

An aerial photograph of a large agricultural field, likely corn, with a dirt road winding through it. The field is divided into several distinct rectangular sections, suggesting different experimental treatments or varieties. The background shows a dense forest of green trees.

# Uso de Aditivos Biológicos en Ensilaje

Rolando Demanet Filippi  
Universidad de La Frontera

Jornada de producción de Maíz para ensilaje. Pioneer. Hotel Sonesta  
Osorno, 27 de Septiembre de 2011

# **Proceso de elaboración de ensilaje**



22 15:53



2 13:35



2 13:39



29 16:29



10 8:04



10 8:06





2 13:48



**El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de la fermentación láctica bajo condiciones anaeróbicas**

**Las bacterias epifíticas de ácido láctico fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje, produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético**

**Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción**

## ***Fase aeróbica***

- ✓ **Tiene una duración de sólo pocas horas**

## ***Fase aeróbica***

- ✓ **El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias.**

## ***Fase aeróbica***

- ✓ **Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).**



## ***Fase de fermentación***

- ✓ **Se inicia al producirse un ambiente anaeróbico.**

## ***Fase de fermentación***

- ✓ **Su duración puede ser varios días o semanas y depende de las características del material ensilado y condiciones de elaboración.**

## ***Fase de fermentación***

- ✓ **Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias ácido lácticas proliferará y se convertirá en la población predominante.**

## ***Fase de fermentación***

- ✓ **A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.**

## ***Fase estable***

- ✓ **Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios.**

## ***Fase estable***

- ✓ **La mayoría de los microorganismos de la Fase de fermentación lentamente reducen su presencia.**

## ***Fase estable***

- ✓ **Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo y otros, como *clostridios* y *bacilos*, sobreviven como esporas.**

## *Fase estable*

- ✓ Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.



## ***Fase de deterioro aeróbico***

- ✓ **Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire**





*El período de deterioro tiene dos etapas:*

**Etapa I.** Degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Genera aumento en el valor del pH

*El período de deterioro tiene dos etapas:*

**Etapa II.** Aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos.

## ***Período de Deterioro***

**Incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos –también facultativos- como hongos y enterobacterias.**

## *Período de Deterioro*

**El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire.**

**La tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje**















***¿Que exigen los productores del  
ensilaje de pasturas?***



- ✓ *Clara definición de la calidad del producto final*
- ✓ *Uso de plantas con mayor contenido de carbohidratos*
- ✓ *Privilegio de la calidad por sobre la cantidad*
- ✓ *Reducción del volumen de cosecha*



- ✓ *Uso de pre marchito como técnica habitual de cosecha*
- ✓ *Incremento de la velocidad de cosecha*
- ✓ *Reducción de superficies de corte*
- ✓ *Uso de bolos como elemento diferenciador*

***Definición exacta del momento de cosecha en leguminosas (alfalfa) y pasturas de rotación y permanentes***



7 14:57



7 14:57



7 14:53

***¿Que exigen los productores del maíz  
para ensilaje?***

***Exigen el híbrido de mejor comportamiento  
productivo del mercado***





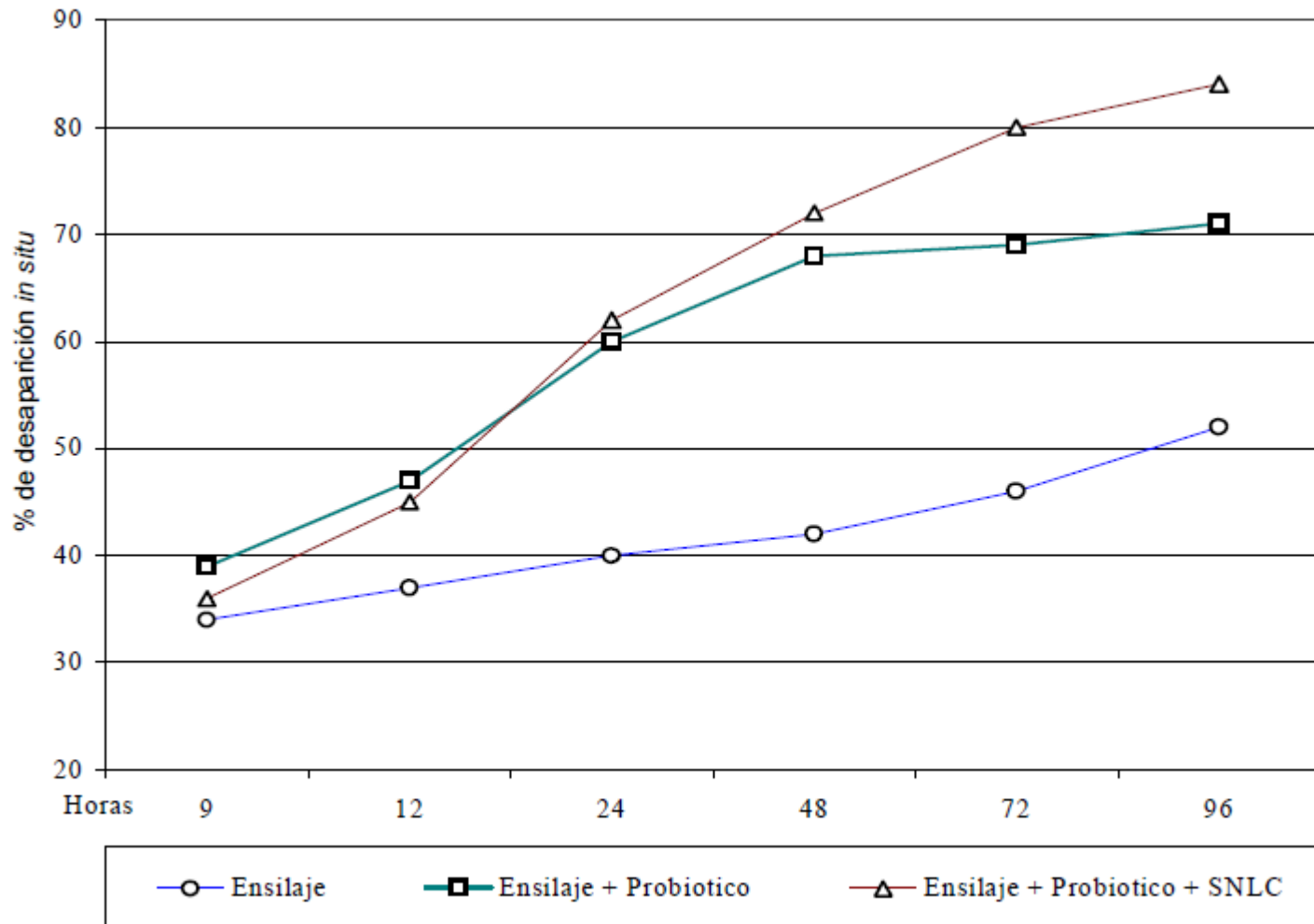
- ✓ ***Precocidad***
- ✓ ***Tolerancia a bajas temperaturas***
- ✓ ***Contenido de carbohidratos***
- ✓ ***Stay green***
- ✓ ***Digestibilidad***
- ✓ ***Tolerancia a plagas***
- ✓ ***Altura de inserción de la mazorca***
- ✓ ***Relación mazorca – planta entera***
- ✓ ***Contenido de almidón a la cosecha***





***Y en calidad ¿Que es importante?***

***Contenido de materia seca***  
***Contenido de almidón***  
***Contenido de energía***  
***Digestibilidad de la fibra***  
***Velocidad de degradación en el rumen***  
***Mayor producción de leche y carne***



***Degradabilidad de la materia seca de ensilaje de maíz en el rumen de bovinos alimentados con tres dietas diferentes de ensilaje de maíz***

***Fuente: Galina, M.A.A, M.A. Ortiz-Rubio, F. Mondragón, M. Delgado-Pertíñez y A. Elías Arch. Zootec. 58 (223): 383-393. 2009.***

***Es muy claro que el aumento de la ingestión de materia seca en dietas en base a maíz esta directamente relacionada con una mayor degradación de las paredes celulares por las bacterias fibrolíticas, que se traduce en un incremento en la tasa de desaparición en el rumen, con un aumento del consumo***

***Al madurar la planta, el aumento del contenido de almidón compensa la disminución de la digestibilidad de hojas y tallos.***

***Para un mismo estado de madurez, por ejemplo de mitad de línea de leche, la digestibilidad aumenta con el contenido de almidón.***



# ***Aditivos biológicos para Ensilajes***

# Nombres científicos de bacterias ácido lácticas

---

## Homofermentativas

*Lactobacillus plantarum*

*Lactobacillus casei*

*Pediococcus cerevisiae*

*Pediococcus acidilactici*

*Streptococcus fecalis*

*Streptococcus lactis*

*Streptococcus faecium*

---

## Heterofermentativas

*Lactobacillus brevis*

*Lactobacillus fermentum*

*Lactobacillus buchneri*

*Leuconostoc cremoris*

***Diversas son las bacterias que se utilizan en la elaboración de los aditivos biológicos, sin embargo las mas importantes corresponden a***

***1.- Lactobacillus buchneri***

***2.- Lactobacillus plantarum***

***3.- Enterococcus faecium***

Tipo de Inóculo	Aditivo 1	Aditivo 2	Aditivo 3	Aditivo 4	Aditivo 5
Homofermentativa	<i>Lactobacillus plantarum</i>   <i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>  <i>Lactobacillus acidophilus</i>   <i>Pediococcus acidilactici</i>  <i>Enterococcus faecium</i>  <i>Bacteria lactica sorgo S1</i>  <i>Lactobacillus curvatus maiz</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>    <i>Lactobacillus salivarius</i>   <i>Pediococcus acidilactici</i>  <i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>  <i>Lactobacillus brevis</i>    <i>Pediococcus acidilactici</i>   <i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>      <i>Pediococcus acidilactici</i>  <i>Enterococcus faecium</i>   <i>Lactococcus lactis</i>
Heterofermentativa					
Enzimas		Complejo multienzimático celulolítico	Amylase Cellulase Xylanase Pentosanasa		Enzimas

***Aunque la fermentación del ensilaje ocurre naturalmente bajo condiciones anaeróbicas debido a la población natural de bacterias en la planta, la velocidad y eficiencia en la fermentación (disminución del pH) es variable, dependiendo del número y tipo de bacterias productoras de ácido láctico en el cultivo***

***La rapidez con que disminuye el pH afecta la cantidad de azúcares utilizados por las bacterias, la preservación de la proteína verdadera, la cantidad de ácidos láctico, acético y etanol, y finalmente la calidad del ensilado***

***¿Qué son los inoculantes biológicos?***

***Los inoculantes biológicos contienen bacterias seleccionadas para dominar la fermentación de los cultivos en el ensilaje***



***Los inoculantes están divididos en dos categorías dependiendo de como fermentan un azúcar común en la planta, la glucosa.***

***Los homofermentadores producen solo ácido láctico y dentro de ellos se encuentran especies de Lactobacillus como Lactobacillus plantarum, y especies de Pediococcus spp, y Enterococcus spp.***

***Los heterofermentadores producen ácido láctico, ácido acético o etanol, y bióxido de carbono.***

***Lactobacillus buchneri es el mejor ejemplo de un heterofermentador.***

***¿Cuál es la diferencia en fermentación entre microorganismos homofermentativos y heterofermentativos?***

***Los homofermentativos son mas eficientes en el uso de la energía que los heterofermentativos.***

***Durante la homofermentacion, cada molécula de glucosa produce dos moléculas de ácido láctico, una mayor recuperación de materia seca y poca perdida de energía en el ensilaje.***

***La adición de bacterias homofermentadoras ayuda a disminuir más rápido el pH, inhibiendo otras bacterias y conservando la proteína de la planta.***

***Una rápida disminución en el pH y un bajo pH al final puede inhibir las bacterias de Clostridia que producen ácido butírico.***

***Menos ácido acético, butírico, y etanol es producido durante la homofermentación, la cual mejora la recuperación de material seco en un 2% a 3 % comparado con la heterofermentación.***

***Los inoculantes homofermentativos pueden mejorar el desempeño animal en un 3 a 5%, esto en base a que en la mitad de los experimentos de investigación revisados así se reportó (Kung and Muck, 1997).***

## **¡Cuidado con el Tipo de Inoculantes!**

***En los inoculantes homofermentadores el cambio hacia ácido láctico puede generar en los ensilajes de maíz, pasturas, cereales de grano pequeño y otros con un pH normalmente bajo, una mayor susceptibilidad a calentarse durante el proceso de remoción del silo (la estabilidad aeróbica se reduce).***



## ***Problemas de Deterioro Aeróbico***

- 1. Alto contenido de materia seca***
- 2. Alto contenido de azúcar***
- 3. Compactación inadecuada***
- 4. Sellado inadecuado***
- 5. Apertura demasiado temprana***
- 6. Alta temperatura ambiente***
- 7. Baja frecuencia de retiro del material***
- 8. Uso de maquinaria de excavación***
- 9. Mal diseño de silos***

**Con Lactobacillus buchneri la estabilidad aeróbica es consistentemente mejorada en los ensilados y maíces de alta humedad.**

**La mayor concentración de ácido acético producido por Lactobacillus buchneri decrece el crecimiento de levaduras y hongos que provocan que el ensilado se caliente y pudra**

**¿Que importancia tiene *Lactobacillus buchneri*?**

**Corresponde a una bacteria del ácido láctico que produce un amplio espectro de ácidos grasos volátiles durante la fermentación, la cual puede ayudar a reducir de forma notable el crecimiento de hongos y mohos.**

***La mezcla de cepas de Lactobacillus plantarum, Enterococcus faecium y Lactobacillus buchneri permiten un mejor control de la fermentación del forraje y genera una mayor estabilidad, menor pérdidas en el proceso y disminución de las pérdidas una vez abierto el silo para su consumo, debido al mejor control del deterioro aeróbico***

***Lactobacillus buchneri* es una bacteria produce una amplia gama de ácidos grasos volátiles durante la fermentación que reduce de forma notable el crecimiento de hongos perjudiciales, Clostridios, y especies de hongos responsables del deterioro de ensilaje.**

***Esta significativa reducción de los organismos de descomposición permite mejorar la estabilidad aeróbica que resulta en una reducción de la temperatura del ensilado en el comedero y la reducción de las pérdidas aeróbicas de la cara del silo con la exposición al oxígeno durante la alimentación de salida.***

***Lactobacillus buchneri***

***Todo esto conduce a una solución segura, biológica, que mejora la calidad nutricional del ensilaje.***

***Lactobacillus buchneri***

***La disminución del pH es más lento que inoculantes convencional homofermentativas debido a que el ácido acético producido por L. buchneri no es tan potente como el ácido láctico.***



***Todo esto le confiere al ensilaje una alteración en el perfil de los ácidos grasos volátiles que le permite una mayor estabilidad al momento de abrir el ensilaje para su consumo, disminuyendo el deterioro aeróbico del producto final.***

***La mejora en la estabilidad aeróbica y la reducción de las pérdidas de materia seca ofrece al productor la ventaja permite obtener una mayor cantidad de ensilaje por tonelada de forraje ensilado, junto con un ensilaje que se mantiene más fresco por más tiempo en el comedero.***

***¿A que contenido de humedad del forraje  
un inoculante funciona mejor?***

***Un inoculante puede trabajar bien en cualquier contenido de humedad.***

***Sin embargo, pocos tipos de bacterias naturales productoras de ácido láctico crecen bien bajo condiciones mas secas.***

***Esto sugiere que los inoculantes podrían ser exitosos mas frecuentemente en cultivos más secos***

***¿Que ventajas tiene el uso de estos  
aditivos en los ensilajes?***

***Acelerar y mejorar el proceso de fermentación, conservando el valor nutricional del material original y reduciendo las pérdidas de materia seca durante el proceso de fermentación y conservación del ensilaje.***

***Permite un mejor uso del almidón y la fibra  
del forraje conservado***



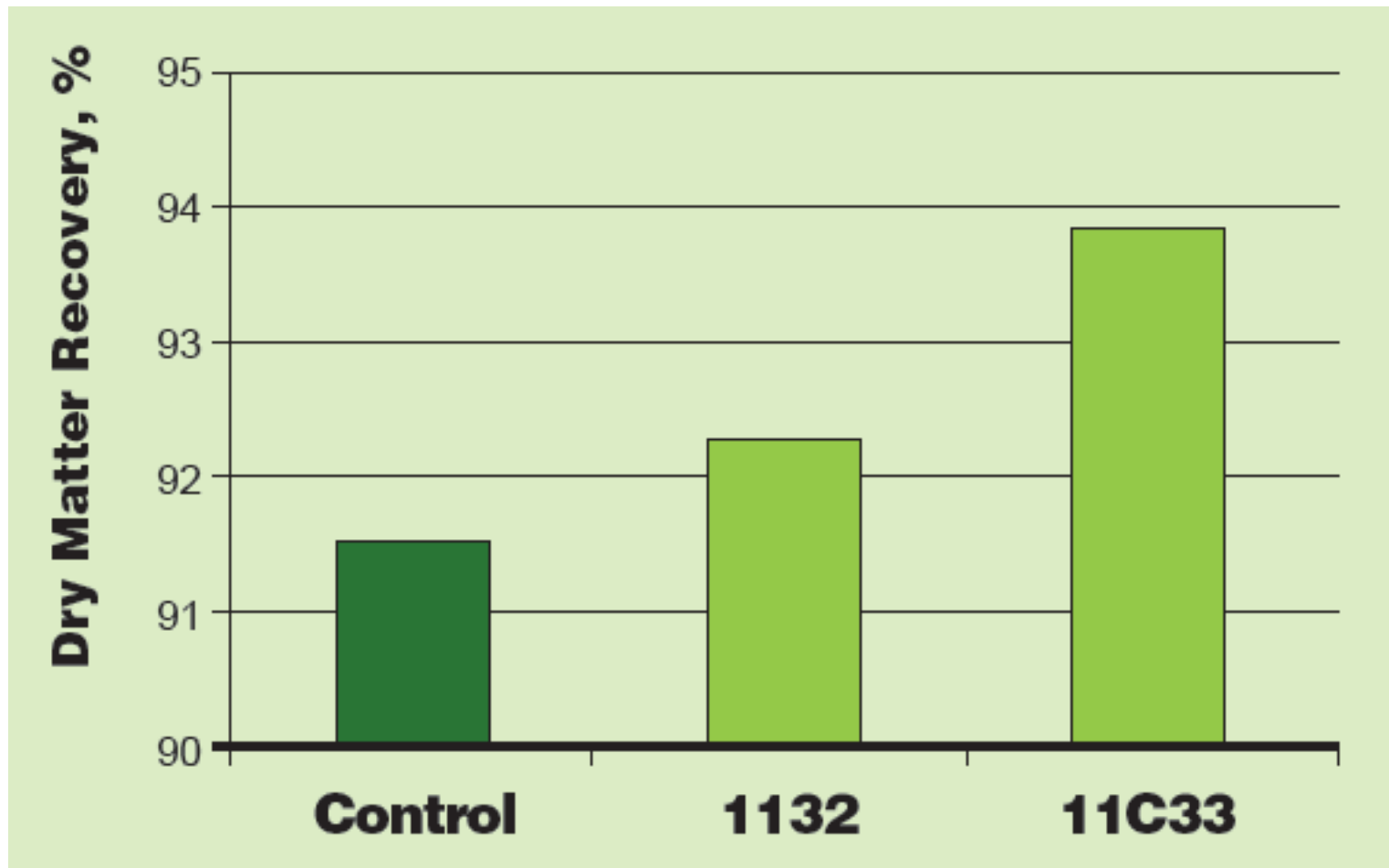
***Mejora la eficiencia de uso de proteína  
producto de la reducción de la producción  
de amoniaco***

***Extiende la vida útil del ensilado mediante  
la reducción de las pérdidas ocasionadas  
por hongos y levaduras***

***Logra mejorar la calidad del producto que se entrega al animal en el corral o en el potrero***

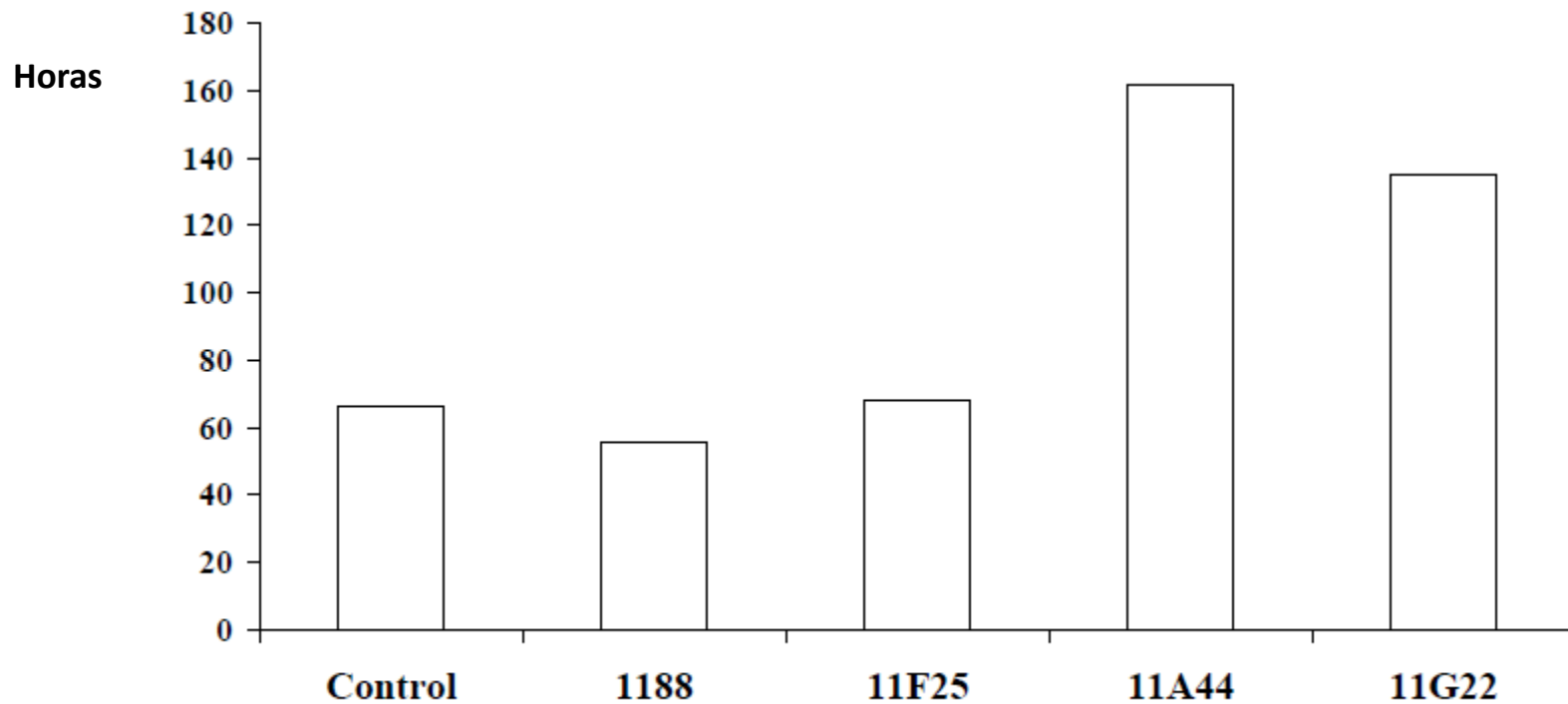
***Permite obtener un producto uniforme,  
que mantiene la temperatura durante todo  
el proceso de entrega del alimento al  
ganado***

***Una vez entregado en el comedero el ensilaje mantiene una temperatura fresca que facilita la ingesta , permite un mejor uso del forraje e incluso el rechazo utilizado para otros grupos de animales es mejor aprovechado***



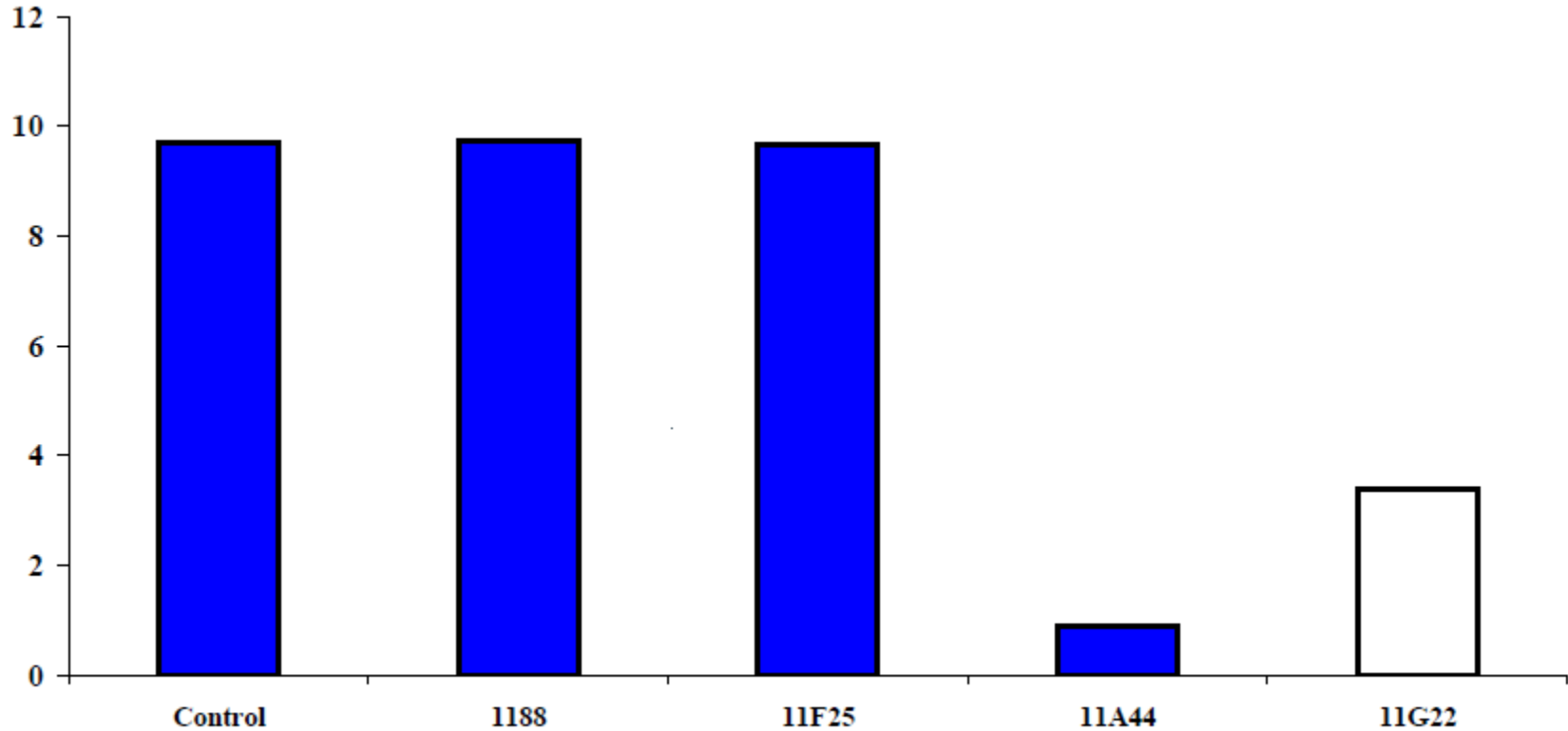
*% Pérdida total de materia seca de ensilado de maíz tratado con inoculantes biológicos (promedio de 47 muestras)*

*La pérdida de materia seca total es la suma de la pérdida de materia seca durante la fermentación anaeróbica y después de la exposición al oxígeno*



***La estabilidad aeróbica de ensilaje de maíz tratado con la marca Pioneer<sup>®</sup> 11G22***

**% Pérdidas de MS**



**Pérdida de materia seca observada de ensilaje de maíz tratado Inoculante ensilaje 11G22.**





**Los Aditivos mejoran La Fermentación  
Pero no hacen Milagros**



## *Lactobacillus buchneri*

*L. buchneri* es una bacteria ácido láctica que produce un amplio espectro de ácidos grasos volátiles durante la fermentación de ensilaje, que puede ayudar a disminuir sustancialmente el crecimiento de las levaduras y hongos responsables por el deterioro de ensilaje.

***¿Es adecuado mezclar *Lactobacillus buchneri*  
con *Lactobacillus plantarum*?***

Hu W, Schmidt RJ, McDonnell EE, Klingerman CM, Kung L Jr. En su investigación «The effect of Lactobacillus buchneri 40788 or Lactobacillus plantarum MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents», publicada en J Dairy Sci. 2009 Aug;92(8):3907-14, *demonstraron que ambas bacterias pueden mejorar la estabilidad y fermentación anaeróbica del ensilaje de maíz en diferentes estados de madurez.*

***Diversos Trabajos han demostrado las cualidades de las mezclas de bacterias***

- I. The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *Filya I, Sucu E, Karabulut A. J Appl Microbiol. 2006 Dec; 101(6):1216-23.***
  
- II. *The role of Lactobacillus buchneri in forage preservation. Holzer M, Mayrhuber E, Danner H, Braun R. Trends Biotechnol. 2003 Jun; 21(6):282-7.***
  
- III. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. *Filya I. J Appl Microbiol. 2003; 95(5):1080-6.***

***Las empresas ofrecen al productor diversos tipos de aditivos biológicos donde la presencia de estas bacterias quedan especificadas en las etiquetas de los productos, al igual que su concentración.***

***La diferencia que se establece entre los productos se encuentra en la efectividad y concentración de las cepas de cada bacteria componente del aditivo***

***Las cepas componentes de un aditivo deben ayudar a mejorar la calidad nutricional, reducir la ocurrencia de fermentaciones indeseables (incremento de temperatura) y evitar las pérdidas de materia seca del material almacenado***



***La aplicación de estas bacterias al ensilaje permiten acelerar el proceso de fermentación y generación de un pH ácido, lo que resulta en una mejor calidad y mayor valor nutritivo, que conduce a un mejor rendimiento de los animales.***

***La adición de aditivos biológicos al ensilaje mejora la recuperación de la materia seca hasta en un 2,5% en comparación con ensilajes no tratados***

***Reduce la temperatura y aumenta la vida útil del ensilaje en comparación al no tratado***

***Reduce las pérdidas generadas por fermentaciones indeseables.***

***Aumenta la estabilidad del producto conservado y con ello logra hacer mas eficiente la transformación del forraje en producto animal.***

***Efecto de la aplicación de aditivos biológicos  
en la producción animal***

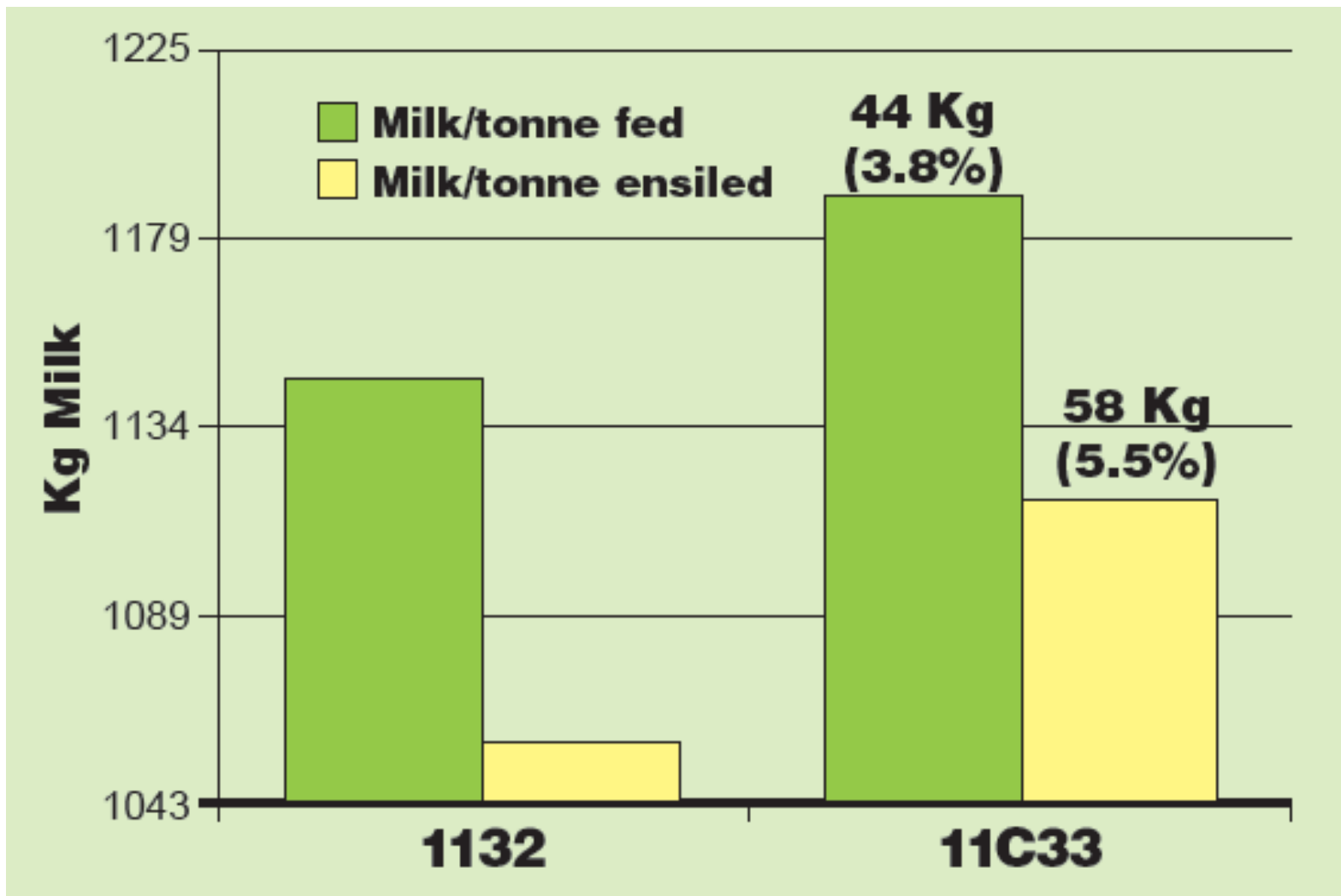
***Calculo de la relación kg Leche/kg ración y  
kg Leche/kg de ensilaje base materia seca***

***A partir de la digestibilidad de la FDN se calculo el  
rendimiento en producción de leche utilizando el  
programa Milk2000 de la Universidad de  
Wisconsin***

***Calculo de la relación kg Leche/kg ración y kg Leche/kg de ensilaje base materia seca***

***Los litros de leche por tonelada de ensilaje alimentados se obtuvo directamente por el programa Milk2000.***

***Los litros de leche por tonelada ensilada se calculó considerando los niveles de recuperación de materia seca antes mencionados (2,5%)***



*Incremento de la producción de leche a partir del uso de dos aditivos biológicos.*

***Los aditivos que se integran al mercado nacional corresponden a mezclas de bacterias que permiten acelerar el proceso de fermentación y disminuir el deterioro aeróbico***



## ***Inoculante Biológico para Praderas 11G22***

<b>Tipo de Bacteria</b>	<b>Cepa</b>	<b>Concentración (CFU/g)</b>
<i>Lactobacillus buchneri</i>	LN4637, ATCC PTA-294	1,0 X 10 <sup>11</sup>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	LP286, DSM4784, ATCC 53187	4,0 X 10 <sup>9</sup>
<i>Enterococcus faecium</i>	SF301, DSM 4789, ATCC 55593	5,0 X 10 <sup>9</sup>

## ***Inoculante Biológico para Maíz 11C33***

<b>Bacteria</b>	<b>Cepa</b>	<b>Concentración (CFU/g)</b>
<i>Lactobacillus buchneri</i>	LN4637, ATCC PTA-294	1,0 X 10 <sup>11</sup>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	LP286, DSM4784, ATCC 53187	4,0 X 10 <sup>9</sup>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	LP329, DSM5258, ATCC 55942	4,0 X 10 <sup>9</sup>
<i>Enterococcus faecium</i>	SF301, DSM 4789, ATCC 55593	2,0 X 10 <sup>9</sup>

## ***Deterioro del Ensilaje***

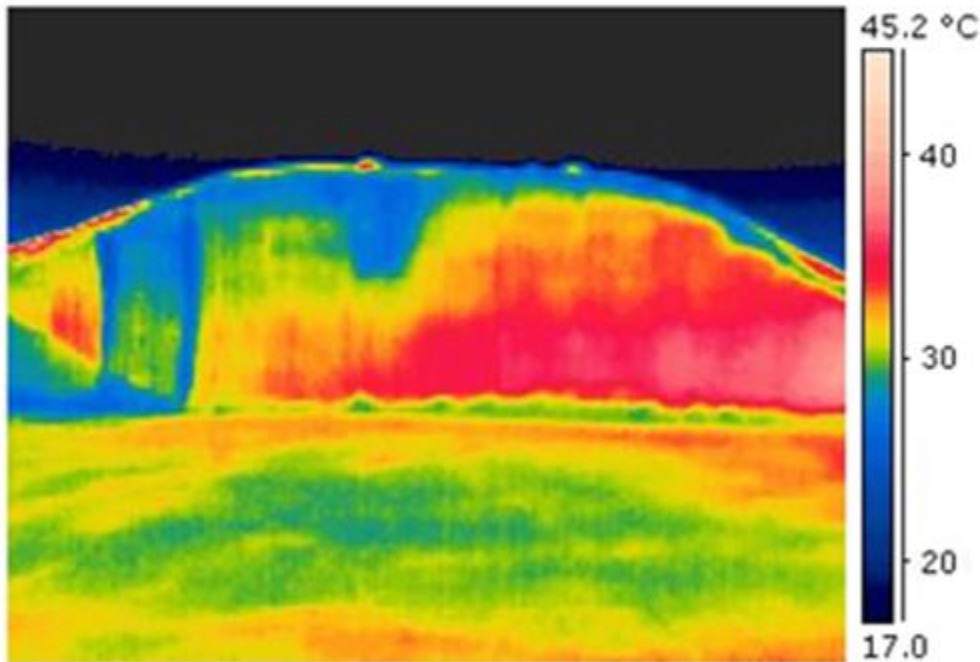
***¿Cómo se puede ver el deterioro del ensilaje sin modificar el contenido de los silos?***

## ***Deterioro del Ensilaje***

***Con el uso de la termografía infrarroja las pérdidas pasan a ser «visibles» y el ganadero puede seleccionar el área de uso de los ensilajes de acuerdo a un mapa construido por una cámara infrarroja***



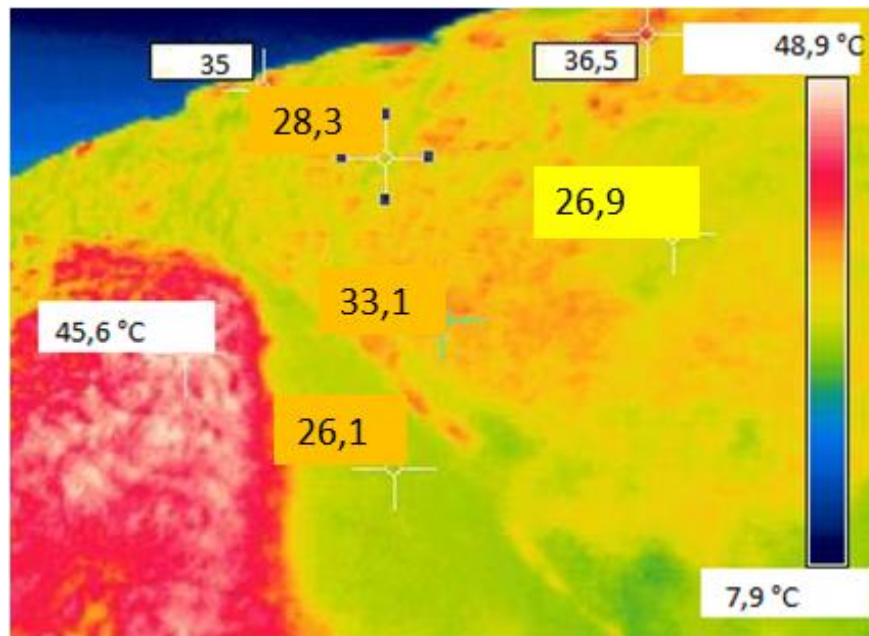
# Uso de Termografía Infrarroja en Ensilaje de Maíz



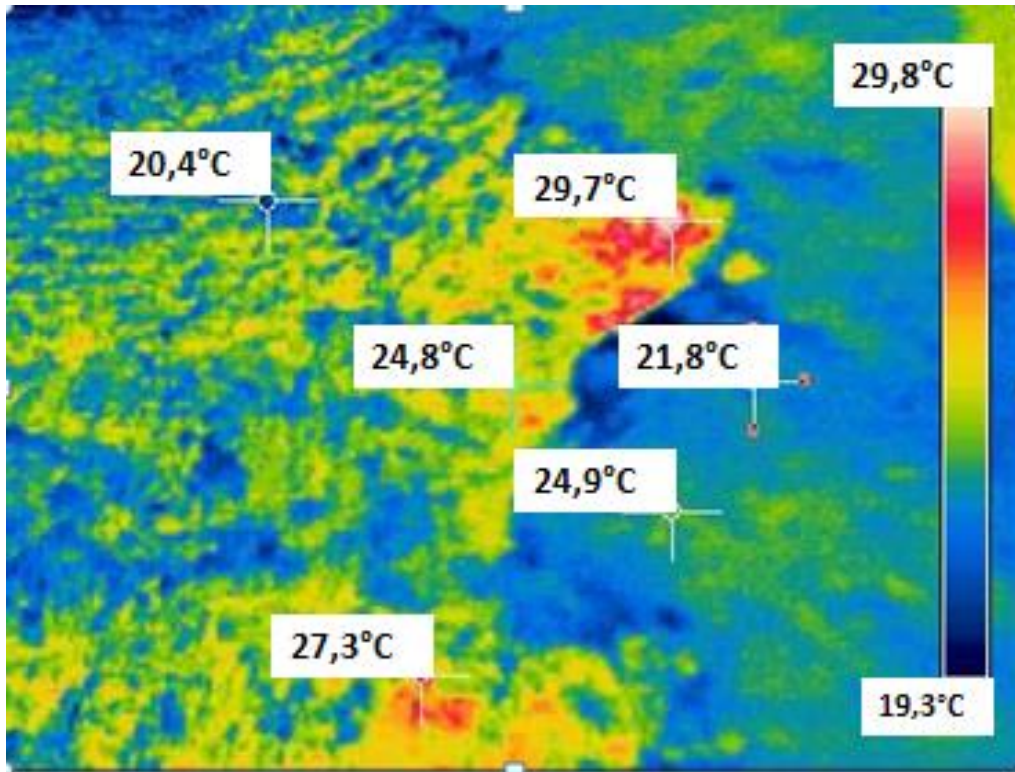
RILEVAMENTO	
data	09/06/2006
ora	16.27
Temp. atmosferica	+ 17 °C
Tipo di Struttura	Trincea
Tipo di Insilato	Silomais
Trattamento	
Osservazioni	
	

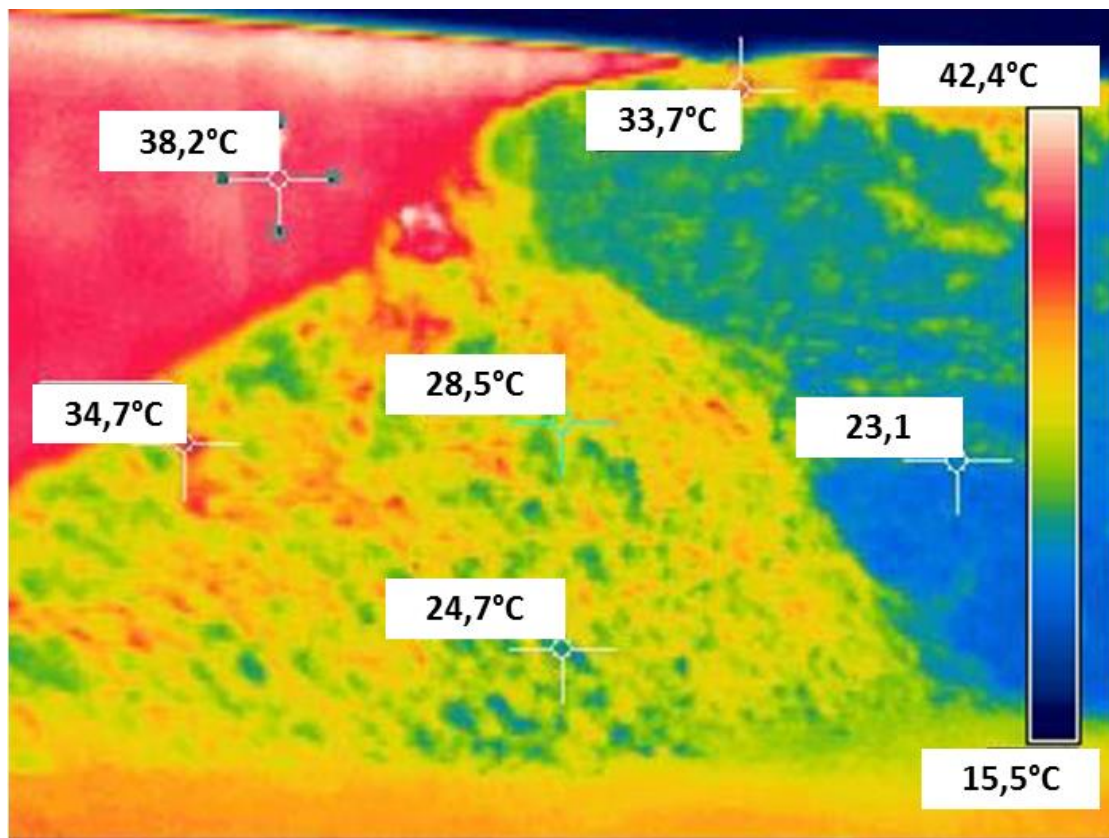
***Fácilmente se puede observar las áreas de alta actividad y mayor temperatura  
La temperatura ambiente es 17°C***

**Ensilaje de mala consistencia con bolsas de calentamiento activo pueden ser fácilmente observadas en ensilajes que no se inoculan con aditivos biológicos.**



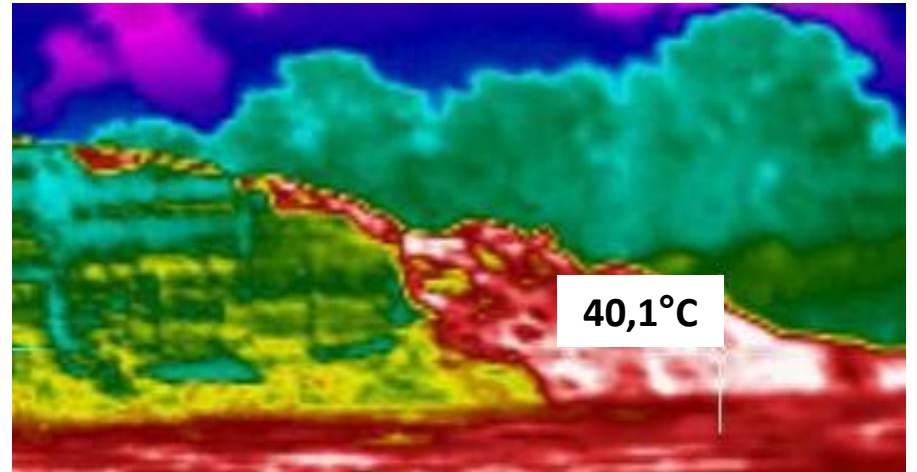
***Determinación de la calidad de  
Ensilaje no Inoculado  
sometido a movimiento con cargador frontal***





*Henilaje sin Inocular*



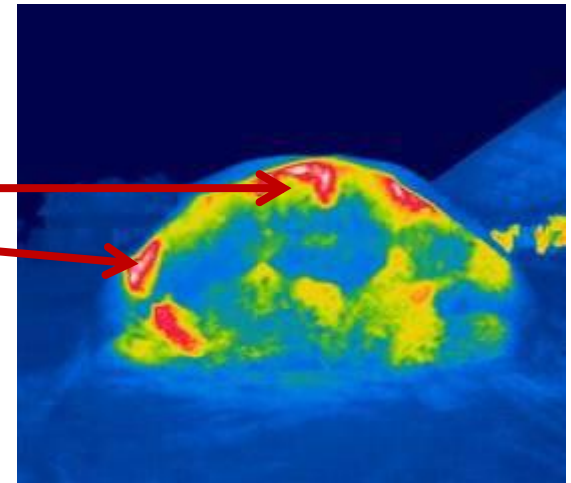


***Ensilaje de Maíz sin Inocular***



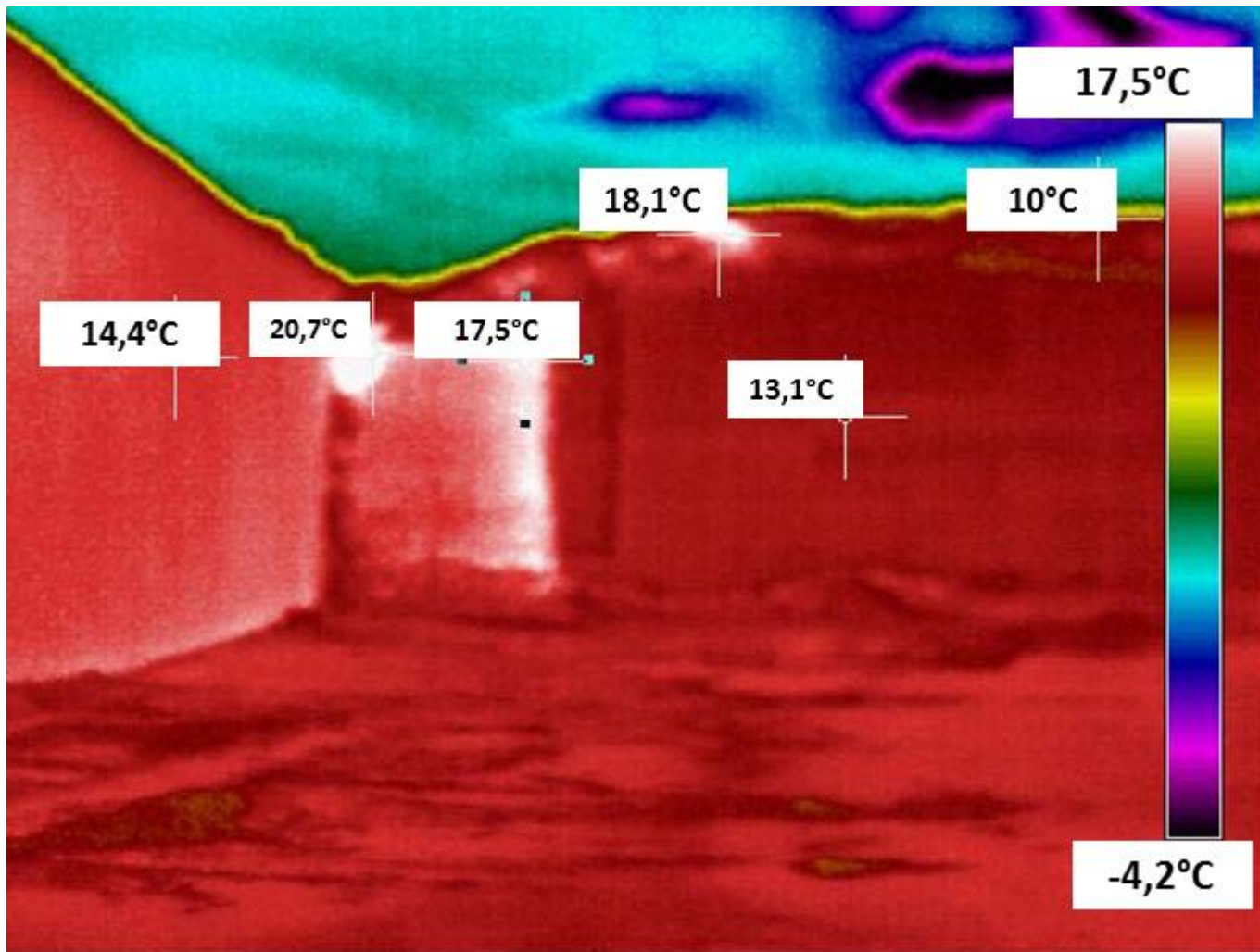
***Almacenaje de Maíz  
Sin inocular***

***Las áreas que han tenido más tiempo para que el oxígeno penetre, se estimula el crecimiento de bacterias aeróbicas y microorganismos que incrementan la temperatura de la masa del ensilaje organismos causantes de calefacción***





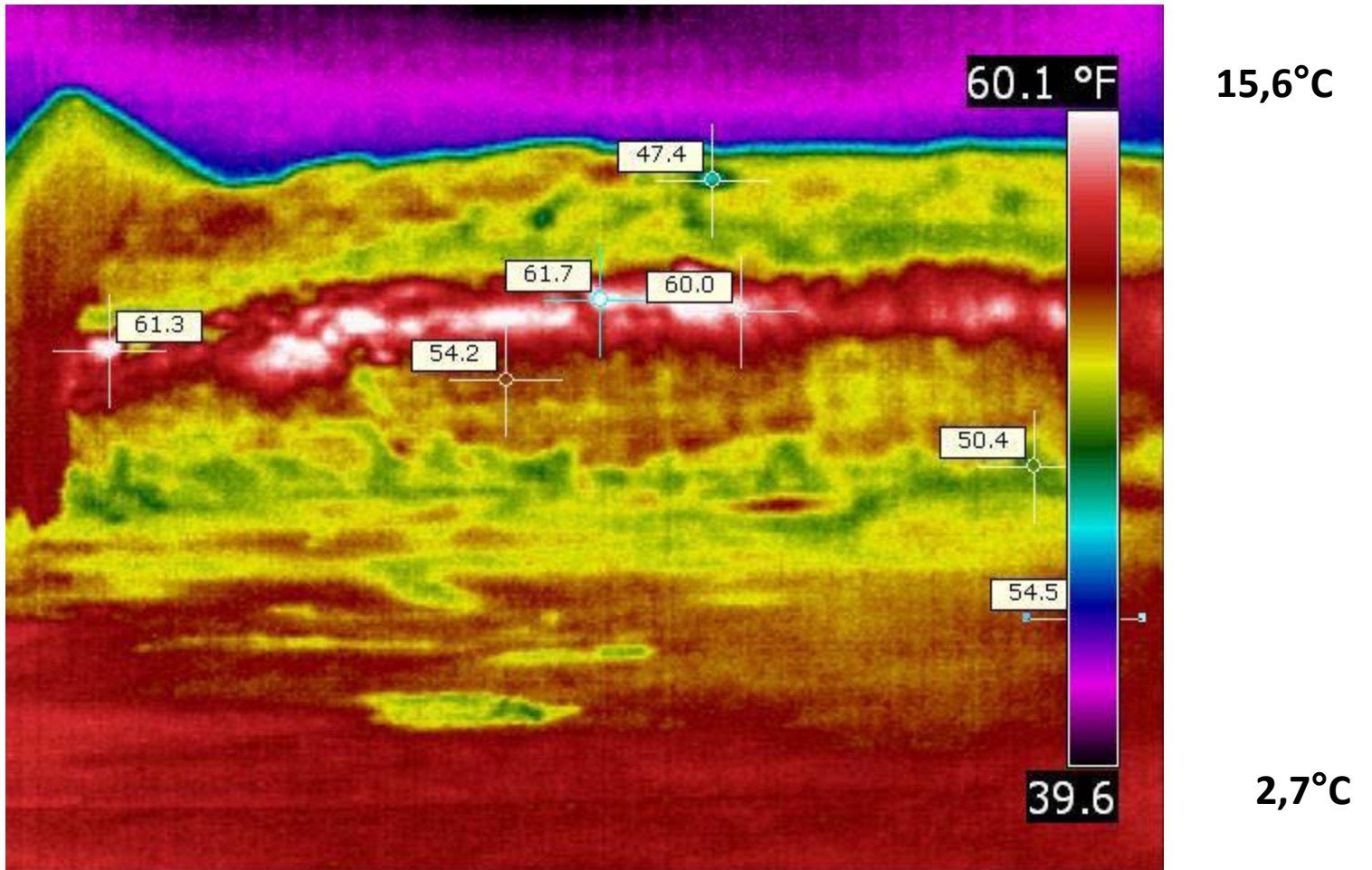
***Visión de la cara expuesta de un ensilaje no inoculado***



*Visión de la cara expuesta de un ensilaje no inoculado*



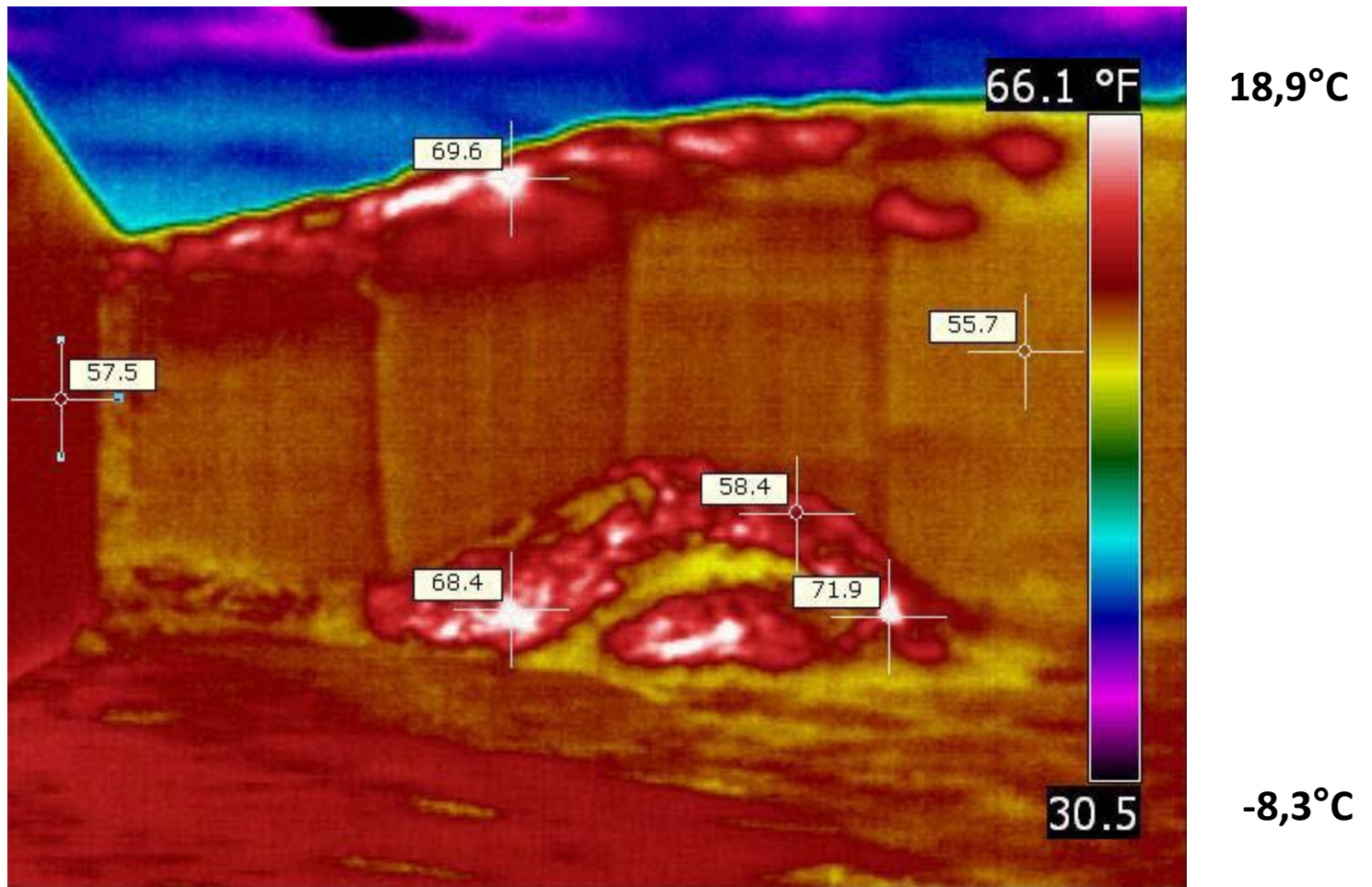
***Henilaje de Alfalfa no tratado con inoculante***



*Henilaje de Alfalfa no tratado con inoculante*



***Ensilaje de Sorgo no tratado con inoculante***

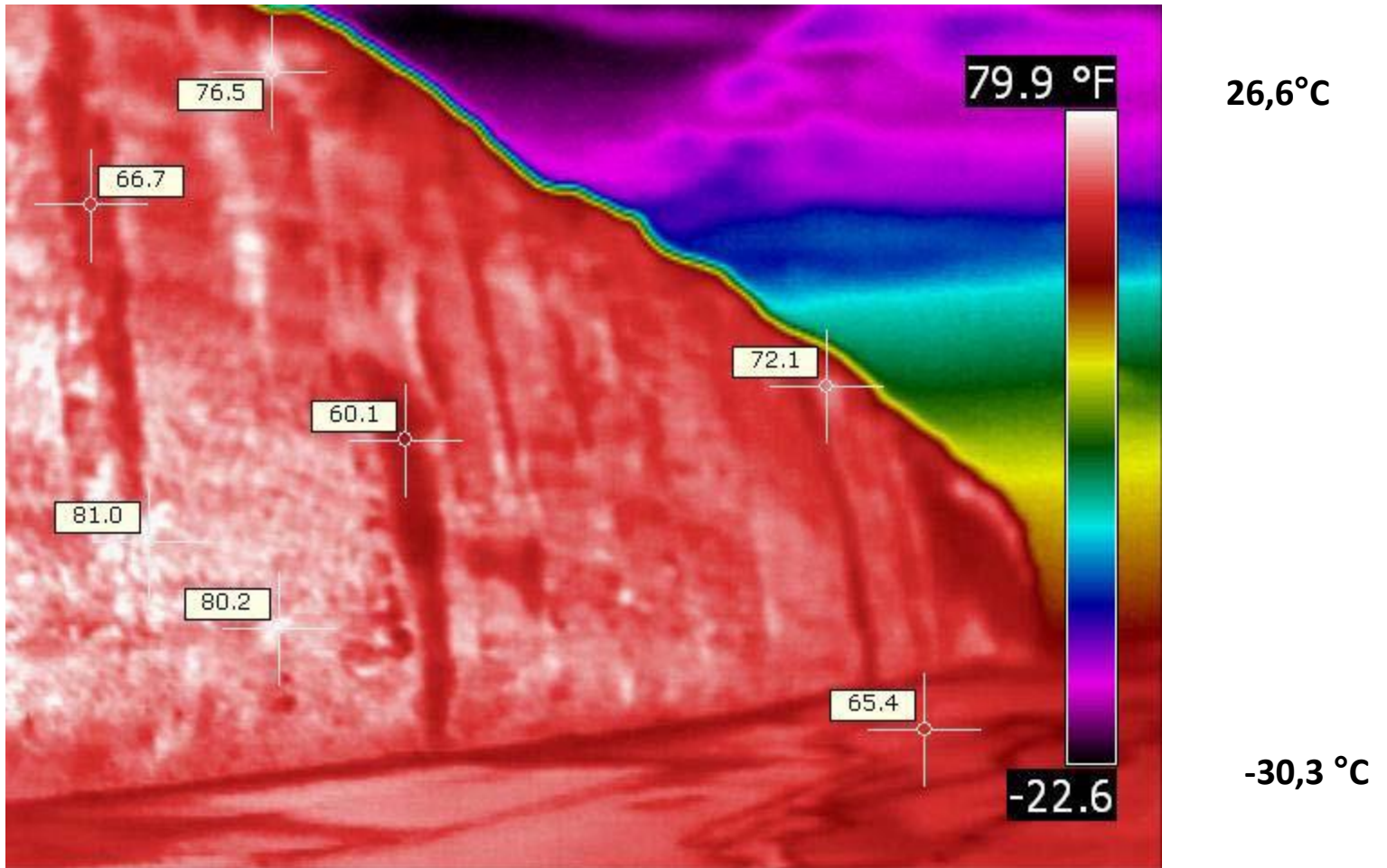


*Ensilaje de Sorgo no tratado con inoculante*





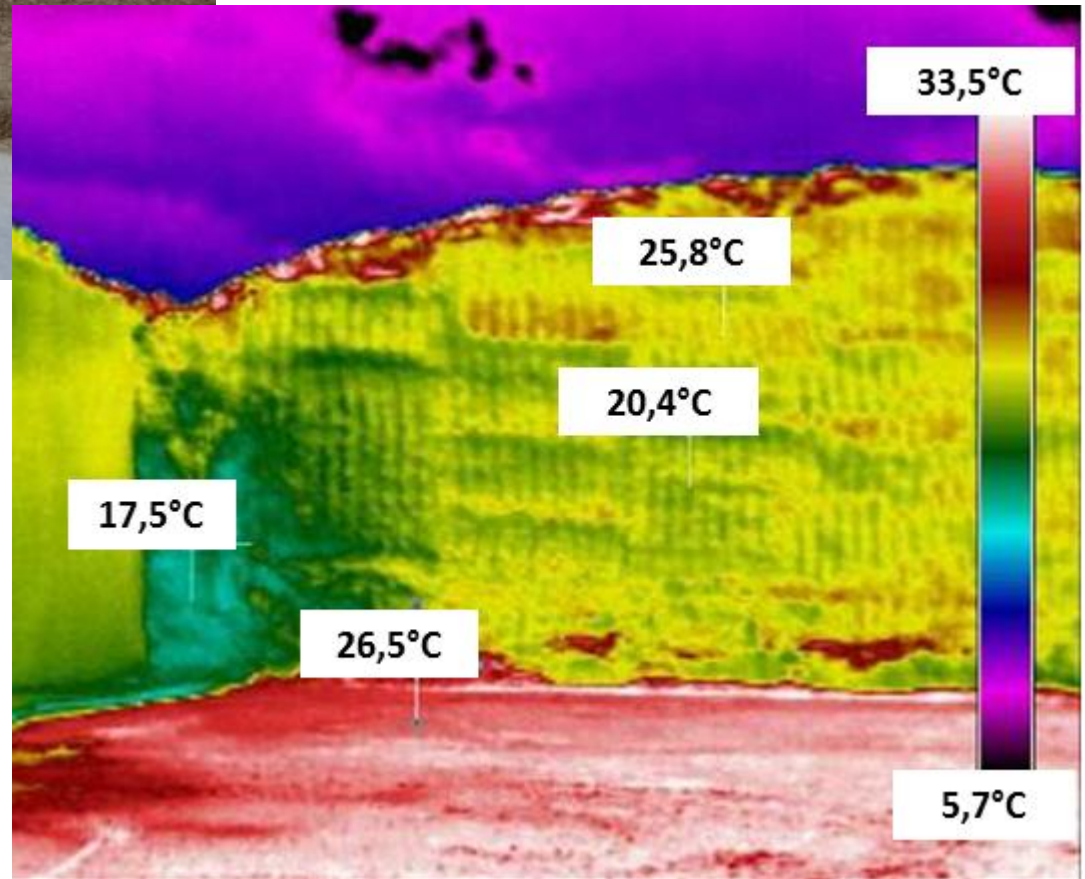
***Exposición de la cara del ensilaje a condiciones aeróbicas***



***Al menos el 50% de la materia seca expuesta se va a perder en las primeras tres pulgadas de profundidad***

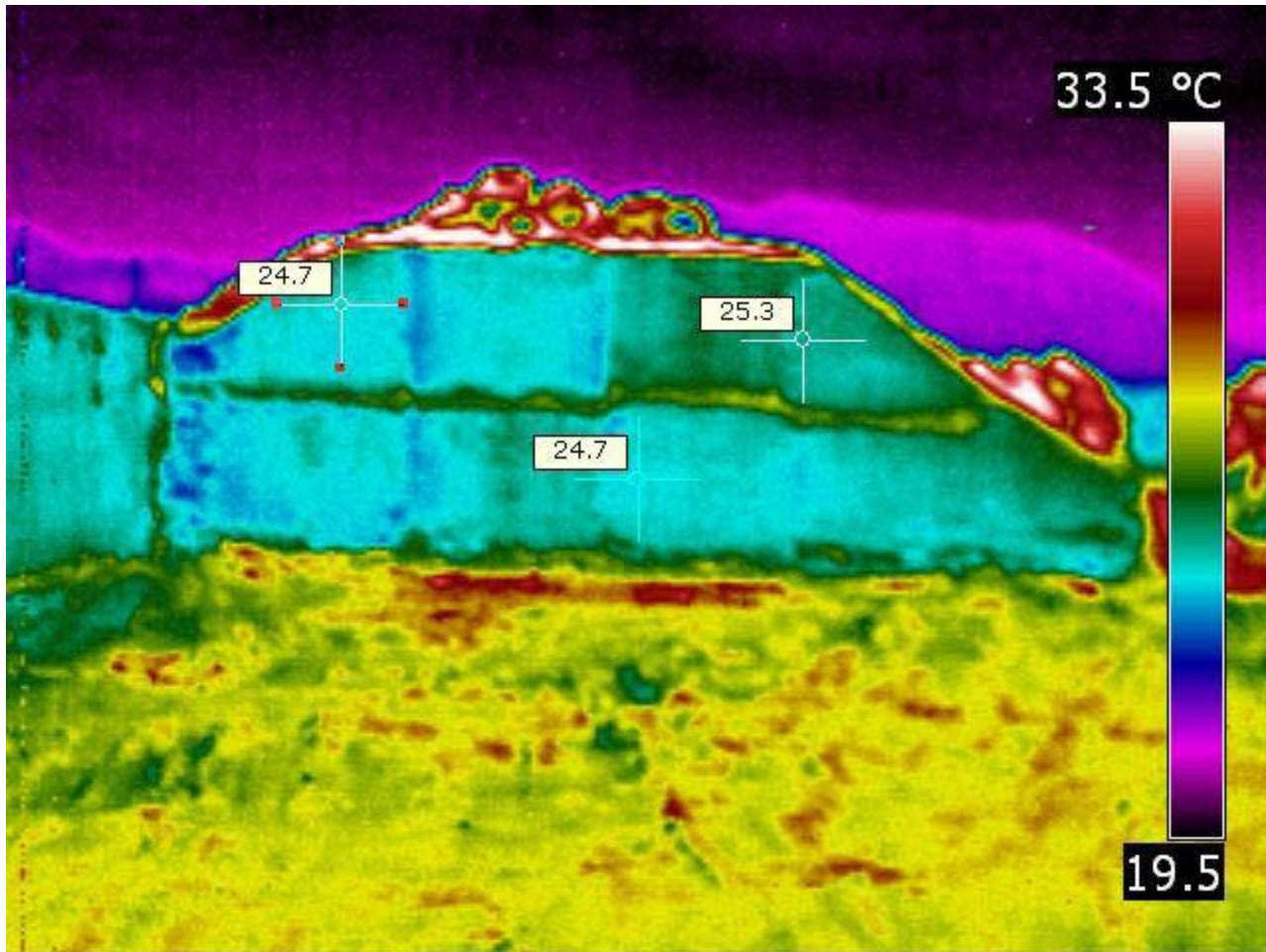


**Ensilaje de maíz  
Inoculado con Aditivos biológico  
que contiene *L. buchneri***





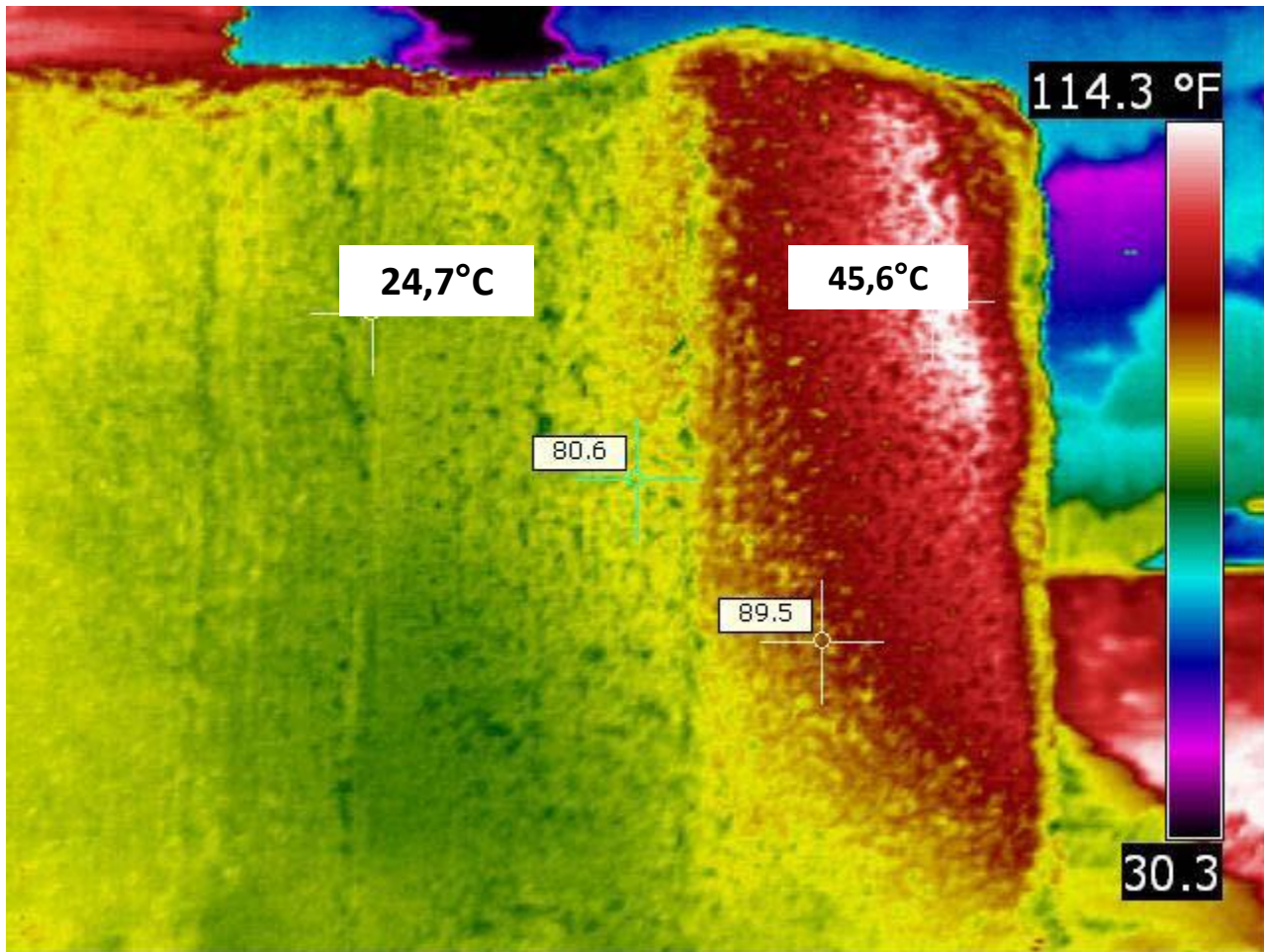
**Ensilaje tratado con Aditivo biológico que contiene la cepas de *L. buchneri***



Ensilaje tratado con Aditivo biológico que contiene la cepas de *L. buchneri*



Sección no tratada



*Efecto de la aplicación de Inoculante en el ensilaje*

***En un cultivo como el maíz cuyo costo de producción se aproxima a US\$ 2.000/ha y donde los componentes de calidad, en especial energía, son la base de la nutrición de muchos predios ganadero, es absolutamente necesario controlar todos los factores de producción***



***Y en un ensilaje de pastura, donde son habituales las pérdidas por deterioro aeróbico una vez abierto los ensilajes, es de suma importancia contar con esta tecnología que ya esta disponible en nuestro país.***

***Un factor relevante es la elaboración adecuada del ensilaje y su conservación en el tiempo, donde las pérdidas de calidad y materia seca deben ser evitadas.***

***Bajo estas condiciones es absolutamente necesario utilizar la tecnología de los aditivos biológicos, la cual permite prevenir pérdidas de producción y calidad (antes se asumían como parte de la pérdida del cultivo)***

# **Uso de Aditivos Biológicos en Ensilaje**

**Rolando Demanet Filippi  
Universidad de La Frontera**

**Osorno, 27 de Septiembre de 2011**

An aerial photograph of a large agricultural field, likely corn, with a dirt road running along the left side. The field is divided into several distinct rectangular sections, suggesting a trial or different treatments. The background shows a dense forest of green trees.

# Uso de Aditivos Biológicos en Ensilaje

Rolando Demanet Filippi  
Universidad de La Frontera

Osorno, 27 de Septiembre de 2011