



**Fundación para el Desarrollo Tecnológico  
Agropecuario y Forestal de Nicaragua  
(FUNICA)**



**Red Latinoamericana de Tracción  
Animal (RELATA)**

**Proyecto de validación  
Construcción de lagunetas con equipos de  
tracción animal**



**Informe final**

**Managua, Junio de 2005**

**Elaborado por: Ing. Winston Montiel    Consultor  
RELATA Nicaragua**

**Revisado por: Lic. Rafael Guerrero    Coordinador Nacional  
RELATA Nicaragua**

**Presentado a: Ing. Danilo Saavedra    Coordinador  
FAITAN/FUNICA**

**Managua, Junio de 2005**

## Contenido

### Lista de siglas

I.	Resumen ejecutivo	-----6
II.	Introducción	-----6
III.	Objetivo	-----6
IV.	Materiales y metodología utilizada	-----7
	IV.1 Localización	-----7
	IV.2 Aspectos metodológicos	-----8
V.	Resultados obtenidos con el proyecto	-----9
VI.	Ventajas y desventajas de la aplicación de la tecnologías	-----20
VII.	Conclusiones y recomendaciones	-----21
VIII.	Divulgación de la tecnología	-----23
IX.	Dificultades encontradas en la ejecución del proyecto	-----24
X.	Bibliografía	

## Lista de siglas

RELATA	Red Latinoamericana de Tracción Animal.
FUNICA	Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua.
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development).
T.A	Tracción Animal.
M.O	Mano de obra.
PASOLAC	Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería.

## **Agradecimiento**

La Red Latinoamericana de Tracción Animal y Tecnologías Apropriadas (RELATA) agradece a la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) por su contribución al desarrollo de los pequeños productores y las familias rurales beneficiadas mediante el financiamiento a Proyectos de Validación Tecnológica.

Asimismo, a los pequeños productores del municipio de Macuelizo que se organizaron y se capacitaron para adoptar la metodología como alternativa tecnológica en la búsqueda del fortalecimiento de sus capacidades para mejorar sus condiciones socio económicas.

A todos los que hicieron posible este Proyecto de Validación Tecnológica.

## I. Resumen ejecutivo

En la búsqueda de alternativas tecnológicas de bajo costo, como respuesta a la demanda de rehabilitación y mantenimiento de caminos rurales, la Red Latinoamericana de Tracción Animal (RELATA) desarrolló los diseños y construcción de implementos para rehabilitación de caminos tirados por tracción animal, implementos que fueron validados a través del establecimiento de convenios con USAID para la ejecución de programas de rehabilitación de caminos y proyectos pilotos con fondos propios de RELATA.

Con el auspicio de la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA), RELATA ha realizado en el municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia, la validación del módulo de reparación y mantenimiento de caminos con tracción animal en la construcción de lagunetas para la cosecha de agua, con el propósito de evaluar económicamente el desempeño de los mismos frente a la construcción de estos estanques con mano de obra intensiva o uso de maquinaria.

Con el fin de presentar las actividades realizadas y los alcances del proyecto de validación, se presenta este Informe Final que describe principalmente la metodología utilizada, resultados y análisis, conclusiones y recomendaciones tecnológicas producto del proceso de validación.

## II. Introducción

La mayoría de pequeños agricultores viven en zonas donde las bajas precipitaciones pluviales y las condiciones ambientales propician la sequía, impactando negativamente en su producción agrícola y por ende, en la autosostenibilidad de sus familias. El proyecto de validación se planteó validar la alternativa de utilizar implementos de tracción animal para construir lagunetas para cosechar agua.



La validación de la tecnología trata de brindar a los pequeños productores la alternativa de poder construir a bajo costo, lagunetas para cosecha de agua para uso en riego de pequeñas parcelas agrícolas y para bebederos de ganado en la temporada seca.

## III. Objetivo

Validar y promover la tecnología de tracción animal como una alternativa disponible de bajo costo para la construcción de infraestructura para cosecha

de agua, divulgar la tecnología como una propuesta que permita a las familias beneficiadas, mejorar las condiciones para su auto sostenibilidad.

## **IV. Materiales y metodología utilizada**

### **IV.1 Localización**

Para el desarrollo del proyecto de validación tecnológica, se seleccionó el municipio de Macuelizo, en el departamento de Nueva Segovia, en las comunidades Poza Galana, La Tejera y El Paraíso.

El municipio de Macuelizo tiene una extensión territorial de 24,820 hectáreas, con una topografía ondulada con pendientes de 15 – 30%.

Este municipio presenta precipitaciones promedio de 500 mm anuales y temperaturas cálidas con rangos de 24 – 26 grados centígrados. Los principales productos agrícolas que se cosechan en el municipio son maíz, sorgo, frijol y ajonjolí. Los riesgos climáticos son altos en la siembra de primera por canícula prolongada y en postrerón generalmente se cultiva con riego suplementario cuando se cuenta con fuentes naturales de agua.

El municipio cuenta con altos niveles de pobreza por el limitado potencial agropecuario causado por riesgos climáticos y suelos muy superficiales o pedregosos. La región presenta serias limitaciones por la escasez de agua para consumo humano debido a la contaminación de las aguas superficiales por sedimentos causados por la erosión.

Las aguas subterráneas presentan un bajo potencial para irrigación debido a la geología de la zona.

Se seleccionaron tres pequeños productores, uno por comunidad, para la construcción de las lagunetas en sus parcelas, como representantes de las 24 familias beneficiadas directamente.

### **Condiciones agroecológicas**

Las condiciones agroecológicas del municipio de Macuelizo son adversas a causa de la sequía predominante en la zona durante toda la época del año, provocando bajos rendimientos en las cosechas a los pequeños productores, que generalmente producen para el autoconsumo.

La selección de los sitios para la construcción de las lagunetas, considerando aspectos de topografía plana y tipo de suelos suave a semi duro, permitieron que los equipos trabajaran de forma eficiente, disminuyendo el tiempo planificado para la construcción lo que incidió directamente en la reducción del costo de la obra. Se localizó el sitio de la laguneta en el pie de laderas de

cerros o colinas para aprovechar el agua de escorrentías y conducirla hacia la laguneta para su uso.

## IV. 2 Aspectos metodológicos

Unidad experimental:	Lagunetas para cosecha de agua (capacidad promedio de almacenamiento de 736.33 m <sup>3</sup> ).
Número de repeticiones:	Construcción de dos (2) lagunetas con equipos de tracción animal y una (1) con mano de obra.
Variable a medir:	Incremento de los ingresos de los productores beneficiados por el desarrollo de actividades económicas productivas en los meses de verano.  Bajos costos de la tecnología comparados con el uso de maquinaria o mano de obra.

### Metodología utilizada

La metodología utilizada para la construcción de lagunetas con equipos de tracción animal, fue el uso de los implementos que componen el módulo de tracción animal para la rehabilitación de caminos rurales, el que está compuesto por:

- Arado cincel.
- Pala niveladora.
- Terraceador tiller.
- Volcarreta.
- Rodillo compactador.



Para la construcción de la laguneta con metodología de mano de obra comunitaria, se utilizaron herramientas menores:

- Palas.
- Picos.
- Barras.
- Piochas.
- Carretillas.



### Capacitación

RELATA realizó un taller de capacitación sobre aspectos básicos de construcción, uso y mantenimiento de lagunetas para cosecha de agua, dirigido a los pequeños productores beneficiados, estudiantes de agronomía y comunitarios que conformarían posteriormente los grupos de trabajo para la ejecución de las obras. Este taller fue impartido a través de los servicios de consultoría.

Asimismo, RELATA llevó a cabo dos talleres de capacitación sobre el uso y manejo de los implementos de tracción animal, un taller por cada sitio donde se construyeron las lagunetas, dirigidos a los productores beneficiados que trabajaron en la construcción de los reservorios.

El taller se implementó mediante la metodología de aprender haciendo, la práctica de uso y manejo de los implementos se realizó mediante la construcción de las lagunetas.

## V. Resultados obtenidos

Se describen a continuación una serie de criterios e indicadores que se utilizaron en la validación, previo a los resultados obtenidos.

### a) Retorno esperado de la adopción:

#### a.1) Análisis de costo para la construcción de una laguneta haciendo uso del equipo caminero con tracción animal.

- Capacidad de almacenamiento : 1,035 m<sup>3</sup>
- Dimensiones de laguneta : 30m x 20m x 1.5m
- Vida útil de la obra : 10 años
- Depreciación equipos de caminos/día: US\$17.22
- Costo estimado mantenimiento anual: US100.00

Costos estimados en la construcción de laguneta con tracción animal

Descripción	U/M	Costo (\$)	Vida útil (años)	Depreciación anual	Costo total
<b>Herramientas menores</b>					
Picos	2	9.92	2	4.96	14.88
Palas	2	10.68	2	5.34	16.02
Piochas	2	9.94	2	4.97	14.91

Plástico negro	110 lbs	103.4			103.4
<b>Otros gastos</b>					
Alquiler de bueyes	Día	134.00			134.00
Depreciación de equipos de caminos	Día			344.40	344.40
Compra de bambú	Global	12.00			12.00
Plantas forestales	Global	15.00			15.00
<b>Mano de obra</b>					
Limpieza del área	60 m2	0.015			0.90
Excavación/construcción de borda	1,035 m3	0.80			828.00
Compactación	60 ml	0.35			21.00
Siembra de plantas forestales					3.00
Siembra de bambú	100 ml				1.70
<b>Costo total</b>					<b>1,509.21</b>

#### Flujo Neto de Efectivo con uso del Equipo Caminero

Descripción	Años				
	1	2	3	4	5
Ingresos	1,620.00	1,620.00	1,620.00	1,620.00	1,620.00
Costos	1,509.21	100.00	100.00	100.00	100.00
Depreciación	359.67				
Utilidades	470.46	1,520.00	1,520.00	1,520.00	1,520.00

Para realizar el cálculo de los ingresos se asume que la laguneta se utilizará como bebedero para ganado (Con promedio de 25 cabezas por laguneta).

A continuación se presenta detalle para el cálculo de los ingresos, se consideraron 5 meses de verano:

Descripción	Costos \$/día	Costo Total \$
Traslado de ganado en busca de agua cada día	3.00	450.00
Pérdida de peso de los animales/día	3.00	450.00
Enfermedades por falta de agua/año	60.00	60.00
Muerte de animales por falta de agua/año	600.00	600.00
Disminución rendimiento leche-crías/año	60.00	60.00
<b>Total</b>		<b>1,620.00</b>

Con la construcción de la laguneta, no se incurrirá en estos costos, por lo que se considera como un ingreso para los beneficiarios.

De acuerdo al flujo neto de efectivo, se considera que la inversión se recupera durante el primer año.

**a. 2) Análisis de costo para la construcción de una laguneta haciendo uso exclusivo de mano de obra.**

A continuación se presenta la memoria de cálculo para la construcción de una laguneta con mano de obra comunitaria.

- Capacidad de almacenamiento : 1,035 m<sup>3</sup>
- Dimensiones de laguneta : 30m x 20m x 1.5m
- Vida útil de la obra : 10 años
- Depreciación equipos de caminos/día: US\$17.22
- Costo estimado mantenimiento anual: US200.00



Costos estimados para la construcción de laguneta con mano de obra.

Descripción	U/M	Costo (\$)	Vida útil (años)	Depreciación anual	Costo total
<b>Herramientas menores</b>					
Carretillas de mano	3 unid.	109.02	2	54.51	163.53
Picos	6 unid.	29.76	2	14.88	44.64
Palas	6 unid.	32.04	2	16.02	48.06
Piochas	3 unid.	14.91	2	7.46	22.37
Plástico negro	110 lbs	103.4			103.40
<b>Otros gastos</b>					
Compra de bambú	Global	12.00			12.00
Plantas forestales	Global	15.00			15.00
<b>Mano de obra</b>					

Limpieza del área	60 m2	0.015			0.90
Excavación	400 d/p	3.00			1,200
Construcción de borda y compactación	60 d/p	1.32			79.20
Siembra de plantas forestales					3.00
Siembra de bambú	100 ml				1.70
<b>Costo total</b>					<b>1,693.80</b>

Flujo neto de efectivo con uso de mano de obra comunitaria.

Descripción	Años				
	1	2	3	4	5
Ingresos	1,620.00	1,620.00	1,620.00	1,620.00	1,620.00
Costos	1,693.80	200.00	200.00	100.00	100.00
Depreciación	92.87				
Utilidades	470.46	1,420.00	1,420.00	1,420.00	1,420.00

### Crterios e indicadores utilizados en la validación

A continuación se presenta una tabla de costo asumiendo el uso exclusivo de maquinaria en la construcción de una laguneta de 733.73 metros cúbicos, que fue la de menor tamaño construida con equipos de tracción animal durante el proyecto de validación en el municipio de Macuelizo.

Estos costos son la base para comparar los costos de construcción con los equipos de tracción animal y mano de obra con los incurridos usando maquinaria.

### Estimado de costo construcción de laguneta con maquinaria.

Ubicación	Tecnología	Volumen excavado M <sup>3</sup>	Costo equipo US\$	Total horas máquina	Rendimiento M <sup>3</sup> /día/máquina (8 horas)
Macuelizo	Maquinaria Tractor D-5*	733.73	1,100.60	22	266.81
Movilización de equipo	-	-	122.00	-	-
<b>Costo Total</b>	-	-	<b>1,222.00</b>	-	-

\*Rendimientos de tractores CAT D-5E, D-5D, D-5H (Catterpillar Motor Company)

Los rendimientos promedio de un tractor D-5 incluyendo movimiento de tierra y compactación es de 33.35 M<sup>3</sup>/hora, el costo por metro cúbico está estimado en US\$ 1.50, no se incluyen los costos de mantenimiento anual de la laguneta, los que se estiman en un promedio del 50% del costo de construcción inicial más el

100% del costo de movilización del equipo. Estos datos se basan en costos reales mínimos ofertados en el mercado de la construcción. Se asume la movilización del equipo desde la cabecera departamental Ocotol, ubicada a 19 Km. del municipio de Macuelizo.

### Resultados cuantitativos de la validación

Se construyeron dos lagunetas con los equipos de reparación de caminos en las comunidades Poza Galana y El Paraíso, y una laguneta construida con mano de obra en la comunidad La Tejera, todas en el municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia, obteniendo los siguientes resultados:

Ubicación	Tecnología	Volumen excavado M <sup>3</sup>	Costo M.O US \$	Familias beneficiadas directas	Población beneficiada directa	Total comunidades beneficiadas
La Tejera	Mano de obra	738.02	966.34	10	60	1
El Paraisito	Tracción animal	737.25	573.89	7	42	1
Poza Galana	Tracción animal	733.73	492.18	7	42	1
<b>Total</b>		<b>2,209.00</b>	<b>2,032.4</b>	<b>24</b>	<b>144</b>	<b>3</b>

De acuerdo a la tabla anterior, la construcción de laguneta con los equipos de tracción animal de menor costo, fue la de Poza Galana con un valor de US\$ 492.18 y un volumen de excavación de 733.73 m<sup>3</sup>. La construcción de las tres lagunetas benefició directamente a 24 familias, cuyas cabezas de familia ejecutaron las actividades de construcción de las lagunetas, representando un total de ciento cuarenta y cuatro personas beneficiadas indirectamente.

### Comparativo de costos de lagunetas

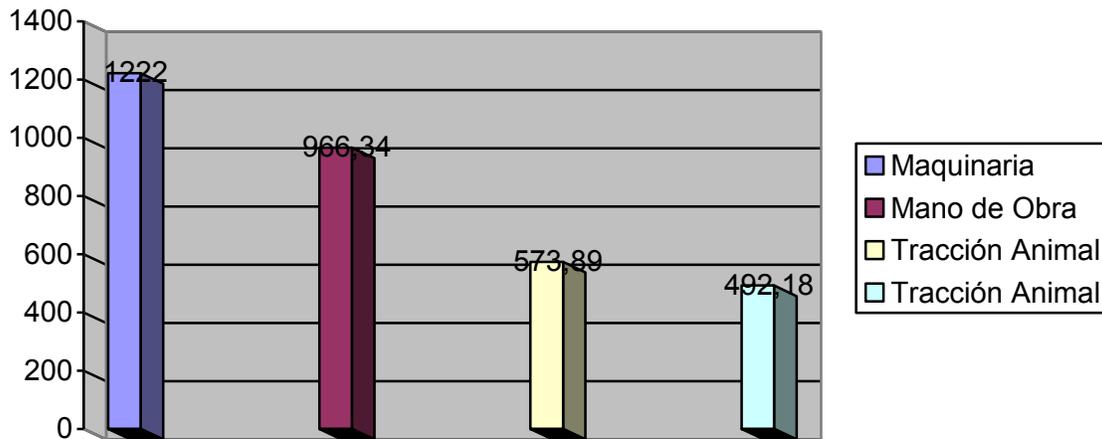
Las obras realizadas con el uso de la tecnología, volúmenes de obras y rendimientos con el uso de los equipos camineros con tracción animal comparados con el uso de mano de obra, se detallan en la tabla siguiente.

#### Comparación de costos y rendimientos en la construcción de lagunetas con mano de obra y tracción animal.

Ubicación	Tecnología	Volumen excavado M <sup>3</sup>	Costo M.O US \$	Total horas hombre	Rendimiento M <sup>3</sup> /día / hombre (8 horas)	Total M <sup>3</sup> / hombre
La Tejera	Mano de obra	738.02	966.34	492	1.50	73.80
El Paraisito	Tracción animal	737.25	573.89	294	2.51	105.32
Poza Galana	Tracción animal	733.73	492.18	252	2.91	104.82

Como uno de los resultados obtenidos, el costo promedio incurrido al utilizar equipos de tracción animal para reparación de caminos en la construcción de los dos estanques para cosecha de agua, es el 55.15% (US\$ 533.03) de los costos de construcción haciendo uso exclusivo de mano de obra comunitaria (US\$ 966.34) y 43.62% (US\$ 533.03) respecto al uso de maquinaria pesada de construcción cuyo costo mínimo asciende a US\$ 1,222.00 este costo de construcción con un tractor D5 incluye el movimiento de tierra, la compactación de taludes que lo puede realizar el mismo tractor, otro costo en que se tiene que incurrir es el de movilización y desmovilización del tractor.

**Gráfico comparativo de costos**



Estas lagunetas facilitaron el acceso al agua a 71 cabezas de ganado, reduciendo los costos en los que incurren los dueños por su traslado a fuentes de agua ubicadas a grandes distancias de sus propiedades.

En esta validación se midieron los beneficios económicos que se generaron como resultado de la cosecha de productos agrícolas sembrados en la época de postrera, utilizados principalmente para autoconsumo y un mínimo para la venta, tomando como base datos de rendimientos de siembra aportados por los agricultores, de algunos cultivos en la zona como maíz, sorgo y frijol.

### Impacto de la adopción de la tecnología



#### a) Poza Galana

La laguneta se llenó con las únicas dos fuertes lluvias que cayeron en la zona en el mes de noviembre 2004 hasta una profundidad aproximada de 1.5 metros de altura en la parte más profunda de la laguneta. Se volvió a llenar en mayo 2005.

La construcción de esta laguneta con equipos de tracción animal, en Poza Galana, en la finca del pequeño productor Sr. Javier Aguilera generó los beneficios que se presentan a continuación:

- Abrevadero para 40 (Cuarenta) cabezas de ganado pardo brahman. Anteriormente eran trasladadas hasta la quebrada ubicada aproximadamente a 2 Km. de distancia
- Siembra de  $\frac{1}{4}$  de manzana de zacate Taiwán para consumo del ganado. El riego de esta siembra se realizó con el agua almacenada en la laguneta
- La siembra del zacate Taiwán generó ahorros en la compra de guate por el orden de los US\$ 60.00

### b) La Tejera

La laguneta se llenó de agua en el mes de noviembre de 2004 y duró hasta el mes de febrero de 2005 con una profundidad de 1.25 metros en el área de mayor profundidad. Al igual que la anterior laguneta, se volvió a llenar en el mes de mayo 2005.

La laguneta de La Tejera, ubicada en la finca del pequeño productor Luis Rey González González, fue construida con mano de obra comunitaria, y generó los siguientes beneficios:

- Abrevadero para 14 cabezas de ganado (Bueyes y vacas), que era llevado anteriormente hasta la quebrada ubicada aproximadamente a 1 Km. de distancia, beneficiando a 6 productores de la zona.



- Agua para riego de  $\frac{1}{4}$  de manzana de frijol de postrera.

- Agua para riego de  $\frac{1}{2}$  manzana de maíz de postrera.

- Riego para la siembra de cucurbitáceas: pepinos y pipianes.

- Riego de zacate Taiwán. Se han realizado dos ventas de Taiwán para alimento del ganado. Esta actividad generó un ingreso de US\$ 20.00.



- Riego por goteo para ¼ de manzana con árboles de aguacate.

Esta producción lograda con el riego del agua de la laguneta, generó ingresos de US\$ 520.00.

La mayor parte de esta producción fue destinada para auto consumo y un mínimo para venta.

Este productor utiliza abono orgánico e incorporación de maleza.

### c) El Paraíso



En la comunidad El Paraíso se construyó una laguneta con tracción animal en la finca propiedad del pequeño productor Sr. Edwin Espinoza.

En noviembre 2004 se llenó la laguneta con dos fuertes aguaceros caídos en el sector, durando hasta el mes de enero 2005. Al igual que las lagunetas anteriores se llenó con las lluvias de mayo

2005. Ha generado los siguientes beneficios:

- Abrevadero para aguar 17 cabezas de ganado.
- Siembra de postrera de ¼ de manzana de sorgo y pipianes regado con el agua de la laguneta.
- Utilizó el guate de ¼ de manzana de sorgo para alimento del ganado.

Esta actividad agrícola, utilizando el agua de la laguneta generó ingresos aproximados de US\$ 60.00.

A continuación, se presenta cuadro de indicadores de la propuesta de validación y los resultados obtenidos. Los resultados variaron respecto a los indicadores, ya que las lagunetas se construyeron en un sólo municipio a causa de que no se presentaron las condiciones de suelo para construir una laguneta en Somoto como se propuso inicialmente.

Esta variación en los resultados corresponde a:

- Se capacitó únicamente una microempresa en el municipio de Macuelizo.
- Se capacitó un técnico y un promotor en la construcción de lagunetas. La persona capacitada es el Sr. Luis Rey González.
- Se capacitó a 14 (catorce) productores en la construcción de lagunetas con equipo de tracción animal.



## Indicadores de la propuesta de validación

Resultados esperados	Indicadores	Resultados obtenidos
<p>Construir 3 lagunetas: 2 con tecnología de tracción animal y 1 con mano de obra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 repeticiones con tecnología de tracción animal en Macuelizo.</li> <li>• 1 repetición con mano de obra.</li> <li>• 3 microempresas funcionando ofrecen el servicio de construcción de lagunetas en Macuelizo.</li> <li>• 12 microempresarios, 3 técnicos, 1 promotor y 9 productores capacitados en construcción de lagunetas usando los equipos de caminos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construidas 2 lagunetas con equipos de tracción animal en Macuelizo.</li> <li>• Construida 1 laguneta con mano de obra en Macuelizo.</li> <li>• Capacitada una microempresa de servicios de construcción de lagunetas en Macuelizo.</li> <li>• Capacitados 1 técnico, 1 promotor y 14 productores en construcción de lagunetas usando equipos de caminos.</li> </ul>
<p>Incrementados los ingresos de los productores por el desarrollo de actividades económicas - productivas en los meses de verano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al menos ¼ de manzana de cultivos de verano establecidos en cada una de las lagunetas con riego.</li> <li>• Reducido en un 60% los costos asociados a la salud y nutrición del ganado mayor.</li> </ul>	<p>a) Cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ½ manzana sembrada de maíz, ¼ de manzana sembrada de frijol y siembra de pepinos y pipianes para autoconsumo y venta en La Tejera.</li> <li>• ¼ de manzana sembrada con sorgo en El Paraíso.</li> </ul> <p>b) Ganado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¼ de manzana sembrada con zacate Taiwán para alimento de 40 cabezas de ganado en Poza Galana.</li> <li>• ¼ de manzana aprovechamiento del guate del sorgo para alimento de 17 cabezas de ganado en El Paraíso.</li> <li>• Bebedero para 40 cabezas de ganado en Poza Galana.</li> <li>• Bebedero para 14 cabezas de ganado en La Tejera.</li> <li>• Bebedero para 17 cabezas de ganado en El Paraíso.</li> <li>• Reducción del 88.88% de costos asociados a salud y nutrición ganadera.</li> </ul>

La reducción de los costos en salud y nutrición del ganado se basan en los costos incurridos por el productor en un período de cinco meses de verano (US\$ 1,620.00) comparado con la reducción de costos por el uso de la laguneta durante los tres meses del verano (US\$ 1,440.00). Se utilizan tres meses del verano ya que este fue el período que duró el almacenamiento de agua en las lagunetas.

### Ingresos producto del uso de las lagunetas

Costos incurridos sin proyecto	Costo estimado (\$)	Ingresos o ahorro con proyecto	Costo estimado (\$)
a) Ganadería:			
• Traslado diario de ganado en busca de agua (5 meses de verano).	450.00	• No se trasladó ganado en busca de agua (3 meses del verano).	360.00
• Pérdida de peso del ganado (verano).	450.00	• No hubo pérdida de peso del ganado (3 meses del verano).	360.00
• Enfermedades.	60.00	• Reducción de enfermedades.	60.00
• Muerte.	600.00	• No hubo muerte.	600.00
• Rendimiento.	60.00	• Rendimiento.	60.00
<b>Promedio total ganadería por laguneta</b>	<b>1,620.00</b>		<b>1,440.00</b>
b) Agricultura			
• Compra de zacate Taiwán en Poza Galana.	245.00	• Siembra de ¼ manzana de Taiwán en Poza Galana.	60.00
• Cosecha de ½ manzana de maíz y ¼ manzana de frijoles en La Tejera	102.78	• Cosecha de ½ mz de maíz, ¼ mz de frijol, pepinos y pipianes en La Tejera.	500.00
• Venta de zacate Taiwán en La Tejera.	0.00	• Venta de zacate Taiwán en La Tejera.	18.00
• Compra de guate y sorgo para ganado en El Paraíso.	95.50	• Siembra de sorgo y guate para el ganado en El Paraíso.	48.00
		• Siembra de pipianes en El Paraíso.	10.00
<b>Total costos incurridos sin proyecto</b>	<b>443.28</b>	<b>Total ingreso con proyecto</b>	<b>636.00</b>

De acuerdo al total de cabezas de ganado aprovechando el agua de las lagunetas, se ha estimado un promedio de 25 cabezas por laguneta. Se logró aguar el ganado con las lagunetas en un período máximo de tres meses promedio. La falta de lluvias y la evaporación, impidieron mayor tiempo de almacenamiento. Se detectó en La Tejera (Construida con mano de obra) infiltración en un sector entre el lecho y el talud de la laguneta, recomendando la impermeabilización con arcilla, actividad que fue imposible realizar debido a la caída de dos fuertes lluvias que llenaron la laguneta el invierno pasado. La impermeabilización fue posible en el verano una vez seca la laguneta. Actualmente se encuentra llena de agua.

Los costos de los productos agrícolas están basados en datos de costos suministrados por los productores y los rendimientos por manzana cultivada que se detallan a continuación, se basan en datos de rendimientos suministrados por los pequeños productores beneficiados.

Laguneta	Tipo de cultivo	Rendimientos en época de siembra (Mz)		Rendimiento con riego de laguneta (1/4 Mz)
		Buen invierno	Mal invierno	
La Tejera	Maíz	7 – 10 QQ/Mz	5 – 7 QQ/Mz	5 quintales
	Frijol	15 – 20 QQ/Mz	5 – 7 QQ/Mz	7 quintales
	Cucurbitáceas:	No hay datos	No hay datos	
	Pepinos			Más de 1,000 unidades
	Pipianes			Aproximadamente 600 unidades
	Zacate Taiwán	No hay datos	No hay datos	Aproximadamente 60 manojos
Poza Galana	Zacate Taiwán	No hay datos	No hay datos	Aproximadamente 200 manojos
El Paraíso	Sorgo	No hay datos	No hay datos	2 quintales
	Guate	No hay datos	No hay datos	Aproximadamente 65 manojos

Cabe señalar, que de acuerdo al estudio "Potencialidades de los Recursos Naturales de Nicaragua" (MAGFOR 2001), el municipio de Macuelizo se caracteriza de alto riesgo en la siembra de primera, por veranos y canículas prolongadas y en postrerón generalmente se cultiva con riego cuando se cuenta con ello. La siembra de postrerón en pequeñas parcelas para autoconsumo, fue posible utilizando riego suplementario de las lagunetas.

## VI. Ventajas y desventajas de la aplicación de la tecnología

Las ventajas y desventajas obtenidas con la validación al hacer uso de los equipos de reparación de caminos con tracción animal, se describen a continuación:



### VI.1 Ventajas

- La tecnología es de fácil manejo, lo que genera empleo comunitario.
- La aplicación de la tecnología humaniza el trabajo realizado exclusivamente con mano de obra comunitaria.
- Los taludes quedan mejor compactados con el rodillo compactador, comparado con la compactación a mano.
- Se disminuye el tiempo de ejecución comparado con el uso exclusivo de mano de obra, ya que los rendimientos con los equipos en M<sup>3</sup> /día son mayores que los rendimientos de la mano de obra.
- Los costos son menores utilizando la tecnología de tracción animal frente al uso de mano de obra o maquinaria.
- Fortalece las capacidades locales, permitiendo ingresos económicos adicionales a los grupos que se organicen para brindar el servicio de construcción y mantenimiento de lagunetas para cosecha de agua.
- El bajo costo de la inversión que requiere la tecnología, facilita el acceso de los pequeños productores a este tipo de infraestructura para riego.
- Los impactos ambientales negativos son mínimos.



### VI.2 Desventajas

- Los implementos de tracción animal no funcionan en suelos duros o pedregosos.
- Reviste de mucha importancia la compactación, si no se realiza una buena compactación de los taludes, se corre el riesgo de derrumbe de los mismos.
- Otro aspecto en el que se debe hacer mucho énfasis, es el sellado del suelo o

lecho de la laguneta y taludes, la falta de sellado o impermeabilización incrementa las pérdidas del volumen de agua a causa de la infiltración. Una técnica de bajo costo recomendada, es aprovechar los recursos locales: Impermeabilizar o sellar suelo y taludes con arcilla. Es recomendable además, cubrir los taludes con plástico negro.

## VII. Conclusiones y recomendaciones

### VII.1 Conclusiones

Las conclusiones principales del proyecto de validación se describen a continuación:

- La tecnología de uso del equipo caminero con tracción animal, es eficiente para la construcción de lagunetas para cosecha de agua.



- Los costos son menores comparados con el uso exclusivo de mano de obra intensiva o maquinaria pesada, facilitando el acceso de los pequeños productores a la tecnología.

- Genera empleo y fortalece las capacidades comunitarias mediante la conformación de microempresas de servicios de construcción de este

tipo de infraestructura de riego suplementario con bajo costo.

- Permitió la siembra de postreón en una zona donde las lluvias son escasas.
- Permitió el acceso al agua para riego de pequeñas parcelas y para aguar el ganado de los beneficiarios.

La construcción de estanques o lagunetas para cosecha de agua ha sido una práctica común en las zonas de poca precipitación pluvial, el alto costo que implica el uso de maquinaria de construcción impide a los pequeños productores poder contar con este tipo de estructuras, volviéndose una actividad casi exclusiva de los grandes productores, estas obras generalmente ocupan grandes áreas de terreno para justificar los altos costos que esta actividad requiere.

Los pequeños productores han adoptado la única opción disponible mediante el uso de mano de obra en todas las labores, práctica promovida por organizaciones que trabajan con las comunidades en la zona norte del país.

Con la validación, además de ampliar el uso del equipo caminero, se ofrece a los pequeños productores una alternativa de bajo costo para la construcción de



lagunetas que pueden ser utilizadas con diferentes fines como la crianza de tilapias, aguar el ganado, riego de pequeños cultivos agrícolas, etc.

La validación del equipo caminero ha permitido contar con datos cualitativos y cuantitativos que permiten emitir criterios sobre la viabilidad del uso de la tecnología en beneficio de las familias productoras, tecnología que además de humanizar el trabajo con mano de obra, disminuye el tiempo de ejecución, así como los costos de construcción de la obra comparado con los costos que implica el uso exclusivo de mano de obra o maquinaria.

La validación además ha permitido una mayor difusión de esta tecnología alternativa en las zonas donde la sequía es el principal problema de los productores.

Los resultados obtenidos en el proceso de validación de la tecnología de tracción animal, ha permitido llegar a las conclusiones siguientes:



- La metodología de uso de implementos con tracción animal para la rehabilitación de caminos, ha demostrado ser técnicamente eficiente en la construcción de lagunetas para cosecha de agua.
- La metodología demostró ser económicamente viable, sus costos son significativamente menores comparados con la metodología de uso de mano de obra o maquinaria. Permitiendo de este modo, la accesibilidad a pequeños productores a la construcción de este tipo de infraestructura.
- Aunque el proyecto de validación se desarrolló en un municipio ubicado en zona caracterizada por la sequía, los beneficiarios lograron aprovechar las lagunetas para riego suplementario de pequeñas parcelas de productos agrícolas para auto consumo y para bebederos del ganado bovino y equino.
- La evaluación del proyecto por parte de los productores señala que esta tecnología es accesible para el productor por sus bajos costos y buena calidad de las obras, genera empleo comunitario por su fácil manejo.
- Los conocimientos adquiridos fortalecen las capacidades locales para dar respuesta eficiente y de bajo costo a la demanda de este tipo de infraestructura.
- El impacto negativo al medio ambiente es mínimo, además, los alrededores del área donde se ubica la laguneta son reforestados para protección de la fuente.



## VII.2 Recomendaciones

- En la construcción de lagunetas con el equipo de T.A. para cosecha de agua, debe considerarse el tipo de suelo y topografía, ya que la tecnología no funciona en suelos duros o rocosos.
- La ubicación de los sitios donde se construirán las lagunetas es primordial. En zonas de poca precipitación pluvial y deforestación progresiva, las posibilidades de aprovechar en el verano este tipo de infraestructura se reducen significativamente.
- La búsqueda de recursos para la implementación de un proyecto masivo de construcción de lagunetas para cosecha de agua, sobre todo en municipios con altos índices de sequía.
- Mayor divulgación de la tecnología y sus bondades, con el fin de atraer a pequeños productores a implementar la tecnología de bajo costo.

## VIII Divulgación de la tecnología

### VIII.1 Publicaciones

RELATA elabora y publica el boletín regional **EN YUNTA**, en el que semestralmente se divulgan notas técnicas relacionadas con la tracción animal y otras tecnologías apropiadas a nivel regional.

En la publicación de la revista regional **EN YUNTA** de diciembre 2003, se da a conocer un resumen del proyecto de validación construcción de lagunetas con implementos de tracción animal como parte de los acuerdos contractuales entre RELATA y FUNICA.

RELATA a la vez publicó en el boletín nacional **EN YUNTA**, la participación en el Congreso de Ingeniería de la UNI, donde se expuso sobre el proyecto de validación de la tecnología en la construcción de lagunetas.

En la revista **Yuntero Latinoamericano** número 15 del año 2004, publicado anualmente por RELATA, se divulga el uso de la tecnología en la construcción de lagunetas.

En su página Web, RELATA ha publicado información sobre el proyecto de validación con el propósito de divulgar la tecnología.



### VIII.2 Día de campo

El día 31 de octubre del 2003, se realizó un día de campo en la comunidad El Paraíso, donde se ubica una de las lagunetas construidas con equipos de tracción animal. Asistiendo productores beneficiados, productores de comunidades vecinas, autoridades municipales, promotores y técnicos de instituciones y organismos presentes en la zona.

Como resultado del día de campo se despertó gran interés de parte de los productores y representantes de organismos que participaron, solicitaron el apoyo de RELATA para la construcción de más lagunetas en otras comunidades de Macuelizo y municipios aledaños, por parte de la Alcaldía se piensa gestionar ante organismos donantes fondos para adquirir un módulo y construir más reservorios.

Los productores beneficiados realizaron un encuentro con PASOLAC y productores en general, para mostrar las obras construidas con la metodología de T.A. y promover la tecnología en la región.

### VIII.3 Participación en congresos

RELATA participó en el I Congreso de Ingeniería Agrícola organizado por la Universidad de Ingeniería, los días 13 y 14 de noviembre del 2003 y en el I Congreso Nacional de Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal, organizado por FUNICA, los días 24, 25 y 26 de marzo del 2004. En ambos eventos RELATA presentó los resultados relativos al desempeño del equipo caminero para la construcción de lagunetas, costos comparativos, ventajas y desventajas de la tecnología de tracción animal versus mano de obra y maquinaria pesada. La tecnología despertó gran interés de parte de los participantes en ambos congresos, entre estudiantes y profesionales del sector agropecuario.

## **XI. Bibliografía**

- Proyecto de Validación de Construcción de Lagunetas con Equipos de Tracción Animal – RELATA 2003.
- Proyecto de Validación de Construcción de Lagunetas con Equipos de Tracción Animal – Informe Narrativo I y II Trimestre – RELATA 2003.
- Potencialidades de los Recursos Naturales de Nicaragua – MAGFOR 2001.
- Rendimiento de Tractores CATERPILLAR Modelos D-5E, D-5D y D-5H – CATERPILLAR Co.