cómo hay que representar la información contemplada en la ISO 1178 en una pantalla de lector (Figura 1) y cómo se debe transmitir por medio de un enlace de datos la información descrita en la ISO 11784 (Figura 2). Es obligatorio mostrar el código del país (código de fabricante) y el código de identificación, mientras que exponer el valor del contador de recolocación del marcado, la información de usuario (Unión Europea: código de especies) y la información de los campos de información adicional es optativo. No obstante, el formato que se usa para los parámetros opcionales es obligatorio. El formato obligatorio de la información que se proporciona sobre un enlace de datos deberá contener los siguientes parámetros: bit animal, contador de recolocación del marcado, información de usuario (Unión Europea: código de especies), información de los campos de información adicional, código del país o de fabricante, código de identificación (nacional). La inclusión de la fecha y hora es facultativo (el formato es obligatorio).

La ISO elabora normas internacionales pero no realiza ninguna prueba de conformidad. La ISO designa a un organismo competente para que actúe de organismo de mantenimiento o autoridad de registro, cuando es necesario para garantizar la eficacia del uso de determinadas normas. Para el conjunto de las

normas ISO sobre RFID animal, la organización ha designado como Autoridad del Registro al Comité Internacional de Registro Animal (ICAR), cuya sed está en en Roma. Sus responsabilidades incluyen la publicación de informes sobre pruebas en su página web (www.icar.org). A finales de 1995, el ICAR aprobó la conformidad de los primeros transpondedores y desde entonces ha dado por buenos más de 300 transpondedores (marcas auriculares, inyectables, bolos, sujeciones de las etiquetas y marcas en la cuartilla) de más de 100 proveedores diferentes y ha probado el rendimiento de más de 70 transpondedores de 30 fabricantes y la conformidad de 5 lectores de 5 proveedores distintos.

Bases de datos

En el marco de la identificación animal hay dos bases de datos importantes.

1. Una base de datos para animales:

Las bases de datos se emplean para realizar un seguimiento y un rastreo de los animales. En ellos se vincula la identificación animal individual con la información del propietario, entre otros posibles datos. El propietario de la base de datos puede ser un gobierno o una organización privada (incluso es posible llevar a cabo el mantenimiento de bases de datos a nivel de propietario [p.ej. un ganadero]). Un país puede emplear varias bases de datos en el plano nacional; a saber, una distinta para animales de compañía, ganado porcino, ganado ovino, ganado caprino, ganado bovino, etc. Diversas organizaciones pueden encargarse de las diferentes bases de datos.

2. Una base de datos para las etiquetas RFID que cumplen con la ISO 11784 e ISO 11785:

Es preciso registrar los códigos de identificación a medida que se van asignando a fin de eliminar el riesgo de tener distintos animales con códigos de identificación idénticos. Cuando se usa el código de fabricante, este será el encargado del mantenimiento y la instalación de dicha base de datos. Cuando se usa el código del país, la autoridad legal tendrá que garantizar la unicidad de los códigos de identificación animal.

Por esto último, en la norma ISO 1784 se señala que los países deberían asumir la responsabilidad de velar por que se respete la unicidad de los códigos de identificación animal cuando se usa un código del país. Cuando un país autoriza el uso del código del país para cualquier grupo de animales, es probable que varios fabricantes abastezcan este mercado y por ello no se puede dejar en manos de los fabricantes la coordinación de los números RFID, sino que el país debe designar una autoridad competente controlada por el gobierno para que gestione la asignación de los códigos de identificación animal. Si en un país no existe tal autoridad, debería exigirse únicamente el uso de códigos de fabricante. Cuando se usa este código, cada fabricante se encarga de garantizar la unicidad de los códigos que emite. El ICAR lleva un registro de los fabricantes autorizados para usar un código de fabricante (compartido). Cuando se use el código del país, las autoridades legales deberán asegurarse de que el sistema de numeración nacional brinda las mismas oportunidades a los códigos de fabricante compartidos y no compartidos (p.ej. los fabricantes de códigos de fabricante compartidos no pueden empelar su propio código de fabricante de tres dígitos en el código de identificación porque todos ellos tiene que usar "900"). Ambas bases de datos tienen funciones distintas y son independientes la una de la otra.

En un proyecto holandés de investigación sobre identificación de ganado ovino y caprino [22], se estableció una comparación (por medio de una simulación) entre un registro central de identificación individual animal y grupos de animales y un sistema basado en sistemas de administración local (en la explotación - informatizado o en papel) y el número de animales por medio de transporte, registrado en el sistema central. Una de las ventajas del sistema de registro central es que se puede vincular con otros sistemas (como el libro genealógico o el servicio sanitario), lo cual reduce la carga burocrática. En el informe del estudio se señala que los sistemas de administración local solo son útiles cuando se tiene un sistema de producción todo dentro-todo fuera. En el sector del ganado ovino y caprino de los Países Bajos la composición de los hatos varía con frecuencia; no obstante, los datos de animales individuales revisten mucha importancia. Las instituciones encargadas de velar por el cumplimiento de las normas esperan obtener importantes beneficios de la implementación del sistema de registro central en términos de eficiencia y calidad de la información. Con este sistema, el seguimiento y el rastreo es mucho más rápido y eficaz. Los ganaderos en particular constataron esta ventaja durante procesos en los que el tiempo es un factor crítico (rastreo), como es una enfermedad contagiosa y el enfrentarse a sus secuelas.

La tecnología RFID puede emplearse en diferentes frecuencias. Cada gama de frecuencia RFID (baja frecuencia [LF]: < 135kHz, alta frecuencia [HF]: 13,56 MHz, ultra alta frecuencia [UHF]: 862 - 915 MHz, microondas: 2.45 - 5.8 GHz) cumple con consideraciones operativas específicas del rendimiento, la forma de la etiqueta (la proporción de la energía transmitida por ese objeto que puede ser transferido a otro objeto) y el costo. La LF puede penetrar casi todos los materiales pero no se llega a absorber. No obstante, con esta gama la distancia operativa alcanzable es limitada. En cambio, las microondas permiten alcanzar distancias más largas mientras que la penetración de objetos se reduce.

Para fines de identificación animal, se usa principalmente la tecnología LF ya que la penetración de la señal a través de tejido vivo es importante. Esta característica es relevante en el caso de los bolos y los transpondedores inyectables, al igual que lo es para las marcas auriculares porque hay situaciones en que partes del cuerpo del animal están entre el lector y la etiqueta que tiene que ser leída. El rango de lectura debería ser suficiente para permitir el intercambio de información cuando el lector y el transpondedor están cerca el uno del otro, pero al mismo tiempo, la distancia de lectura debe ser limitada de manera que elimine el riesgo de leer un transpondedor de otro animal.

La RF y la UHF se destinan principalmente a la gestión de artículos. Las ventajas de la RF y la UHF son la lectura a larga distancia, la alta velocidad de la transmisión de datos y la posibilidad de leer los números de las etiquetas cuando hay varias etiquetas en el campo del lector. En todo el mundo se realizan estudios sobre el uso de la tecnología RFID UHF para la identificación animal, por ejemplo, en Nueva Zelanda se examinaron las posibilidades de aplicación en ganado cervuno, ovino y bovino [23], y en Alemania, en el ganado porcino [24]. El grupo de identificación animal de la ISO está siguiendo los avances en este campo y pretende iniciar las labores para estandarizar el uso de tecnología UHF en la identificación animal cuando se disponga de resultados convincentes que demuestren que la tecnología UHF está cumpliendo con las exigencias del mercado en materia de aplicaciones específicas (o generales).

Otras tecnologías

Los encargados de elaborar sistemas RFID para la identificación animal (las sociedades alemanas de responsabilidad limitada ATMEL y Texas Instruments) informaron recientemente de un nuevo hallazgo interesante, que combina una etiqueta conforme con las normas ISO 11784, ISO 11785 (o ISO 14223) con un transmisor UHF activo (alimentador). Una etiqueta inteligente como esta tiene un rendimiento de lectura normal (distancia de lectura de hasta 1 metro) para la comunicación pasiva conforme con la ISO 11784, ISO 11785 (o ISO 14223). Sin embargo la energía de radiofrecuencia de LF recibida por la etiqueta en un radio de hasta 5 metros de distancia desde un lector conforme con la ISO 11784, ISO 11785 (o ISO 14223) puede usarse como un activador de radiofrecuencia de LF para iniciar la transmisión UHF. Esta señal de UHF activa puede ser recibida por un receptor de UHF que tiene que ser instalado en un radio máximo de 100 metros. No se tiene constancia de aplicaciones prácticas pero estos transpondedores pueden utilizarse por ejemplo para transmitir información si un animal está pasando a una zona específica en un establo.

Discusión y conclusiones

La identificación animal y el registro de los desplazamientos de los animales permiten el comercio de animales en todo el mundo y hacen posible el intercambio de información relativa a la identificación animal. El uso de equipos y formatos de datos estandarizados facilita este proceso.

El equipo de RFID de LF es en estos momentos la tecnología más adecuada para la identificación animal. Esta tecnología puede combinarse con el uso de marcas auriculares, bolos, transpondedores inyectables y marcas en la cuartilla. Su rendimiento de lectura adecuado es para la identificación animal. Se puede recurrir a las normas ISO para comprobar la conformidad de los transpondedores y lectores con las normas ISO 11784 e ISO 11785, así mismo existen procedimientos para describir el rendimiento de estos componentes de RFID.

No solo se estandariza la tecnología, sino que también se desarrolla un sistema para asignar un número de identificación único a cada animal en todo el mundo.

El transpondedor RFID por sí mismo no proporciona información sobre el animal, sino que solo establece un vínculo entre el animal y la información sobre este en la base de datos. Esta base de datos puede estar en la explotación o ser una base de datos central nacional. Es preferible esta segunda opción porque de este modo hay mayor flexibilidad y se trabaja de forma más rápida y eficiente. Además, este tipo de bases de datos ofrecen la posibilidad de descubrir errores sin necesidad de tener que desplazarse a cada una de las explotaciones y permite introducir los números de los animales que aún no ha sido leídos en un determinado momento (p.ej. porque el ganadero ha informado qué animales se han transportado).

Referencias

[1]. **Animal identification: introduction and history.** Computers and Electronics in Agriculture 24; Rossing W. (1999) (1-4).

[2]. **Symposium on Cow identification system and their applications.** IMAG, Wageningen, The Netherlands; Anonymous (1976).

[3]. **Technique and injection place of electronic identification numbers in pigs.** Lambooy, E. and Merks, J.W.M. (1989); IVO B-Rapport 335, Zeist (The Netherlands).

- [4]. **Einsatzerfahrungen mit injizierten Transpondern in der Rinderhaltung.** Injektate zur elektronischen Tieridentifizierung bei Rindern; Pirkelmann, H. und Ker, C. (1994); KTBL-Arbeitspapier 205 (36-49).
- [5]. **Obligatorische elektronischen Tieridentifizierung im internationalen Umfeld.** Ole Klejs Hansen; Elektronische Tieridentifizierung in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung; KTBL-Tagung, 2-3 November 2011 in Fulda (Germany) (18-20).
- [6]. **European Commission Directorate General for Health and Consumers.** Study on the introduction of electronic identification (EID) as official method to identify bovine animals within the European Union (2009).
- [7]. **Readability of visual and electronic leg tags versus rumen boluses and electronic ear tags for the permanent identification of dairy goats.** Carné S, Caja G, Rojas-Olivares MA, Salama AA.; Journal of Dairy Science 93 (11) (November 2010).
- [8]. **1996: ISO 11784** Radio-frequency identification of animals - Code structure.
- [9]. **2004: ISO 11784 AMD 1** Radio-frequency identification of animals - Code structure.
- [10]. **2010: ISO 11784 AMD 2** Radio-frequency identification of animals - Code structure - Indication of an advanced transponder.
- [11]. **2011: ISO 14223-1** Radiofrequency identification of animals -- Advanced transponders -- Part 1: Air interface.
- [12]. **2010: ISO 14223-2** Radiofrequency identification of animals -- Advanced transponders -- Part 2: Code and command structure.
- [13]. **under development: ISO 14223-3** Radiofrequency identification of animals -- Advanced transponders -- Part 3: Applications.
- [14]. **1996: ISO 11785** Radio-frequency identification of animals - Technical concept.
- [15]. **under development: ISO 24631-7** Radiofrequency identification of animals -- Part 7: Synchronization of identification systems conforming with ISO 11785.
- [16]. **2009: ISO 24631-1** Radiofrequency identification of animals -- Part 1: Evaluation of conformance of RFID transponders with ISO 11784 and ISO 11785 (including granting and use of a manufacturer code).
- [17]. **2009: ISO 24631-2** Radiofrequency identification of animals -- Part 2: Evaluation of conformance of RFID transceivers with ISO 11784 and ISO 11785.
- [18]. **2009: ISO 24631-3** Radiofrequency identification of animals -- Part 3: Evaluation of performance of RFID transponders conforming with ISO 11784 and ISO 11785.
- [19]. **2009: ISO 24631-4** Radiofrequency identification of animals -- Part 4: Evaluation of performance of RFID transceivers conforming with ISO 11784 and ISO 11785.

[20]. under development: ISO 24631-5 Radio frequency identification of animals -- RFID transceivers -- Part 5: Procedure for testing the capability of reading ISO 11784 and ISO 11785 transponders.

[21]. 2011: ISO 24631-6 Radiofrequency identification of animals -- Part 6: Representation of animal identification information (visual display/data transfer).

[22]. Electronische identificatie en registratie voor schapen en geiten (mei 2007); C. Lokhorst, J.B. van der Fels, H. Hogeveen, H.J., Schuiling, A.G.J. Velthuis, M.C.M. Mourits, G.P., Binnendijk, L.F. Schuit, J.C. Verkaik, J.W.P.M., Vogels, H. van Wichen; Animal Sciences Group, rapportnummer 50.

[23]. The New Zealand Pathfinder Group Inc. RFID Technical Study. The Application of UHF Technology for Animal Ear Tagging, Deer, Sheep and Cattle Farming; Sendermann, E. and Pugh, G. (2008).

[24]. Potenziale der Ultrahochfrequenztechnik für die elektronische Tierkennzeichnung. Tobias Stekeler, Daniel Herd, Thomas Jungbluth; Elektronische Tieridentifizierung in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung; KTBL-Tagung, 2-3 November 2011 in Fulda (Germany) (52-59).