



# Elaboración de Ensilaje de Maíz

**Rolando Demanet Filippi**  
**Universidad de La Frontera**

**Curso de Actualización “Producción Pecuaria”**  
**Instituto Adolfo Matthei, REDAGROSURAUSTRAL**  
**Osorno, 30 de Abril de 2011**

***«Al año 2020, se pretende alcanzar una recepción anual de 4 mil millones de litros de leche, correspondiente a un incremento de 7% anual, para lo cual se requerirá que el rebaño crezca a una tasa de al menos 4,5% al año, superando las 750 mil vacas y manteniendo una producción promedio país de 5 mil L/vaca»***

***Estrategia de desarrollo competitivo del sector Lácteo Chileno.  
Periodo 201 – 2020. Consorcio Lechero***

***«El sector ganadero de carne bovina ha proyectado un incremento de masa, no definida, pero que tiene por objetivo regularizar la entrega de terneros y abastecer el mercado nacional en todas las categorías»***

***Fedecarne Chile, 2010.***

***¿Qué rol cumple el cultivo de maíz para  
ensilaje en este escenario?***



***Se estima que esta temporada en la región sur del país existe una superficie aproximada de 7.000 hectáreas de maíz para ensilaje, entre la Región de La Araucanía y la Región de Los Lagos***

***Es probable que si las proyecciones realizadas por las organizaciones ganaderas se cumplan, en los próximos años el cultivo del maíz debería alcanzar una superficie superior a 12.000 hectáreas***

# ***Evolución de la Tecnología del Cultivo de Maíz para Ensilaje***



***Hoy existe una mayor oferta de híbridos en el mercado y ya son mas de siete las empresas interesadas en introducir nuevos materiales al mercado local***

***Los híbridos ya no compiten por rendimiento sino por características específicas de calidad y tolerancia a condiciones extremas***



***Precocidad, tolerancia a bajas temperaturas, contenido de carbohidratos, stay green, digestibilidad, tolerancia a plagas, altura de inserción de la mazorca, relación mazorca – planta entera y contenido de almidón a la cosecha son algunos de los atributos que las compañías buscan en la introducción de nuevos híbridos.***

# ***La tecnología del cultivo de Maíz Ensilaje***



Barbecho químico













6 14:18









The image features a red tractor pulling a red Gasparato fertilizer spreader. The spreader has multiple white fertilizer hoppers and is equipped with several rows of red wheels. A worker in a blue uniform is standing on the spreader, holding a large white bag of fertilizer. In the background, a green tractor with a loader is visible, and a silver pickup truck is parked on the right. The scene is set in a rural area with trees and a clear blue sky.

GASPARATO

GASPARATO

GASPARATO









## Ear Tilling











OFF-ROAD USE ONLY  
PIONEER  
OFF

PIONEER  
INOCULANTS

PIONEER  
INOCULANTS  
USE FOR SLY  
CLEAN WATER FLUID

PI  
INO  
U  
CLEA

VENTILATION

SAFETY

WARNING





















**SUBITO**

**5412**

**SOLUTION**

**7012**

**NESICIO**

**6512**

**APTITUD**

**6412**

**SUNARO**

**5112**

**TANGO**

**5612**

**SURPRISE**

**5512**

**SENSATION**

**6612**

**MONROE**

**PIONEER 396**





***El viento un problema inesperado en el cultivo de Maíz***



















**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**
- ✓ **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.**
- ✓ **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.**
- ✓ **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.**
- ✓ **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:***

- 1. 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**
- 2. 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**



***Tiempo de Cosecha***

***No cabe duda que uno de los momentos  
mas críticos de este cultivo es definir el  
momento exacto de cosecha***

## ***Tiempo de Cosecha***

***El momento ideal para cosechar el maíz de ensilaje es cuando el contenido de materia seca de la planta entera posee entre 30 y 38%.***

## ***Tiempo de Cosecha***

***Cosechas tempranas generan una reducción de rendimiento y pérdidas por excesos de efluentes.***

***Reducción en el contenido de almidón de la planta.***

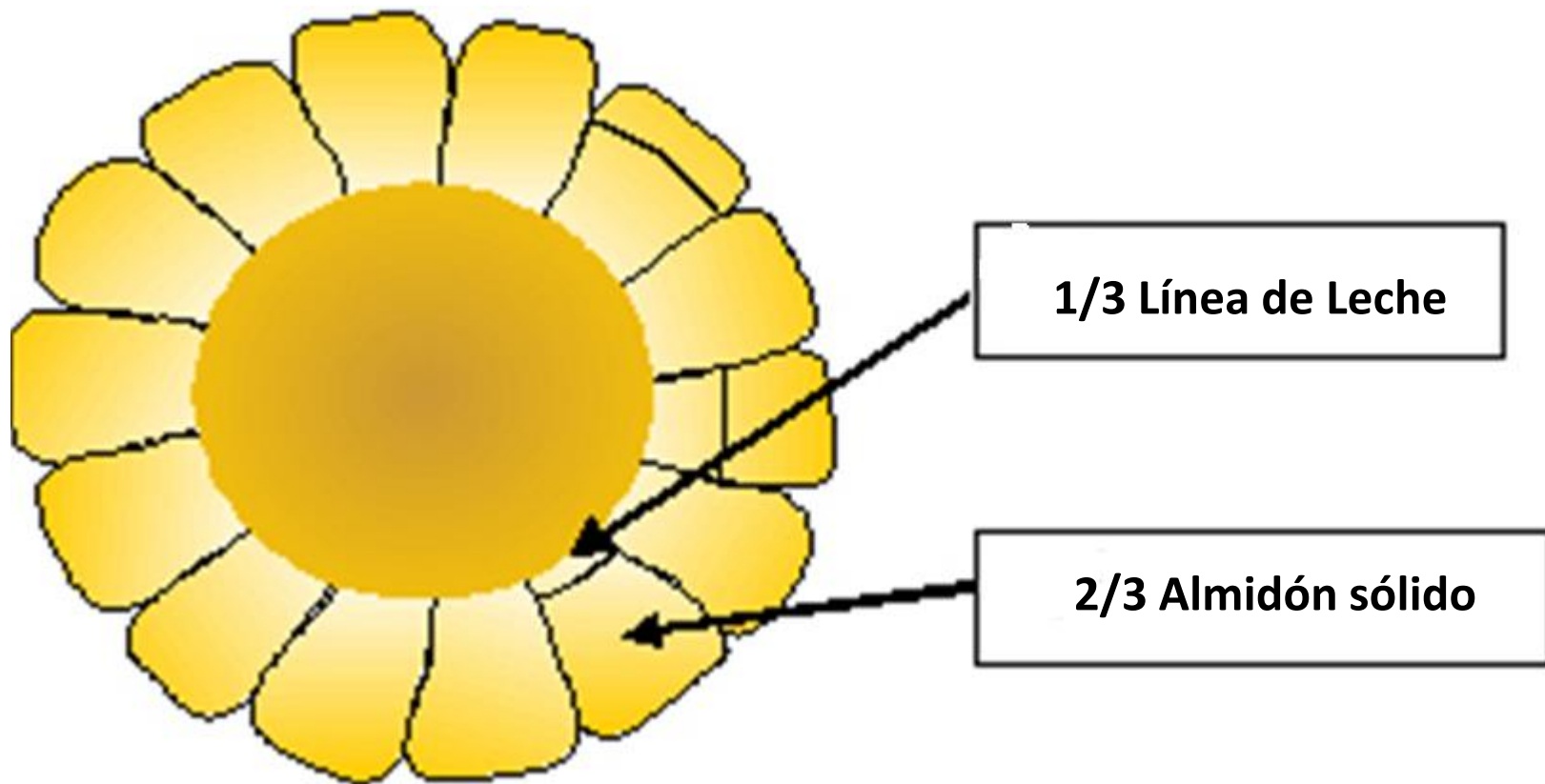
## ***Tiempo de Cosecha***

***Cosechas tardías producen aumento del contenido de FDN, disminución de la digestibilidad y dificultad en la compactación del producto.***

## ***Tiempo de Cosecha***

***Un buen indicador para determinar si las planta completa posee entre 30 y 38% de materia seca es observar la línea de la leche***





***Momento óptimo para inicio de cosecha***

# ***Aditivos Biológicos en la Elaboración de Ensilaje de Maíz***

***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).***

***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, 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***



**Lactobacillus buchneri es la principal bacteria heterofermentativa usada como inoculante para ensilaje.**

**Estas bacterias pueden convertir ácido láctico a ácido acético y otros productos.**

***El ácido acético es un buen inhibidor de levaduras y hongos que provocan incremento de la temperatura y pudrición del ensilaje..***

**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**

***¿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 de Maíz?***

***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***

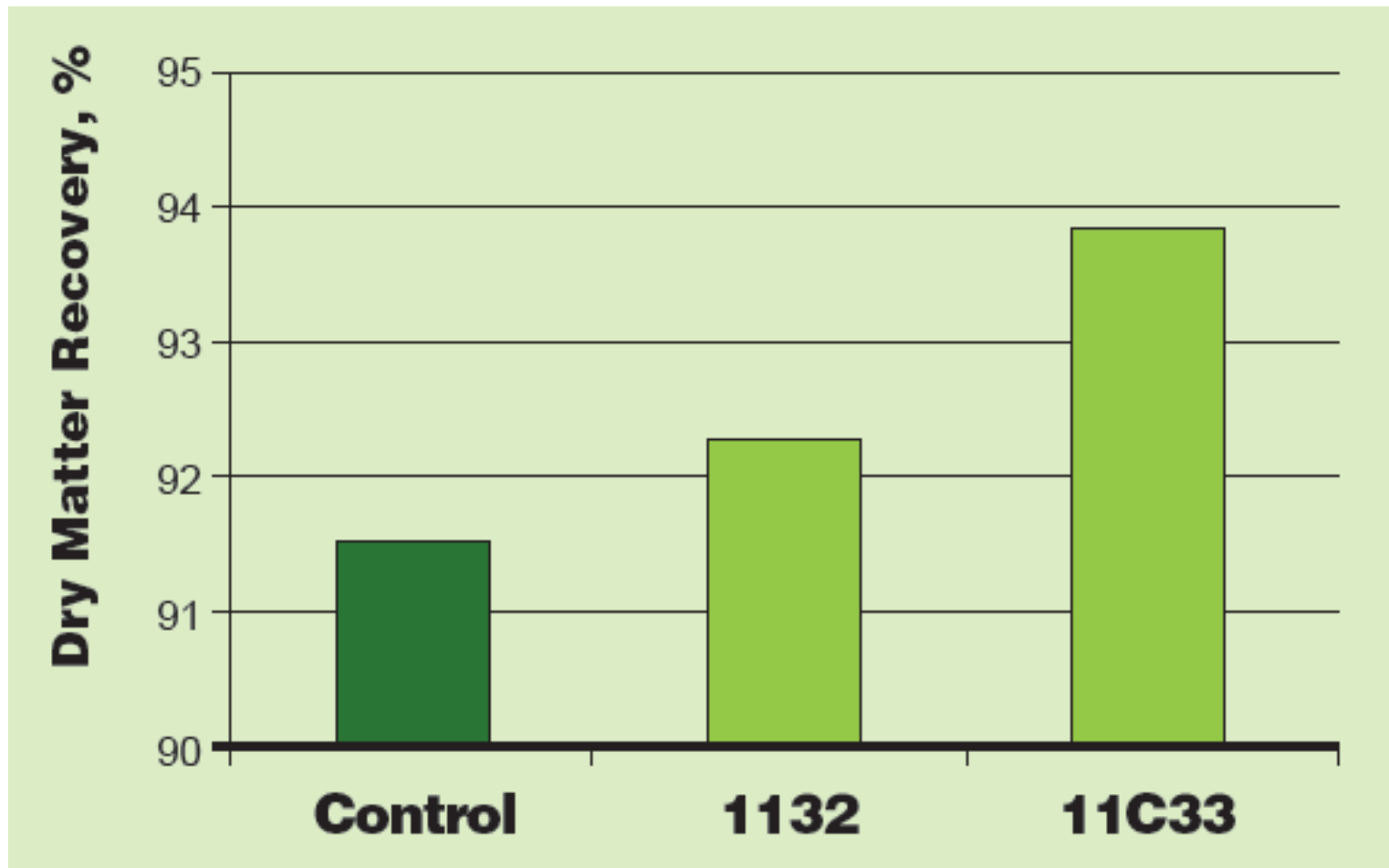
***Mejora la eficiencia de uso de proteína  
producto de la reducción de la producción  
de amoniaco***

***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*

***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***



# 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*

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



**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***

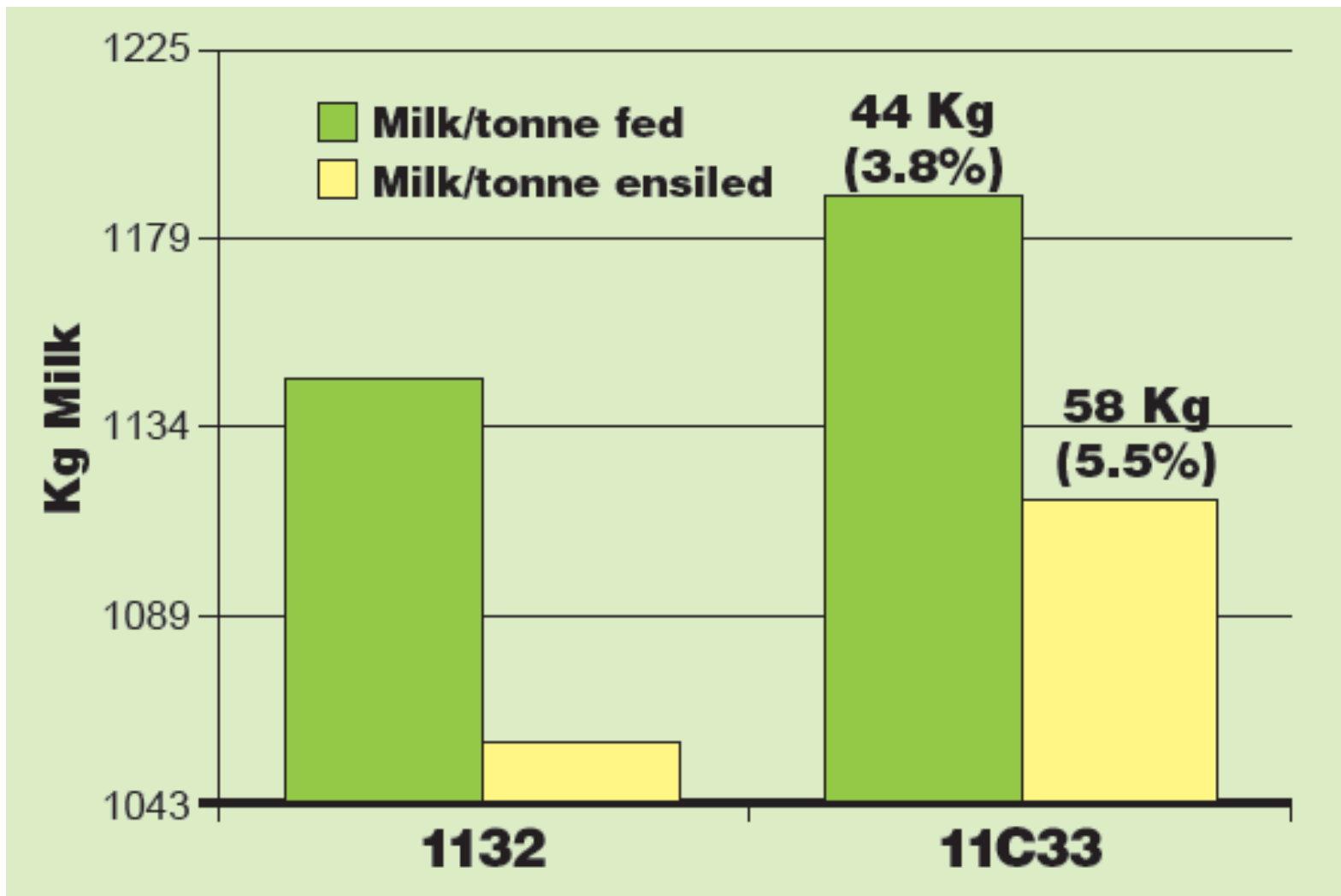
***A partir de la digestibilidad de la FDN se calculo el  
rendimiento en producción de leche utilizando el  
programa Milk2000 de la Universidad de  
Wisconsin***

***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.*

## ***Deterioro del Ensilaje***

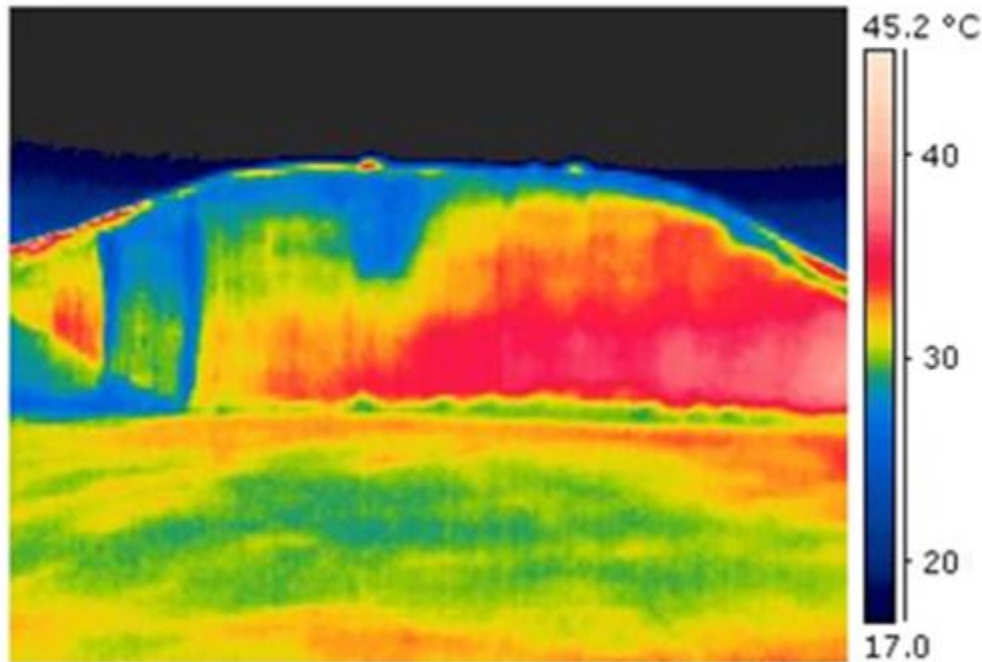
***¿Cómo se puede ver el deterioro del ensilaje sin modificar el contenido de los silos?***

## ***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***



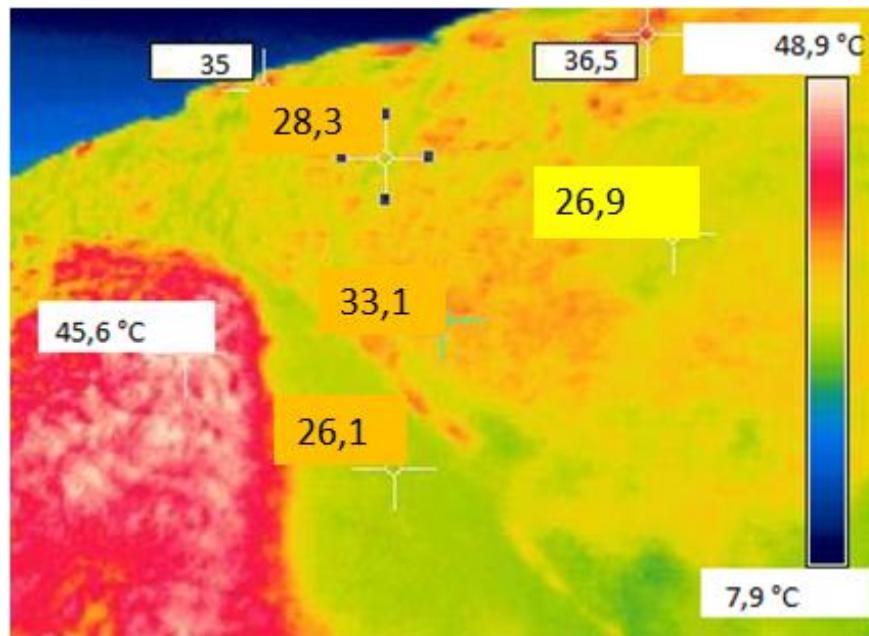
# Uso de Termografía Infrarroja en Ensilaje de Maíz



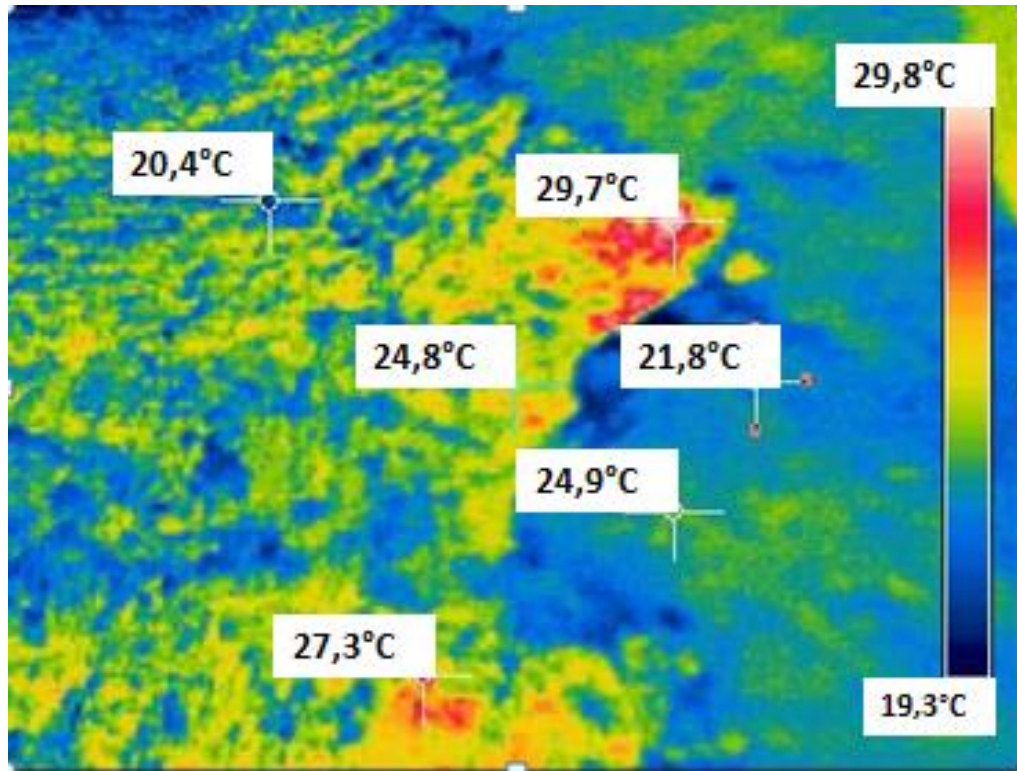
RILEVAMENTO	
data	09/06/2006
ora	16.27
Temp. atmosferica	+ 17 °C
Tipo di Struttura	Trincea
Tipo di Insilato	Silomais
Trattamento	
Osservazioni	
	

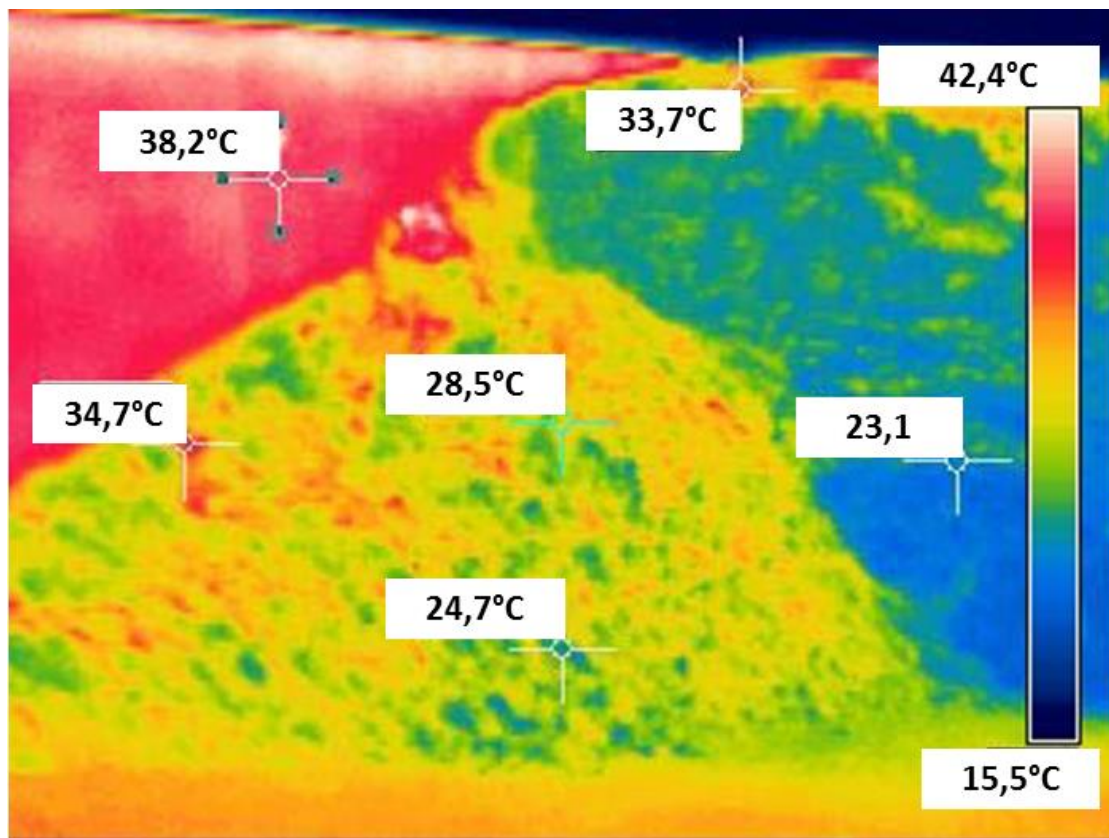
***Fácilmente se puede observar las áreas de alta actividad y mayor temperatura  
La temperatura ambiente es 17°C***

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

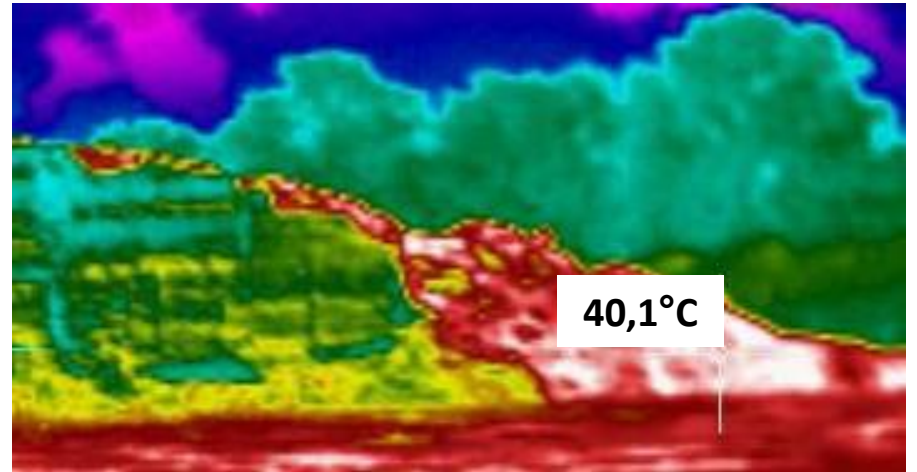


***Determinación de la calidad de  
Ensilaje no Inoculado  
sometido a movimiento con cargador frontal***





*Henilaje sin Inocular*



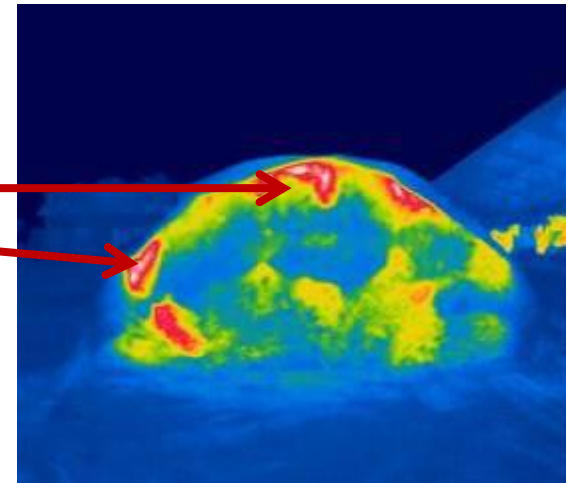
***Ensilaje de Maíz sin Inocular***





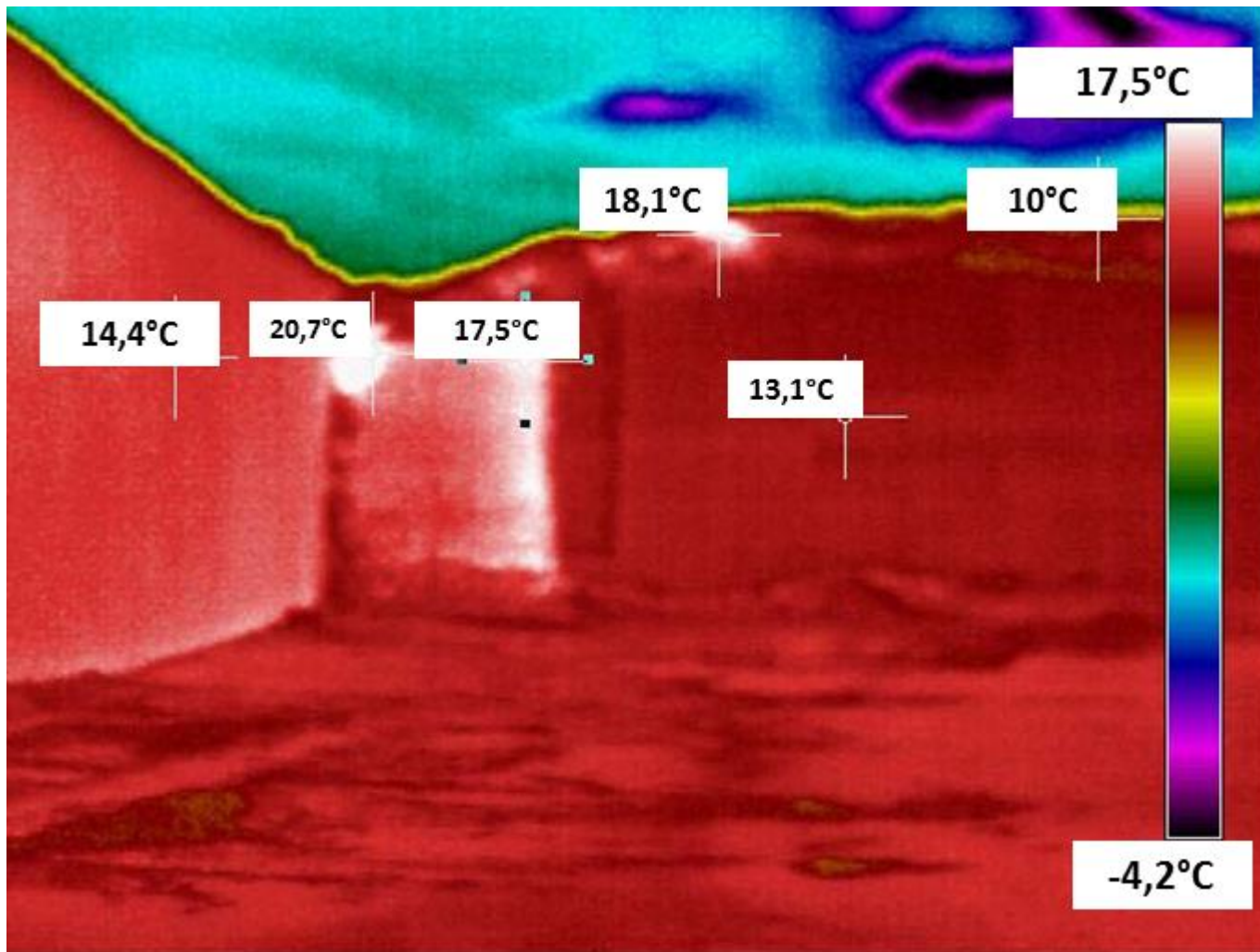
***Almacenaje de Maíz  
Sin inocular***

***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***





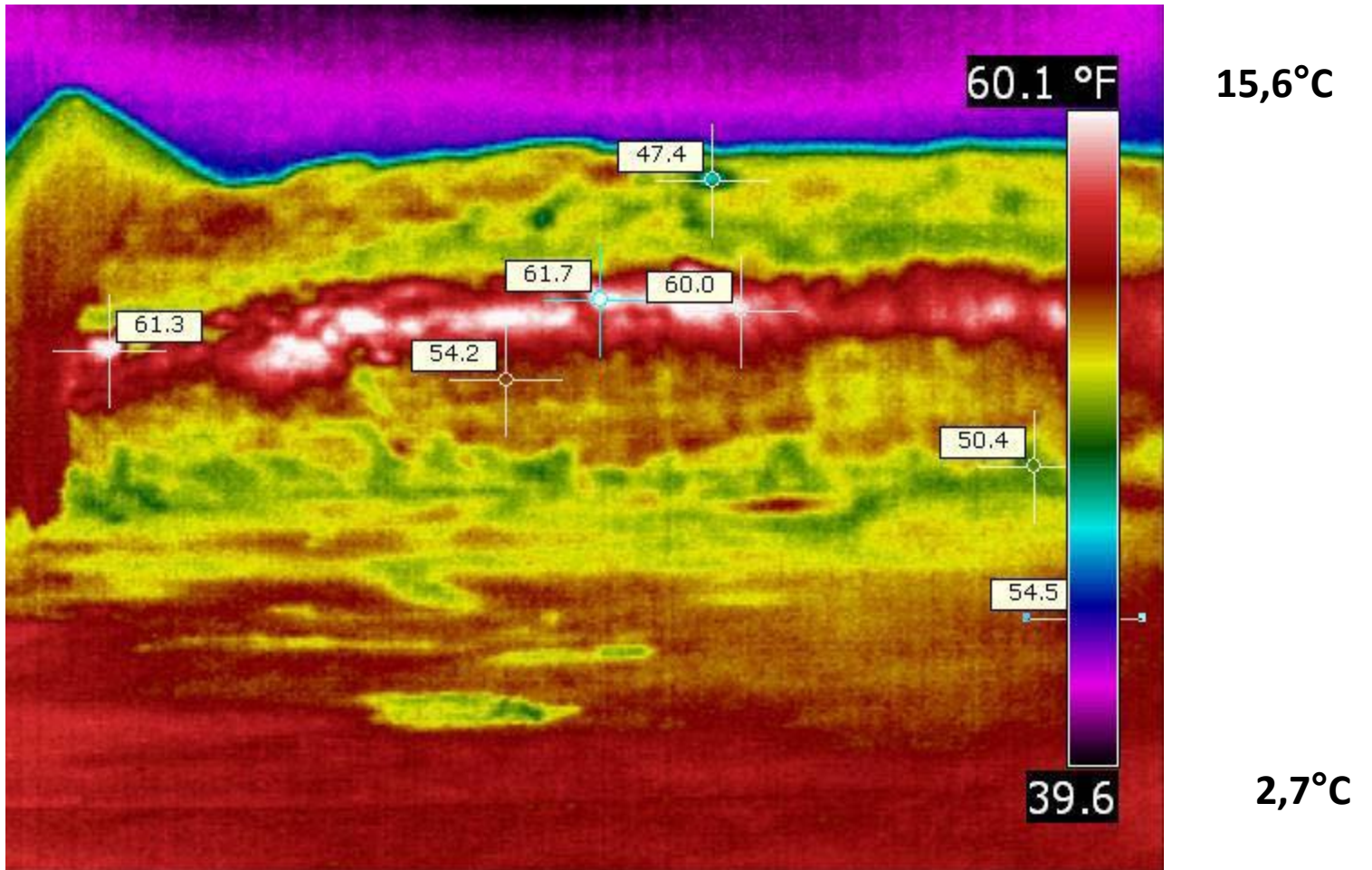
***Visión de la cara expuesta de un ensilaje no inoculado***



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



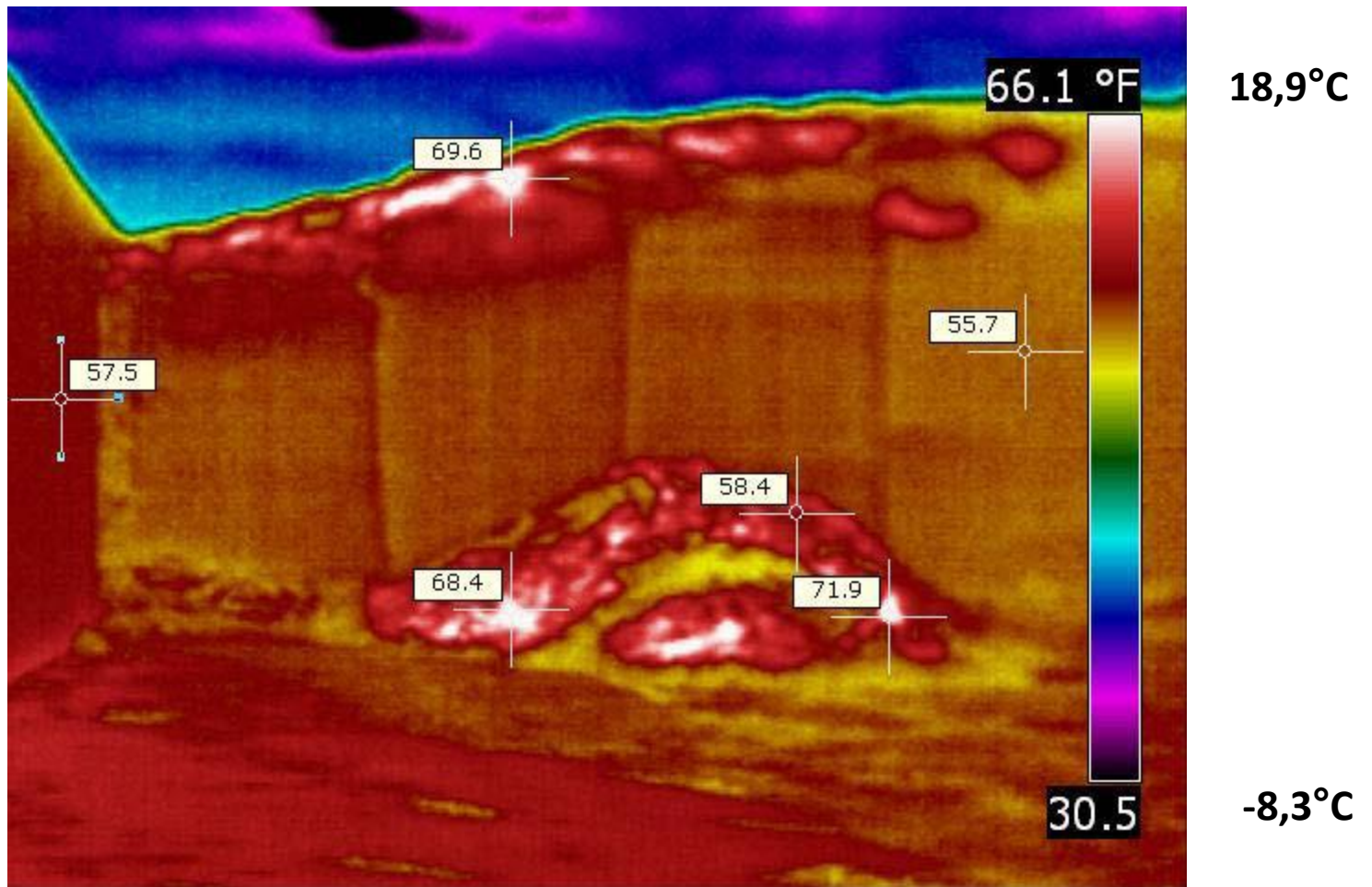
***Henilaje de Alfalfa no tratado con inoculante***



*Henilaje de Alfalfa no tratado con inoculante*



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

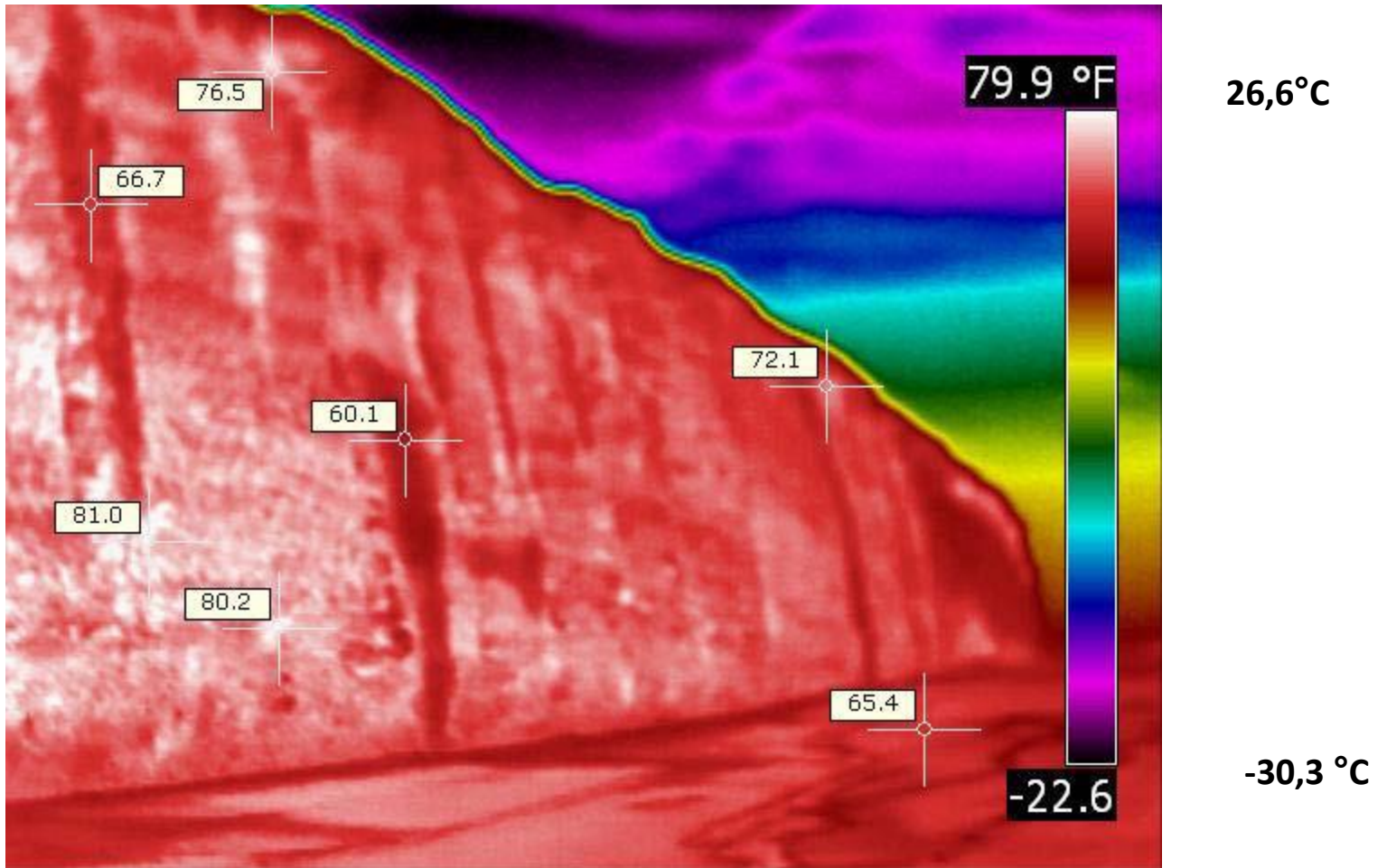


*Ensilaje de Sorgo no tratado con inoculante*



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

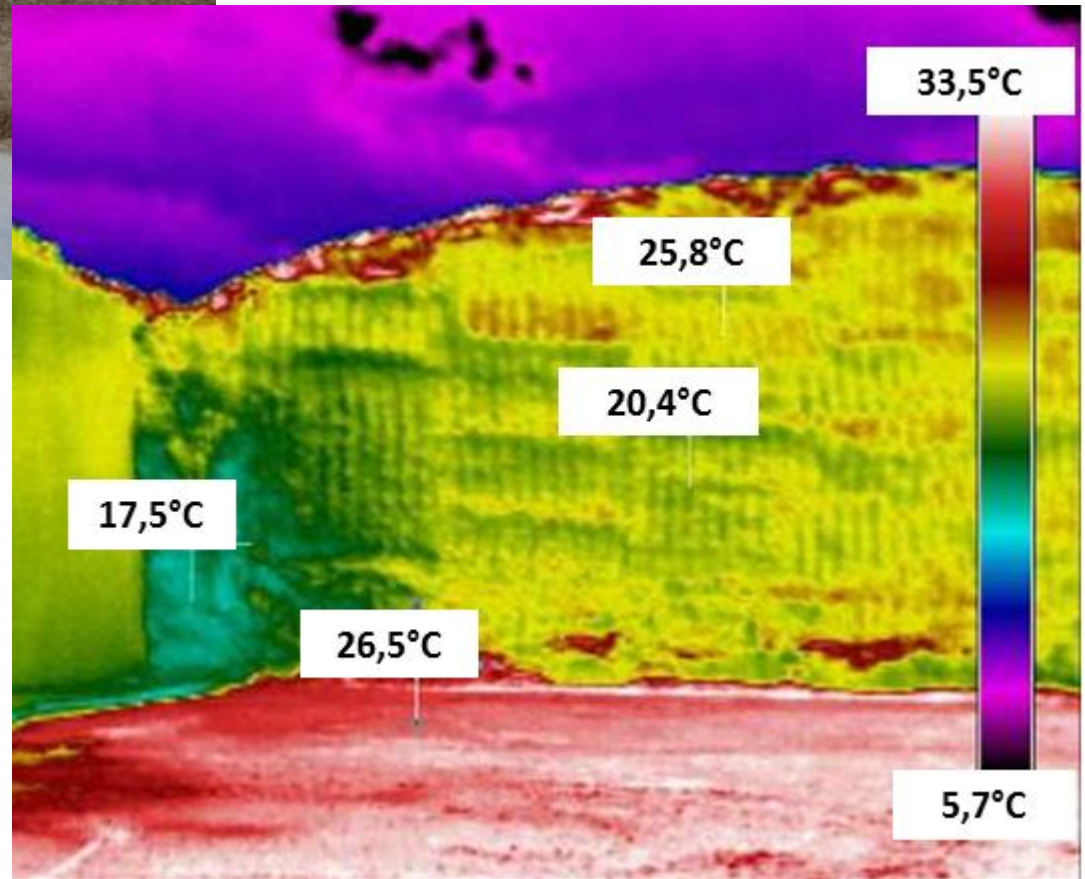




***Al menos el 50% de la materia seca expuesta se va a perder en las primeras tres pulgadas de profundidad***

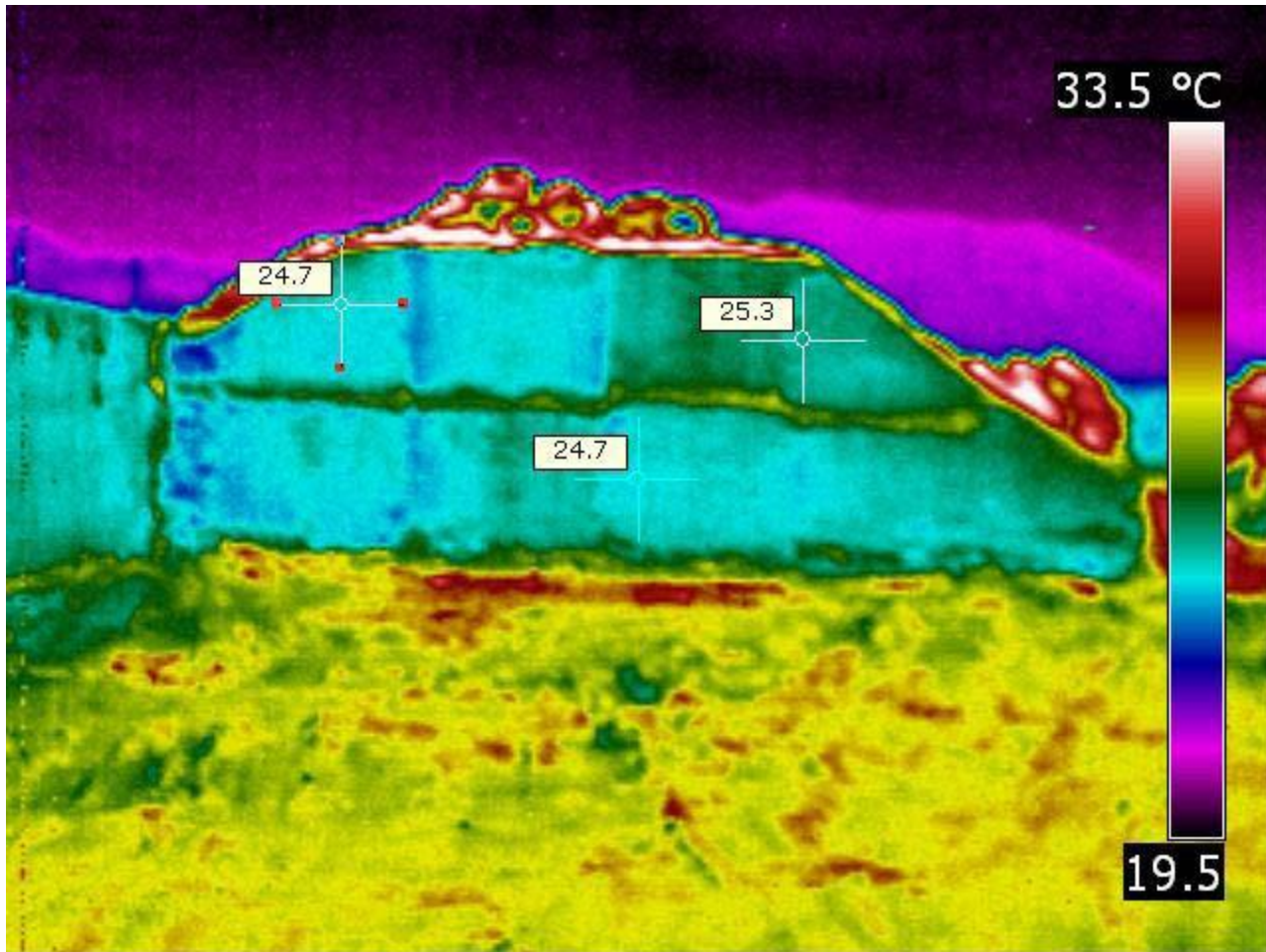


**Ensilaje de maíz  
Inoculado con Aditivos biológico  
que contiene *L. buchneri***





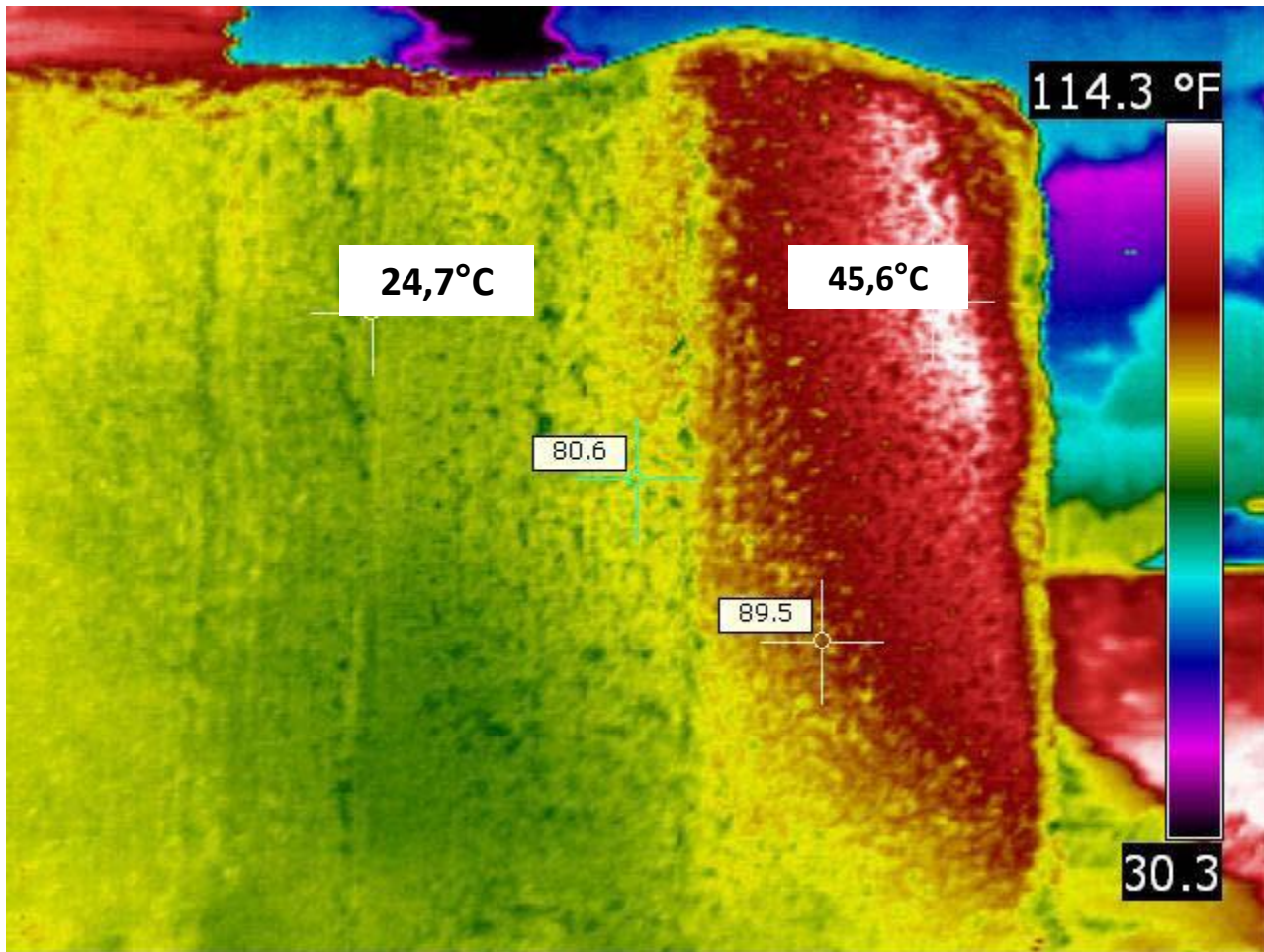
**Ensilaje tratado con Aditivo biológico que contiene la cepas de *L. buchneri***



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 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***

***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)***





# Elaboración de Ensilaje de Maíz

**Rolando Demanet Filippi**  
**Universidad de La Frontera**

**Curso de Actualización “Producción Pecuaria”**  
**Instituto Adolfo Matthei, REDAGROSURAUSTRAL**  
**Osorno, 30 de Abril de 2011**