



「バナナ商業栽培における EM 導入の成功と今後の可能性」

発表者：西川 高鶴 (Takatsuru Nishikawa)  
 所属：EM Produccion y Tecnologia S.A. 社長 (コスタリカ)



この発表はEMプロテック社、セロ・インテルナショナル社、バリエダ デ トロピコウメド社 3社共同プロジェクトによるものです。

コスタリカの位置

コスタリカは中米地塊の南に位置し、北はニカラグア・南はパナマに接している。我々のEM普及の拠点であるアース大学 (Escuela de la Agricultura Región Trópico Húmedo) は、コスタリカのカリブ海側に位置し、1996年にEM研究機構との技術供与合意が結ばれ、今日に至っている。また、同国のバナナ栽培のそのほとんどが、このアース大学も含まれるカリブ沿岸にあるリモン県に属している。



コスタリカにおけるEMの普及組織

2006年にEMプロテック社を立ち上げ、持続型経営が可能となるように普及や販売組織を再編成した。基本的にはアース大学が100%出資する法人、バリエダ デ トロピコ ウメド社を介して販売活動を行っているが、ユーザーからの意見や販売代理店などからの意見も各組織が自由に吸い上げて共有しながら意見交換を行い、販売向上意識を高めている。

### コスタリカにおけるバナナ栽培の現状

年	面積 (ヘクタール)	生産量 (トン)
1990-1991	1,048	1,048
1991-1992	1,174	1,174
1992-1993	1,300	1,300
1993-1994	1,426	1,426
1994-1995	1,552	1,552
1995-1996	1,678	1,678
1996-1997	1,804	1,804
1997-1998	1,930	1,930
1998-1999	2,056	2,056
1999-2000	2,182	2,182
2000-2001	2,308	2,308
2001-2002	2,434	2,434
2002-2003	2,560	2,560
2003-2004	2,686	2,686
2004-2005	2,812	2,812
2005-2006	2,938	2,938
2006-2007	3,064	3,064
2007-2008	3,190	3,190
2008-2009	3,316	3,316
2009-2010	3,442	3,442
2010-2011	3,568	3,568
2011-2012	3,694	3,694
2012-2013	3,820	3,820
2013-2014	3,946	3,946
2014-2015	4,072	4,072
2015-2016	4,198	4,198
2016-2017	4,324	4,324
2017-2018	4,450	4,450
2018-2019	4,576	4,576
2019-2020	4,702	4,702
2020-2021	4,828	4,828
2021-2022	4,954	4,954
2022-2023	5,080	5,080
2023-2024	5,206	5,206
2024-2025	5,332	5,332
2025-2026	5,458	5,458
2026-2027	5,584	5,584
2027-2028	5,710	5,710
2028-2029	5,836	5,836
2029-2030	5,962	5,962
2030-2031	6,088	6,088
2031-2032	6,214	6,214
2032-2033	6,340	6,340
2033-2034	6,466	6,466
2034-2035	6,592	6,592
2035-2036	6,718	6,718
2036-2037	6,844	6,844
2037-2038	6,970	6,970
2038-2039	7,096	7,096
2039-2040	7,222	7,222
2040-2041	7,348	7,348
2041-2042	7,474	7,474
2042-2043	7,600	7,600
2043-2044	7,726	7,726
2044-2045	7,852	7,852
2045-2046	7,978	7,978
2046-2047	8,104	8,104
2047-2048	8,230	8,230
2048-2049	8,356	8,356
2049-2050	8,482	8,482
2050-2051	8,608	8,608
2051-2052	8,734	8,734
2052-2053	8,860	8,860
2053-2054	8,986	8,986
2054-2055	9,112	9,112
2055-2056	9,238	9,238
2056-2057	9,364	9,364
2057-2058	9,490	9,490
2058-2059	9,616	9,616
2059-2060	9,742	9,742
2060-2061	9,868	9,868
2061-2062	9,994	9,994
2062-2063	10,120	10,120
2063-2064	10,246	10,246
2064-2065	10,372	10,372
2065-2066	10,498	10,498
2066-2067	10,624	10,624
2067-2068	10,750	10,750
2068-2069	10,876	10,876
2069-2070	11,002	11,002
2070-2071	11,128	11,128
2071-2072	11,254	11,254
2072-2073	11,380	11,380
2073-2074	11,506	11,506
2074-2075	11,632	11,632
2075-2076	11,758	11,758
2076-2077	11,884	11,884
2077-2078	12,010	12,010
2078-2079	12,136	12,136
2079-2080	12,262	12,262
2080-2081	12,388	12,388
2081-2082	12,514	12,514
2082-2083	12,640	12,640
2083-2084	12,766	12,766
2084-2085	12,892	12,892
2085-2086	13,018	13,018
2086-2087	13,144	13,144
2087-2088	13,270	13,270
2088-2089	13,396	13,396
2089-2090	13,522	13,522
2090-2091	13,648	13,648
2091-2092	13,774	13,774
2092-2093	13,900	13,900
2093-2094	14,026	14,026
2094-2095	14,152	14,152
2095-2096	14,278	14,278
2096-2097	14,404	14,404
2097-2098	14,530	14,530
2098-2099	14,656	14,656
2099-2100	14,782	14,782

- 年間50数回の農業散布！
- 年間70億円の農業費用！
- 土壌のコンパクト化など土質の劣化！
- シガトカ病が抑制できない現状！
- 労働者やその家族の健康被害！
- 河川や地下水汚染の深刻化！
- 周辺環境(動植物多様性)への影響！

コスタリカにおけるバナナ栽培の現状

ここに紹介するのはアース大学の商業農場の農業散布プログラムの一部です。見ていただければ分かりますが、農業漬け状態と言っても過言ではない状態で、ほぼ1週間に1回の割合で農業が使用されている。特に環境ホルモンとして危険リストにも挙げられているマンセブ剤の使用が高く、農業従事者からも危険が危惧されている。

ブラック シガトカ病？

バナナの歴史は病気との闘い！！  
 20世紀中頃まで主力であったグロスマッチェル種がバナナ病によってほぼ全滅。バナナ病耐性種としてキャベンディッシュ種が発見されたが、ブラック シガトカ病には耐性が無く、葉に黄色、黒色の病斑が広がると、光合成が出来なく、収量や栽培自体が困難となる。殺菌剤の散布で病気の進行は止められるが発症は止められず、更には薬剤耐性を獲得するなど、大量の農業使用や強力な農業使用の原因となっており、環境汚染や人体影響など年々問題となっている。



ブラック シガトカ病について

バナナ病に強い品種として開発されたキャベンディッシュ種は現在全世界のバナナの90%近くを占めると言われている。しかしブラック シガトカ病に対しては耐性が低く、この病気に罹ると主に葉に病斑が拡大し、最終的にはバナナの株全体を枯死に至らせる。この病気の発症を完全に抑える農業は現在無く、これが大量の農業を使用させる原因となっている。その上、この農業使用がシガトカ病原菌に薬剤耐性を獲得させるという皮肉な結果にもなり、更に大量で強力な農業が使用されるといふ悪循環も重なり、農業残留や人体への悪影響・環境汚染を引き起こしている。

## 消費者市場が求めるバナナ生産とは？

- ✓ 最低レベルでの農薬使用とすること
- ✓ 慣行栽培を持続型栽培に変換すること

↓

それに伴い減農薬となる  
最終的には有機栽培となり、農薬は0  
それには代替技術が必要  
EMの参入の最大のチャンス！！

## 消費者市場が求めるバナナ栽培とは

ヨーロッパやアメリカの市場では最低レベルでの農薬使用が求められるようになり、これにより慣行法栽培を持続型栽培に変換する動きが出てきている。これに伴い農薬使用が減り、最終的には無農薬栽培に進んでいくわけだが、それには農薬に変わる代替技術が必要となる。その代替技術としてEMにチャンスが出てくる。

## EMのバナナ栽培活用事例

- 1996年アース大学にEMが供給される
- 1997年バナナボカシの生産開始
- 2000年アース大学バナナ園内一部でシガトカ病試験(地上からのEM散布)



## EMのバナナ栽培活用事例

EMがバナナ栽培に活用されたのは、EMがアース大学に供給が始まった1996年以降で、EM研究機構から派遣されていた新谷氏がバナナ残渣ボカシを指導したのが始まりである。その後、アース大学内のバナナ農場の一部で前述のボカシと並行してEMの葉面散布が地上から行われ、効果があることが実証された。

しかし、アース大学外での商業用バナナ農場でEMがシガトカ病対策に使用されることは無かった！

## 何故か？

- ✓ 農薬でもシガトカ病の抑制が難しいのに微生物資材では防除は出来ないという強い固定観念。
- ✓ アース大学での試験は短期間で少ない面積。
- ✓ 商業用農場での実績が無い。
- ✓ 農薬使用や環境汚染に関心が低かった市場と世論

しかし、EM普及する者にとってコスタリカのバナナ産業＝農薬の聖地に参入することは最大の魅力であり、挑戦である。

## 商業レベルのバナナ栽培でのEM普及の難しさ

アース大学での活用事例は民間農場では受入れられず、6年ほどの空白期間があった。主にはスライドに記載したような理由があるが、一番は、農薬しか効かないと言う固定概念と民間農場での活用事例が無いと言うことが挙げられた。ただ、コスタリカのEM販売も頭打ち状態にあり、販売拡大にはどうしても農薬の聖域とも言えるバナナ産業に参入する必要があったこと、輸入国側にも食の安全性や栽培現場の環境保全といった面が注視されたことも追い風となり、EMが参入しやすい状況にはあった。

## 商業用バナナ農場レベルでのEM導入試験開始

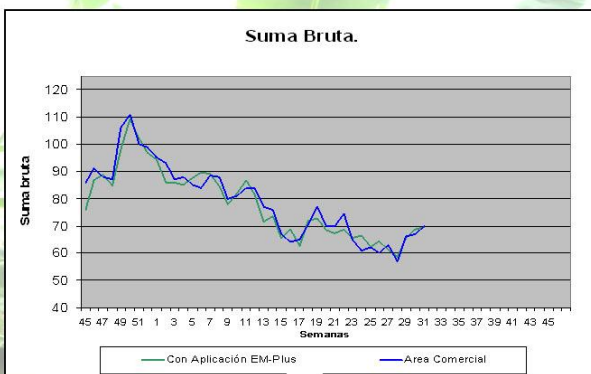
- 2006年より5つの商業農場の一部(50ヘクタール)をEM処理区としてEM散布(航空散布)開始する。

付加した条件・・・

1. 農薬とEMのローテーション方式で40%減農薬を目指す。
2. 高品質で抗酸化力のあるEMを工場から飛行場に直接発送し、直ぐに散布すること。
3. スーパーバイザーにEMの散布までを立ち会わせる。
4. 専門家による試験データの集計
5. EM工場とシガトカ専門家との情報の共有と交換

## 民間商業農場でのEM導入試験開始

2006年から民間商業農場においてのシガトカ病対策用にEMの試験を開始。但し、試験の条件としてはスライドに挙げた5点を実施することにした。特に重要となるのは高品質で新鮮なEMの提供と、現地においてEMが計画通りに使用されているかを観察するスーパーバイザーの立ち合いであった。これにより確実にEMの使用を確認することが出来た。



アース大学商業農場(チキータ)提供

## 試験結果 (EM使用区と慣行区との比較)

100%農薬を使用している慣行区と比べても、EM使用区は農薬を40%減少させることが出来、且つ結果は同じあるいはそれ以上の効果を出しているところがある。また一番大事なのはEMの使用量が農薬使用量と同じレベルという点。散布方法は全て航空散布なので積載する量が限られ、沢山撒けば良いと分かっているが、費用的にも物理的にも制限があるためにどうしても商業ベースにあわせる必要がある。しかし1ヘクタール当たり5リットルのEMでも効果が十分に認められたことは重要な意味がある。

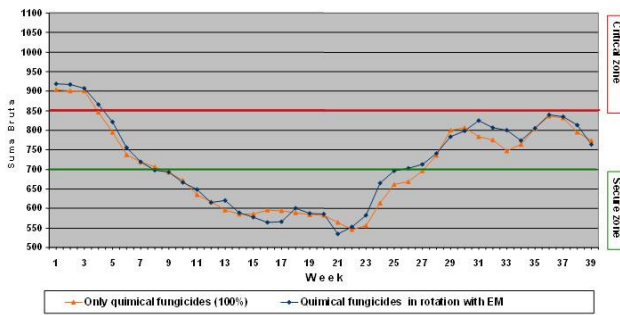
Programa de aplicaciones EARTH en la prueba del Producto EM

BLOQUES		5		1, 2 Y 4	
Ciclo	Fecha aplicaci3n	Productos	Diciclo	Fecha aplicaci3n	Productos
1	09-Oct-08	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Dithane 90 60	9	09-Oct-08	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Dithane 90 60
2	17-Oct-08	Calli-In 86 OL + Dithane 90 60	8	17-Oct-08	Calli-In 86 OL + Dithane 90 60
3	24-Oct-08	Dithane SC 80 2 L/ha + aceite 3 L/ha	7	23-Oct-08	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
4	31-Oct-08	Dithane SC 80 2 L/ha + aceite 3 L/ha	7	29-Oct-08	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
5	08-Nov-08	Opal 7.5 EC + Calli-In 86 OL + Dithane 90 60	8	07-Nov-08	Opal 7.5 EC + Calli-In 86 OL + Dithane 90 60
6	15-Nov-08	Volley 88 OL + Dithane 90 60	7	14-Nov-08	Volley 88 OL + Dithane 90 60
7	01-Dec-08	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	16	30-Nov-08	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
8	11-Dec-08	Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	10	08-Dec-08	Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
9	19-Dec-08	Vondozeb 62 SC 2 L/ha + aceite 3 L/ha	5	19-Dec-08	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
10	22-Dec-08	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	6	22-Dec-08	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
11	30-Dec-08	Vondozeb 62 SC 2 L/ha + aceite 3 L/ha	8	29-Dec-08	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
12	10-Jan-09	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	11	09-Jan-09	Sico 25 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
13	18-Jan-09	Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	8	17-Jan-09	Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
14	26-Jan-09	Vondozeb 62 SC 2 L/ha + aceite 3 L/ha	8	24-Jan-09	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
15	30-Jan-09	Vondozeb 62 90 2 L/ha + aceite 3 L/ha	4	30-Jan-09	Vondozeb 62 90 2 L/ha + aceite 3 L/ha
16	14-Feb-09	Opal 7.5 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	15	13-Feb-09	Opal 7.5 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
17	22-Feb-09	Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	8	19-Feb-09	Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
18	28-Feb-09	Vondozeb 62 SC 2 L/ha + aceite 3 L/ha	6	28-Feb-09	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
19	12-Mar-09	Silvacur 30 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90	12	12-Mar-09	Silvacur 30 EC + Calli-In 86 OL + Vondozeb 62 90
20	20-Mar-09	Calli-In 86 OL + Dithane 90 60	8	20-Mar-09	Calli-In 86 OL + Dithane 90 60
21	28-Mar-09	Dithane SC 80 2 L/ha + aceite 3 L/ha	6	26-Mar-09	EM I 5 L/ha + aceite 3 L/ha
22	31-Mar-09	Dithane SC 60 2 L/ha + aceite 3 L/ha	5	31-Mar-09	Dithane SC 60 2 L/ha + aceite 3 L/ha

試験結果

(シガトカ病用の散布プログラム)  
チキータ社の慣行区とEM区のシガトカ病用の散布プログラム。緑の部分がEMを使用したもので、これで40%の農業減となる。

Infection level (Suma Bruta) of Sigatoka disease on banana. Lim3n, Costa Rica. 2 0 0 8.



試験結果

このデータも先程のデータ同様にEM区と慣行区の比較だが、試験した農場が違う。このように1箇所のデータだけでなく、場所も会社も異なる4箇所の農場で同じような試験をしたが、結果は同じ。つまりEMは農業と同様の効果がある。

EMの航空散布

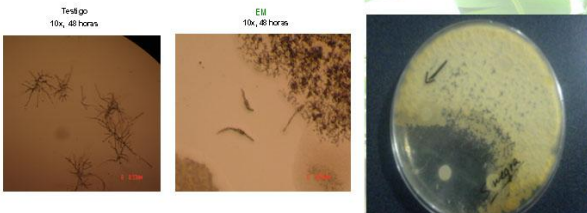


航空散布写真

飛行機でEMを散布している様子。現在は週に1回の割合で散布しており、このようなEMの航空散布は世界中でも私が知る限りコスタリカだけではないでしょうか。

EM vs Sigatoka 実験室での検証

Crecimiento del tubo germinativo de *Mycosphaella fijiensis* (Sigatoka negra)



実験室での検証写真

現場と同時に実験室でも検証の為に様々なシガトカ病抑制試験を行った。画面の左側は試験管にシガトカ病菌を入れて培養させたもの。そしてもう一方の試験管はシガトカ病菌とEMを同時に入れて培養したもので、EMを入れたものはシガトカ病菌を95%成長させることが出来ないと言う結果になった。右側はシャーレーの培地上にシガトカ病菌を接種し、同時にディスクペーパーといわれる白い紙の上にEMを順次希釈したものを設置したもの。現在農場で使用している希釈のディスクの周辺ではシガトカ病菌が成長することが出来ないことが分かった。本来は現場で出ている結果で「全てよし」とし、このような実験の必要性は無いと考えるのだが、これも現場の人間をビジュアル的に納得させる為の補完的なものである。

EM希釈率25%区(赤色)とEM希釈率20%区(青色)のシガトカ病抑制実験  
希釈率25%区はシガトカ菌糸の生育をほぼ90%を抑制していることが分かる

Cuadro 2 Porcentajes de reducción del tubo germinativo de esporas de *M. fijiensis* en medio nutritivo PDA bajo 2 dosis comerciales (ufc) de EM -.

	Dosis de campo	Dosis en ufc	% de reducción
FC 2 días	4l en 16l/ha	1.9 X 10 <sup>6</sup>	92.0
LB 2 días	4l en 16l/ha	1.9 X 10 <sup>6</sup>	86.3
FC 2 días	4l en 20l/ha	2.5 X 10 <sup>6</sup>	84.2
LB 2 días	4l en 20l/ha	2.5 X 10 <sup>6</sup>	81.7

#### 試験結果

これは飛行機が積載する農業タンクの容量に合わせてEMの希釈を変えて行った実験。いずれも90%近くシガトカ病菌を抑制している結果となった。このことから考えると、濃い濃度のEMを散布することで散布の間隔が延びることも十分に考えられ、結果としては効果を出しながら散布費用も抑えられるのではないかと可能性も考えられる。

#### 試験結果

- EMは商業規模(100ヘクタール以上)でも十分に対応が可能である。
- EM導入により30%~40%減農薬させることが出来、且つ慣行区(全農薬区)と同様、若しくはそれ以上にシガトカ病を抑制していることが判明。
- EMによるシガトカ病抑制はEMに含まれる微生物による直接的な作用とEMに含まれる代謝物質による間接的な作用が働いていることが判明。
- EMの品質によってその効果が大きく左右される。常に抗酸化力が高い、品質の良いEMを使用すれば1ヘクタール当たり5リットルのEMで効果が出る。

以上の経験を踏まえて、新たな取り組みも進行中……

#### 試験結果(まとめ)

一番重要なのは、EMは使用量や効果から考えて十分に慣行法にも対応が出来るという点。飛行機積載サイズや散布回数を変更させることなく、そのままEMに移行することが出来る点は大きなポイントである。

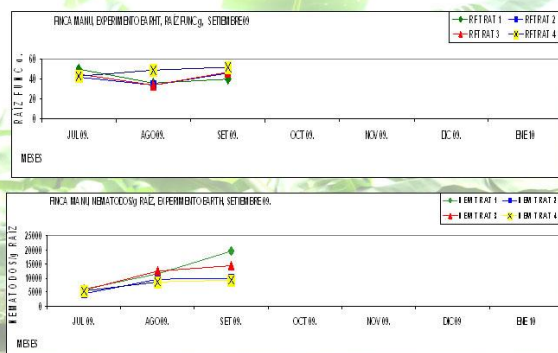
#### 80%の減農薬を目指す計画書

Intervalo de aplicación						
EM Crop a 6 días ciclo y fungicidas sintéticos a 6 días ciclo						
Secuencia de aplicación						
Fecha	Semana	Ciclo	Producto	Intervalo entre ciclos (días)	Intervalo entre fungicidas sintéticos (días)	Aceite (l/ha)
03/08/2009	32	1	EM CLOO	6		4
09/08/2009	33	2	EM CLOO	6		4
15/08/2009	33	3	EM CLOO	6		4
21/08/2009	34	4	Calobu	6		7
27/08/2009	35	5	EM CLOO	6		4
02/09/2009	36	6	EM CLOO	6		4
08/09/2009	37	7	EM CLOO	6		4
14/09/2009	38	8	Signex	6	24	8
20/09/2009	39	9	EM CLOO	6		4
26/09/2009	39	10	EM CLOO	6		4
02/10/2009	40	11	EM CLOO	6		4
08/10/2009	41	12	Volley	6	24	7

これまでの試験結果から、更に新たな取り組みを行ってる。

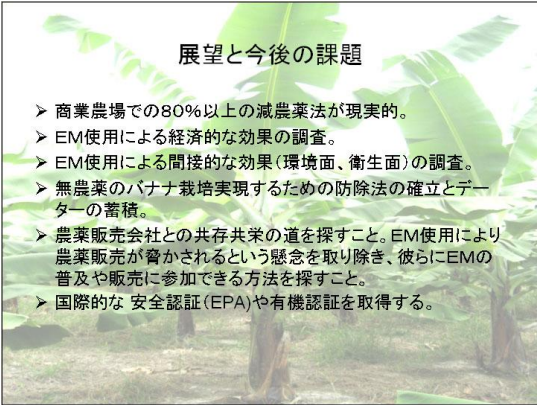
この表は農業散布計画表から80%減農薬した場合のEM散布回数を標記したもので、現在これを基にした試験が進行中。

#### バナナ商業農場でのEM線虫防除試験



#### バナナ線虫対策試験

バナナ線虫対策にも農薬が多く使用されている。バナナ線虫対策試験はアース大学では既に行われておりEMの効果が実証されているが、シガトカ病と同様の理由から民間の農場では使用されていないため、民間の商業農場を借りて商業ベースに見合った試験を行っている。また、アース大学の試験ではバナナ残渣ボカシが使用されたが、この試験はボカシを一切使用していない慣行の農場で行われ、EM区が良い結果を出している。



### 展望と今後の課題

- 商業農場での80%以上の減農薬法が現実的。
- EM使用による経済的な効果の調査。
- EM使用による間接的な効果(環境面、衛生面)の調査。
- 無農薬のバナナ栽培実現するための防除法の確立とデータ-の蓄積。
- 農業販売会社との共存共栄の道を探すこと。EM使用により農業販売が脅かされるという懸念を取り除き、彼らにEMの普及や販売に参加できる方法を探すこと。
- 国際的な安全認証(EPA)や有機認証を取得する。

### 展望と課題

以上の説明から、EMがシガトカ病対策に十分に対応できることが分かってきたものの、実際はなかなか使用するに至っていないのが現状である。農業会社が農業製品を低価格にしてくるなどの商戦が始まるなどしているのもブレーキがかかる要因。EM+サービスや品質・安全認証の付加価値を付けるなどして普及を進めていくことが課題である。



ありがとうございました。