

Informe Entregables Proyecto AlertAr

Grupo II/2018-III

2.2 SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA REFLECTIVIDAD CON DISDRÓMETRO

Integrantes:

- Paola Salio - CIMA - CONICET/UBA
- Laura Pappalardo - Servicio Meteorológico Nacional
- Luciano Vidal - Servicio Meteorológico Nacional
- Martin Rugna - Servicio Meteorológico Nacional
- Yanina García Skabar - Servicio Meteorológico Nacional - CONICET

Contenido

Resumen	3
Abstract	3
Detalle del Informe	4
1.	4
2.	5
3.	¡Error! Marcador no definido.
4.	¡Error! Marcador no definido.
5.	¡Error! Marcador no definido.
6.	12

Resumen	Abstract
<p>La utilización de información de radar resulta de gran importancia para el monitoreo y diagnóstico de la precipitación y los eventos severos ya que permite diferenciar entre áreas con precipitación estratiforme y convectiva, además de poder detectar regiones con presencia de granizo, precipitaciones intensas y monitorear su evolución. Para ello es necesario realizar controles periódicos de calidad de la reflectividad que permitan contar con datos confiables para las diferentes aplicaciones. El presente trabajo documenta una metodología de trabajo para el análisis de la calidad de la información de los radares ubicados en Ezeiza y Paraná, utilizando datos de disdrómetros de diversas campañas de observación. Diversos indicadores estadísticos son analizados en el trabajo donde se evalúa la calidad de la variable reflectividad radar y se propone una metodología de evaluación de la información que puede ser implementada operacionalmente.</p>	<p>The use of weather radar information is of great importance for the monitoring and diagnosis of precipitation and severe events since it allows differentiating between areas with stratiform and convective precipitation, as well as being able to detect regions with hail, intense rainfall and monitor their evolution. For this it is necessary to carry out periodic quality controls of the reflectivity that allow to have reliable data for the different applications. This work documents a methodology for the analysis of the data quality of the weather radars located in Ezeiza and Paraná, using data from disdrometers of various observation campaigns. Various statistical indicators are analyzed in the work where the quality of the radar reflectivity variable is evaluated and a methodology for evaluating the information that can be implemented operationally is proposed.</p>

Detalle del Informe

1. Introducción

La utilización de información de radar meteorológico resulta de gran importancia, especialmente para el monitoreo y diagnóstico de la precipitación y los eventos severos, ya que permite diferenciar entre áreas con precipitación estratiforme y convectiva, además de poder identificar regiones con presencia de granizo y/o precipitaciones intensas, entre otros fenómenos, y monitorear su evolución temporal y espacial.

Actualmente la Argentina cuenta con una red de radares en crecimiento muy diversa integrada por equipos propiedad de varios organismos como el Servicio Meteorológico Nacional, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), entre otros. Desde el momento en que un radar funciona en forma operativa es necesario monitorear de forma continua la calidad de la información generada a fin de identificar posibles errores y cuantificar las posibles diferencias entre ellos. Es por ello que resulta sumamente importante avanzar en las investigaciones asociadas a la utilización de la información proveniente de los radares meteorológicos y el control de calidad de los datos, a fin de homogeneizar las redes actualmente disponibles y generar algoritmos operativos de evaluación de la calidad de la información utilizando sensores locales (como los disdrómetros), remotos (como los satélites) y los datos polarimétricos generados por los mismos radares.

Varias son las metodologías propuestas a lo largo de los años en diferentes partes del mundo en relación con el análisis de la calidad de la información obtenida por los radares meteorológicos. Una de las más utilizadas se basa en comparar la reflectividad radar (Z) con aquella derivada de la distribución de tamaño de gotas (o DSD, por las siglas en inglés), obtenida a partir de disdrómetros. Lee y Zawadzky (2005) utilizan la DSD para poder estimar la relación $Z-R$ -donde R es la tasa instantánea de precipitación, en mm/hora, y así poder compararla con la relación climatológica que utiliza el radar para estimar la precipitación, con el objetivo de poder analizar diferencias entre ambas. De manera análoga, Campos y otros (2006) analizan el comportamiento de distintas variables, como la reflectividad, la tasa de precipitación y el contenido de agua líquida a partir de la distribución de gotas medida con disdrómetros durante un verano en Costa

Rica.

El principal objetivo de este trabajo es analizar las metodologías para monitorear en forma continua la calidad de la reflectividad de los radares meteorológicos disponibles en el área central de Argentina utilizando información de disdrómetros instalados en diversos puntos de la región bajo la cobertura del radar e información de reflectividad obtenida por plataformas satelitales.

2. Datos

Para llevar a cabo el presente trabajo se emplearon datos de reflectividad generada por los radares ubicados en la EEA INTA Oro Verde (Paraná, Entre Ríos) y en el IFE (Ezeiza, Buenos Aires). Los radares utilizados operan en la banda C. La variable utilizada en este trabajo es la reflectividad horizontal que posee una resolución en rango de 0.5 km, azimutal de 1°, vertical de 16 elevaciones y temporal de 10 minutos. Se eligió para esta tarea en todos los casos los volúmenes cuya cobertura en rango es de 240 km.

Para llevar a cabo la metodología de comparación con la información de disdrómetro se cuenta con tres campañas distintas de medición (tabla 1).

Tabla 1: campañas disponibles con datos de disdrómetros

Disdrómetro	Ubicación	Periodo
Thies	INTA Castelar (Buenos Aires) Lat:34.61°S Lon:58.67°O	28/10/2009-26/1/2010
Thies	Diamante (Entre Ríos) Lat:32.06°S Lon:60.64°O	2/11/2009-22/1/2010
OTT Parsivel ¹	Ciudad Universitaria (CABA) Lat:34.54°S Lon:68.44°O	1/11/2011-Actualidad

Actualmente se dispone de los datos de disdrómetros OTT Parsivel 2 localizados en las

estaciones meteorológicas de La Plata, Pilar y Dorrego propiedad del Servicio Meteorológico Nacional, como así también otro sensor OTT Parsivel 2 en Falda del Carmen propiedad del SINARAME. Pero lo mismos no fueron incorporados a este análisis.

3. Metodología

A partir de la DSD obtenido se pueden estimar la reflectividad (Z) mediante la ecuación:

$$Z = \int_0^{\infty} D^6 N(D) \quad (1)$$

El disdrómetro adquiere la información de distribución de gotas cada un minuto, por lo que para poder compararlo con la información de radar se promediaron las mediciones en una ventana de 10 minutos, centrada en el tiempo en el que se realiza el barrido del radar. Luego se extrae el valor de reflectividad del volumen del radar del pixel que se corresponde al punto más cercano a la ubicación del disdrómetro. Se tomó en todos los casos el haz correspondiente a la primera elevación del radar.

Cabe aclarar que los disdrómetros utilizados en las primeras dos campañas son de marca Thies (Bloemink y Lanzinger, 2005), mientras que el utilizado en Ciudad Universitaria son de la marca OTT Parsivel versión 1 (Thurai y otros, 2011) y posee una resolución mayor en los intervalos de medición de la DSD.

Con el objetivo de eliminar posibles mediciones erróneas, como por ejemplo partículas de polvo o insectos que pasen a través de los sensores, se aplicó un filtro por velocidad, como el utilizado en Friedrich y otros (2013). El mismo elimina las gotas cuyas velocidades, medidas por el disdrómetro, difieren de la velocidad de caída teórica en más del 60% evitando de este modo principalmente los problemas asociados con el viento transversal. La velocidad terminal teórica considerada es calculada mediante la fórmula propuesta por Campos y otros (2006):

$$V_d = -0.193 + 4.96D - 0.904D^2 + 0.0566D^3 \quad (2)$$

donde D es el diámetros en milímetros de las gotas.

Los datos de los disdrómetros y el radar fueron comparados estadísticamente en días con presencia de precipitación. A fin de entender posibles diferencias en el tipo de

precipitación estudiada se analizó también la influencia del tipo de precipitación en la validación de la reflectividad. Para poder realizar esta clasificación se analizaron los perfiles verticales de reflectividad del radar, considerando que la precipitación es estratiforme si está presente la banda brillante, y convectiva si no hay banda brillante y en algún nivel en la vertical la reflectividad supera los 40 dBZ. Los casos que no cumplieran ninguna de las dos condiciones no fueron clasificados, aunque no fueron descartados del estudio. También se graficaron las reflectividades obtenidas por ambos considerando aquellos casos en que se estaba produciendo o no precipitación sobre el radar, considerándose precipitación valores mayores a 20 dBZ en todos los alrededores del radar, con el objeto de analizar el efecto de radomo mojado que produce atenuación de la reflectividad.

4. Resultados

Como se mencionó en la sección 2, para la aplicación de la metodología con disdrómetro se cuenta con tres campañas de medición: una realizada en la ciudad de Diamante (Entre Ríos) con el que se estudia el radar ubicado en Paraná, y otras dos campañas, una en la ciudad de Castelar y otra en Ciudad Universitaria con las que se analiza el radar ubicado en Ezeiza. Con el objetivo de encontrar diferencias en relación al tipo de precipitación, se separan los casos en estratiforme, convectivo y casos sin clasificar, como se explicó en la sección anterior. Se puede observar en la figura 1 que el error es mayor para los casos estratiformes, confirmando lo encontrado con la metodología anterior. La tabla 2, en la cual se presentan los BIAS y RMSE calculados a partir de la diferencia entre la reflectividad medida por el radar sobre la ubicación del disdrómetro y la reflectividad calculada a partir de la información del disdrómetro avalan estos resultados. Al analizar el efecto de la precipitación sobre el radomo, se observa que los errores aumentan en los casos en los que está precipitando sobre el radar, lo que resulta coherente ya que la atenuación por la lluvia compensa la sobreestimación del radar, que es un razonamiento análogo al que se tuvo al comparar los tipos de precipitación. Las diferencias entre un caso y otro resultan mayores que al diferenciar entre los tipos de precipitación. Por lo que se puede concluir que el tipo de precipitación y la atenuación por radomo mojado son dos efectos que afectan a la reflectividad determinada por el radar.

En el caso del radar de Ezeiza se cuenta con dos campañas de mediciones con disdrómetro tal como se describió en la sección 2.

	BIAS Conv (con ppp sobre el radar)	BIAS Conv (sin ppp sobre el radar)	BIAS Est (con ppp sobre el radar)	BIAS Est (sin ppp sobre el radar)	BIAS Sin clasificar (con ppp sobre el radar)	BIAS Sin clasificar (sin ppp sobre el radar)
Diamante	-4,55 (78)	-6,60 (23)	-6,49 (225)	-13,50 (5)	-0,97 (280)	-2,66 (31)
Castelar	13,67 (97)	12,24 (112)	11,98 (92)	10,34 (30)	4,57 (96)	0,42 (216)
CU	3,98 (239)	1,41 (50)	3,75 (587)	3,71 (150)	7,79 (357)	8,95 (248)

	RMSE Conv (con ppp sobre el radar)	RMSE Conv (sin ppp sobre el radar)	RMSE Est (con ppp sobre el radar)	RMSE Est (sin ppp sobre el radar)	RMSE Sin clasificar (con ppp sobre el radar)	RMSE Sin clasificar (sin ppp sobre el radar)
Diamante	4,55 (78)	8,84 (23)	6,95 (225)	14,19 (5)	4,01 (280)	5,54 (31)
Castelar	14,30 (97)	13,47 (112)	12,70 (92)	11,10 (30)	7,88 (96)	1,65 (216)
CU	8,89 (239)	8,86 (50)	8,61 (587)	9,80 (150)	12,77 (357)	13,48 (248)

Tabla 2: Estadísticos BIAS y RMSE calculados en unidades de reflectividad dBZ obtenidos al aplicar la metodología de comparación entre el disdrómetro y el radar. El disdrómetro de Diamante se compara con el radar de Paraná, mientras que los de Castelar y Ciudad Universitaria con el radar de Ezeiza. Los valores entre paréntesis indican la cantidad de casos con los que se cuenta para calcular los estadísticos.

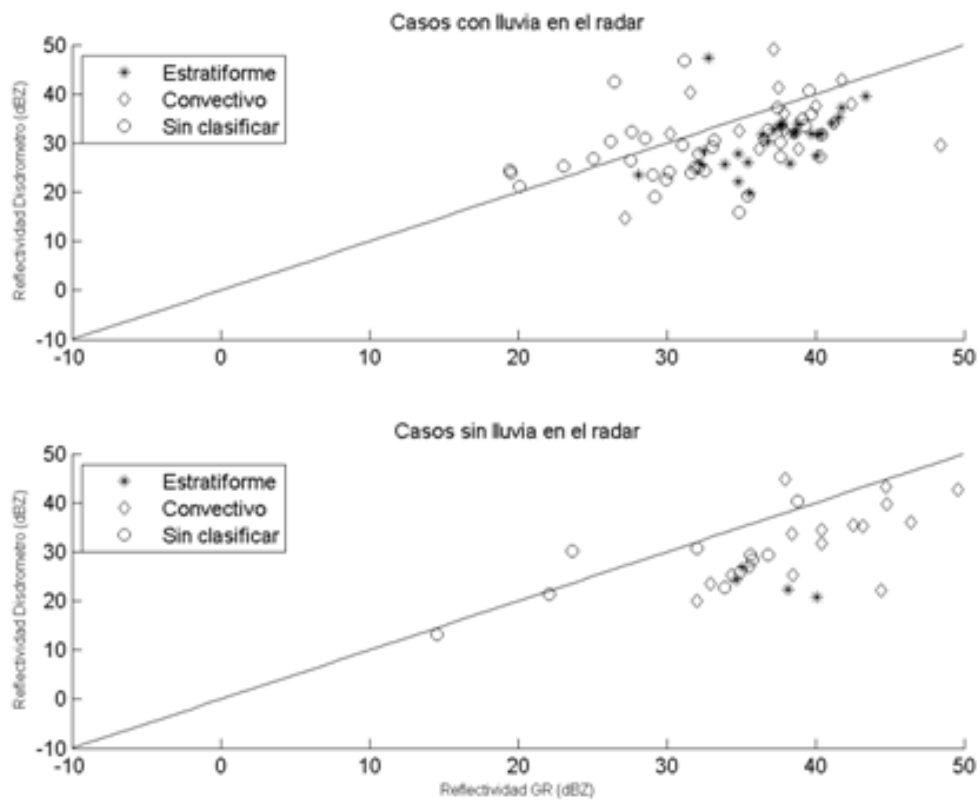


Figura 1: Reflectividad estimada con el disdrómetro Thies ubicado en Diamante (Entre Ríos) en función de la reflectividad detectada por el radar de Paraná para la ubicación del disdrómetro para el período comprendido entre octubre de 2009 y enero de 2010, para los casos en los que precipita sobre el radar (arriba) y casos en los que no precipita sobre el radar (abajo).

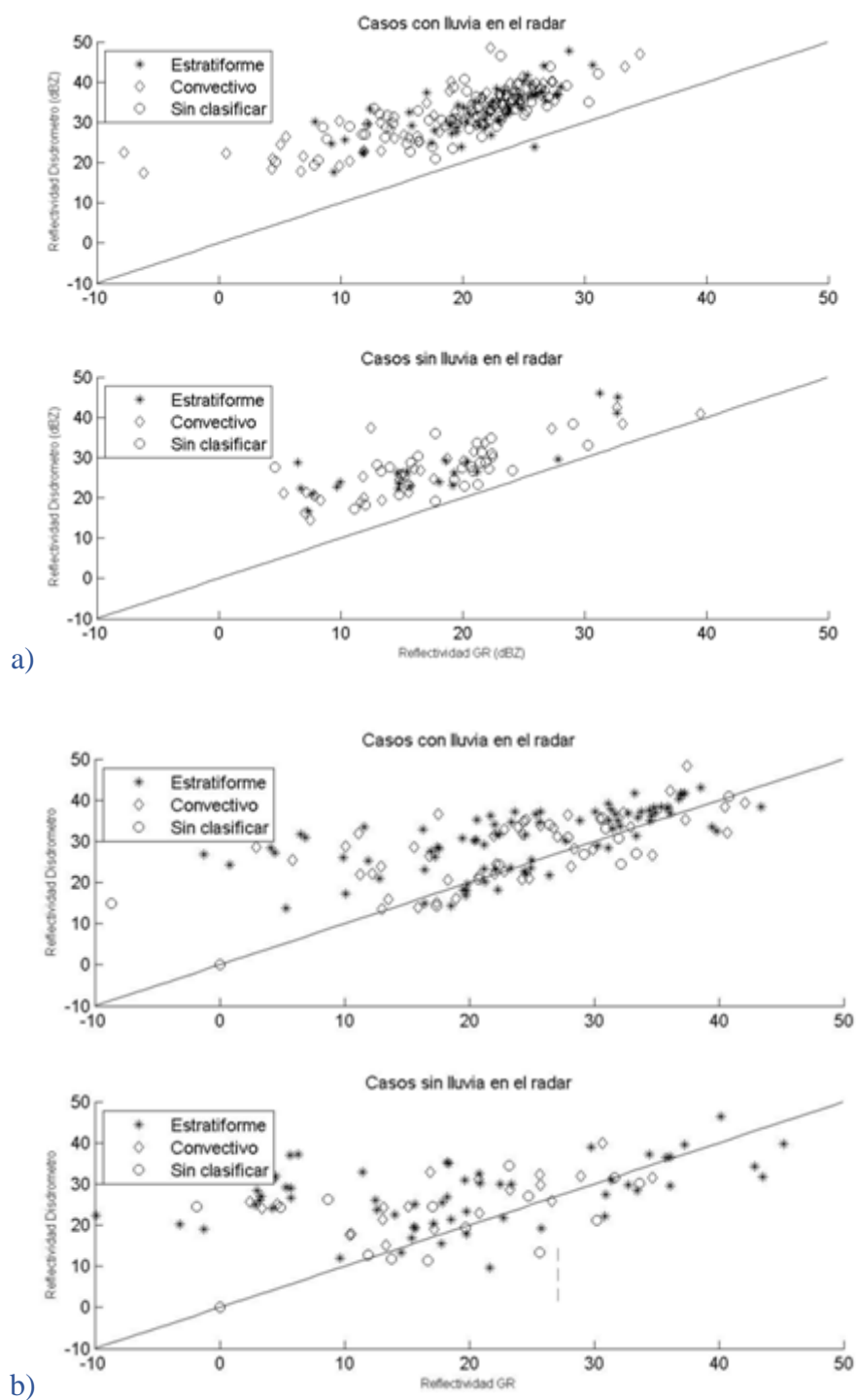


Figura 2: a) Reflectividad estimada con el disdrómetro Thies ubicado en INTA Castelar en función de la reflectividad detectada por el radar de Ezeiza para la ubicación del disdrómetro para el periodo comprendido entre octubre de 2009 y enero de 2010, separando en casos en los que llueve sobre el radar (arriba) y casos en los que no llueve (abajo). b) Ídem a) pero para el disdrómetro Parsivel ubicado en Ciudad Universitaria para el periodo comprendido entre octubre de 2011 y junio de 2013.

Al analizar la figura 2 y la tabla 1 en ambos casos se observa el mismo comportamiento que el hallado con la metodología anterior, encontrándose que el radar de Ezeiza subestima la reflectividad obtenida por el disdrómetro. Durante la primer campaña, que coincide con el primer período analizado con la metodología anterior, se observa un BIAS de aproximadamente +12 dBZ para la precipitación estratiforme y de +14 dBZ para la precipitación convectiva.

Estos valores evidencian que la precipitación convectiva tiene asociada errores mayores en comparación con la estratiforme, mientras que al observar la diferencia entre los casos en los cuales precipita o no sobre el radomo, los mayores errores se observan para los casos en los cuales hay precipitación sobre el radomo, sin embargo, la diferencia es entre +1 y +2 dBZ.

El monitoreo de la reflectividad diaria permite disponer de información constante del estado de los radares como el caso mostrado en el figura 3, donde se observan las limitaciones antes mencionadas en la zona convectiva y estratiforme.

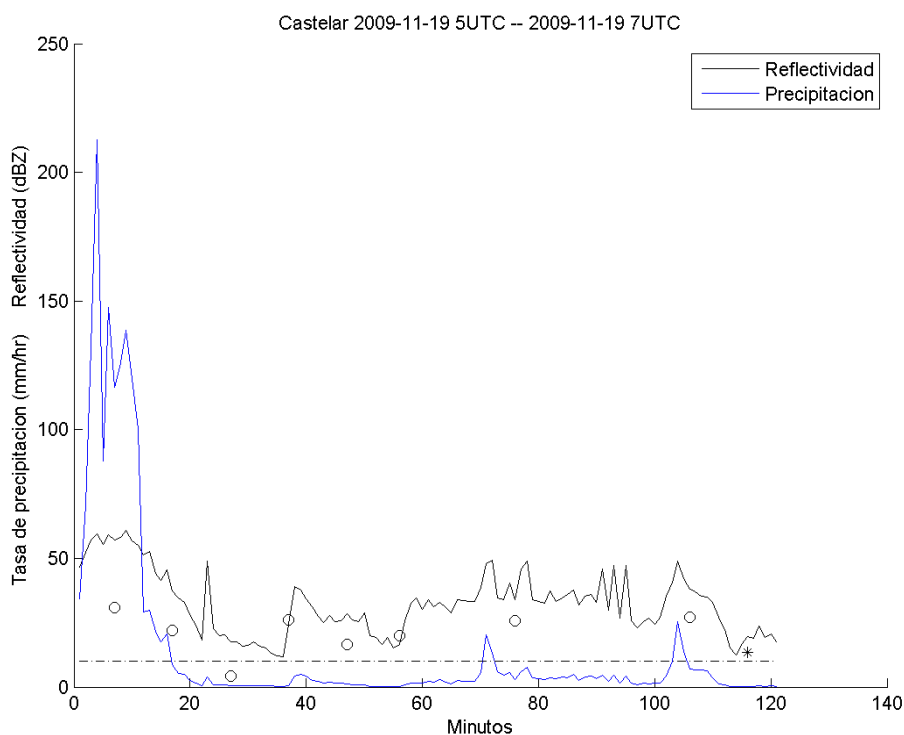


Figura 3: Evolución temporal de la reflectividad para un evento de precipitación ocurrido el 19/11/2009 entre las 0500 UTC y las 0700 UTC. La curva azul corresponde a la precipitación calculada por el disdrómetro en mm/hora, la curva negra es el factor de reflectividad calculado a partir de la DSD medida por el disdrómetro Thies ubicado en Castelar y los círculos blancos corresponden a la reflectividad en cercanías del aeropuerto internacional de Ezeiza.

5. Conclusiones

La información de los radares de Paraná y Ezeiza fue analizada utilizando datos de disdrómetros. Para ello se cuenta con tres campañas de medición, para cada uno de los casos se calculó el BIAS y RMSE entre la información de radar y los disdrómetros. Diversos problemas fueron encontrados en relación a la información de radar disponible, siendo los mayores problemas con el radar ubicado en la ciudad de Ezeiza, encontrándose, principalmente, un desvío de la imagen en sentido azimutal y diferencias en las elevaciones en las que se realiza el escaneo, generando que los resultados obtenidos no resulten confiables.

Cuando se comparan los errores encontrados diferenciando en el tipo de precipitación y en si precipita o no sobre el radomo, se puede concluir que resulta más importante la influencia del tipo de precipitación en la variación del error que la atenuación de la señal de radar debido a la lluvia sobre el radomo, siendo mayor el error para los casos de precipitación convectiva.

La disponibilidad de numerosos sensores incluidos uno por cada nuevo radar en el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos permitirá disponer información constante de la calidad de los datos.

6. Referencias

Bloemink H.I. and E. Lanzinger, 2005: Precipitation type from the Thies disdrometer. In *WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (TECO-2005) Bucharest, Romania, 4–7 May 2005*, 3(11)

Campos E.F., I. Zawadzki, M. Petitdidier y W. Fernandez, 2006: Measurement of raindrop size distributions in tropical rain at Costa Rica. *J. of Hydrology*, 328, 98-109.

Friedrich, K., S. Higgins, F.J. Masters, and C.R. Lopez, 2013: Articulating and Stationary PARSIVEL Disdrometer Measurements in Conditions with Strong Winds and Heavy Rainfall. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 30, 2063–2080, <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-12-00254.1>

Lee G. y I. Zawadzki, 2005: Radar calibration by gage, disdrometer and polarimetry: theoretical limit caused by the variability of drop size distribution and application to fast scanning operational radar data. *J. of Hydrology*. 328, 83-97.

Thurai, M., W. A. Petersen, and L. D. Carey, 2010: DSD characteristics of cool-season tornadic storm using C-band polarimetric radar and two 2D-video disdrometers. *Extended Abstracts, Sixth European Conf. on Radar in Meteorology and Hydrology, Sibiu, Romania, EMS.*