

Développement du bananier dans un andosol de Guadeloupe : effet de la compacité du sol

M. DOREL*

Growing Banana on an Andosol in Guadeloupe: Effect of Soil Compaction.

M. DOREL

Fruits, vol. 48, n° 2, p. 83-88.

ABSTRACT - Soil compaction affects the development of field-grown bananas. It reduces the size of banana plants and bunches, delays flowering and reduces the number of suckers produced. Factors other than soil compaction can also alter root development (soil-borne pathogens, drainage). The results of experiments on andosols in Guadeloupe revealed that soil compaction notably reduced soil aeration and caused root asphyxiation. This phenomenon was also found to affect rooting, i.e. reduced number of roots, increased root diameter and marked increase in root mass. Soil compaction can also upset banana plant nutrition by reducing uptake of N, P, K and Ca, whereas massive uptake of Mn occurs.

Développement du bananier dans un andosol de Guadeloupe : effet de la compacité du sol.

M. DOREL

Fruits, vol. 48, n° 2, p. 83-88.

RÉSUMÉ - La compacité du sol a des répercussions sur le développement du bananier au champ. Elle provoque une diminution de la taille du plant et de son régime, un retard de floraison et une réduction du nombre de rejets émis. Des facteurs autres que la compacité du sol sont susceptibles d'agir sur le développement des racines (parasitisme tellurique, drainage). Dans l'expérimentation effectuée sur des andosols en Guadeloupe, le compactage du sol s'est surtout traduit par une réduction de l'aération du sol et il a produit des asphyxies racinaires, mais il a eu aussi d'autres effets sur l'enracinement : diminution du nombre de racines, augmentation de leur diamètre et accroissement sensible de la masse racinaire. La compacité du sol entraîne également des perturbations de la nutrition du bananier : réduction de l'absorption de N, P, K et Ca, absorption massive de Mn.

KEYWORDS: Guadeloupe, *Musa*, andosols, soil compaction, soil chemico-physical properties, growth, plant developmental stages, aerial parts, rooting, plant nutrition.

MOTS CLÉS : Guadeloupe, *Musa*, andosol, compactage du sol, propriété physicochimique du sol, croissance, stade de développement végétal, partie aérienne, enracinement, nutrition des plantes.

Introduction

Pour un certain nombre de raisons, l'effet de la compacité du sol est généralement difficile à évaluer dans une bananeraie de production.

□ Une parcelle cultivée a souvent une structure du sol hétérogène : les techniques culturales peuvent générer elles-mêmes une variation spatiale importante de la compacité du sol (zone de passage des ouvriers et des engins, sillon, interligne, etc.). Par ailleurs le comportement mécanique du sol varie à l'intérieur d'une même parcelle en fonction de paramètres tels que la pierrosité, la teneur en eau, l'épaisseur de l'horizon humifère. La délimitation de zones où la structure

du sol est homogène est donc délicate à réaliser et rend difficile l'interprétation des variations de la croissance du bananier.

□ Le système racinaire est soumis à un ensemble de contraintes physiques (dont la compacité du sol), chimiques ou parasitaires, qui sont difficiles à dissocier.

□ L'état physique du sol est un état du milieu conditionnant le rendement, mais pas un facteur déterminant tel que peuvent l'être l'éclaircissement ou la température (SEBILLOTTE, 1990).

Une expérimentation a été réalisée afin d'évaluer l'effet de la compacité du sol sur le développement des racines et des parties aériennes du bananier. Il s'agit à terme de déterminer le niveau de mécanisation qu'il est possible d'atteindre en bananeraie, sans que la compacité du sol ne limite la croissance du bananier.

* CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadeloupe.

Matériels et méthodes

Dispositif expérimental

Une bande de 4 m de largeur et 25 m de longueur a été délimitée sur une parcelle indemne de nématodes (précédent cultural caféier) située sur la station de Neufchâteau en Guadeloupe (andosols perhydratés). Elle a été choisie plane avec une profondeur de la roche-mère et une épaisseur de l'horizon humifère constantes.

Deux traitements ont été réalisés :

- un traitement "ameublissement" : sur une moitié de la bande, la terre est retirée sur 60 cm de profondeur puis remplacée après ameublissement en respectant l'ordre des horizons ; un drain assure l'évacuation de l'eau au fond de la zone ameublie ;
- un traitement "compactage" : sur l'autre moitié de la bande, le sol est compacté par 10 passages de tracteur effectués à une humidité de l'horizon de surface de 95 % (humidité voisine de la capacité au champ).

Pour chacun des 2 traitements, 5 bananiers issus de culture *in vitro* et choisis de même taille, ont été plantés en ligne (espacement sur la ligne 2,3 m).

Paramètres mesurés

Pour suivre le développement des parties aériennes, des mesures de la hauteur des plants, de la circonférence des pseudo-troncs et du nombre de feuilles émises sont effectuées tous les mois sur chaque bananier jusqu'à la floraison.

A ce stade, le nombre de doigts et de rejets formés sont comptés et une analyse de la feuille n° 3 est réalisée pour comparer la nutrition minérale du bananier sur sol compacté et sur sol ameubli.

Une fosse de 2,0 m x 0,5 m x 0,6 m alors ouverte au pied de chaque bananier a permis d'étudier l'enracinement des plants par :

- une pesée des racines extraites de la fosse (poids frais),
- une description du profil racinaire basée sur la notation du diamètre et de l'emplacement de chaque racine.

Les caractéristiques physiques du sol ont été évaluées par des mesures de densité apparente sur cylindres de 100 cm³ (6 cylindres par horizon).

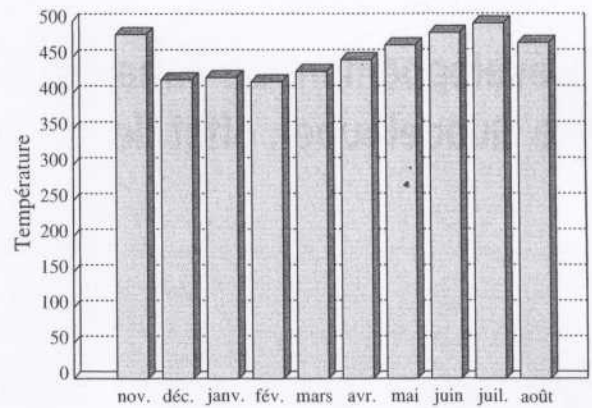
La structure du sol a été observée et décrite pour chacun des profils racinaires étudiés.

Climatologie

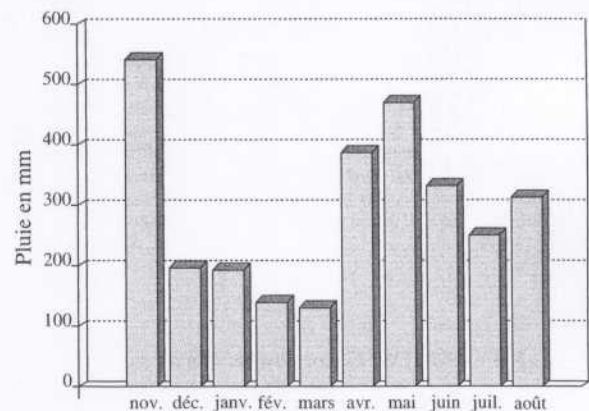
La température (figure 1a), la pluviométrie (figure 1b) et le rayonnement global (figure 1c) sont mesurés sur une station météo située à 500 m de l'expérimentation :

- les températures diminuent jusqu'en février, période la plus fraîche de l'année, puis augmentent régulièrement ;
- la pluviométrie décroît jusqu'en mars, qui s'avère un mois particulièrement sec pour cette zone climatique, puis augmente de façon significative à partir d'avril ;
- le rayonnement global est plus ou moins lié aux variations de la pluviométrie : il augmente jusqu'à atteindre une valeur particulièrement forte au mois de mars, puis décroît.

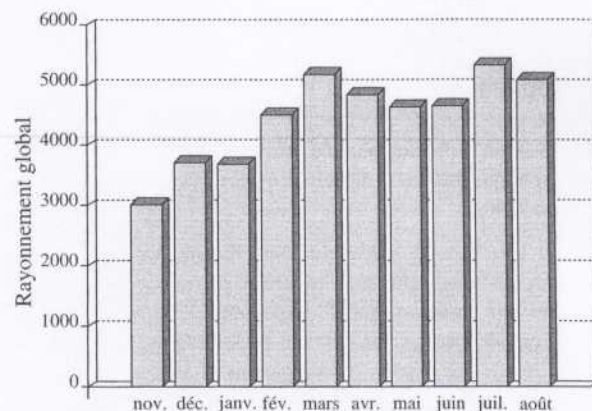
Le mois de mars apparaît donc être une période charnière caractérisée par une pluviométrie minimum, un rayonnement global maximum et des températures en hausse après une période fraîche en février.



a) Somme des températures



b) Pluviométrie



c) Cumul du rayonnement global

Figure 1. Evolution de certains paramètres de climatologie au cours de l'année de l'expérimentation.

Résultats

Caractéristiques physiques du sol

Structure

Dans le traitement ameublissement, l'horizon entre 0 et 60 cm est composé de petites mottes (< 5 cm) bien individualisées et de terre fine. Au dessous de 60 cm se trouve un horizon B non perturbé à porosité tubulaire abondante.

Dans le traitement compactage, l'horizon entre 0 et 30 cm est compact et massif, marbré de taches de couleur rouille et grise. En dessous de 30 cm l'horizon B non perturbé à porosité tubulaire abondante est de nouveau présent.

Densité apparente, rapport air/sol/eau

Les mesures ont été effectuées sur un sol ressuyé à une humidité voisine de la capacité au champ.

Dans le traitement ameublissement la densité apparente de l'horizon ameubli (0-60 cm) a été de 0,49 pour une teneur en eau pondérale de 108 %.

Dans le traitement compactage, elle a été de 0,70 dans l'horizon 0-30 cm, pour une teneur en eau pondérale de 93,5 %.

Ces mesures permettent d'évaluer les volumes occupés par l'air, l'eau et la matière solide, en se basant sur une densité réelle du sol de 2,6 (figure 2).

Dans l'horizon compacté la porosité totale du sol est plus faible que dans l'horizon ameubli, mais reste élevée en valeur absolue et voisine de celles observées au champ dans les bananeraies de production.

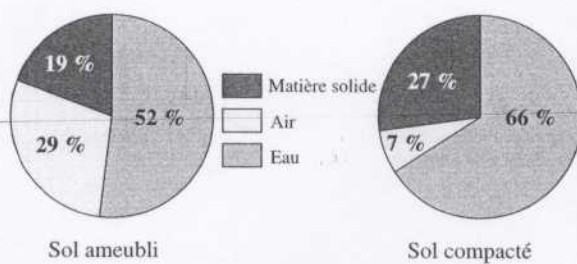


Figure 2. Proportion des volumes air / eau / matière solide dans chacun des sols des 2 traitements ameublissement et compactage.

Le rapport entre porosité occupée par l'air (macroporosité) et porosité occupée par l'eau (microporosité) est par contre très faible dans l'horizon compacté. En période pluvieuse l'aération du sol compacté est probablement quasiment nulle (DOREL, 1991). Cela explique la formation de taches d'oxydoréduction de couleur rouille et grise (hydromorphie temporaire).

Croissance et développement des parties aériennes du bananier

La mesure mensuelle de la circonférence du pseudo-tronc à 100 cm du sol a permis de suivre la croissance de chaque bananier (figure 3). 3 groupes de plants ont été identifiés :

- le groupe A des 5 bananiers du traitement ameublissement est caractérisé par une vitesse de croissance rapide, régulière et homogène,
- le groupe B constitué de 2 bananiers du traitement compactage présente une vitesse de croissance moyenne,
- le groupe C représenté par les 3 autres bananiers du traitement compactage a une vitesse de croissance lente.

Les caractéristiques des parties aériennes à la floraison sont présentées dans le tableau 1.

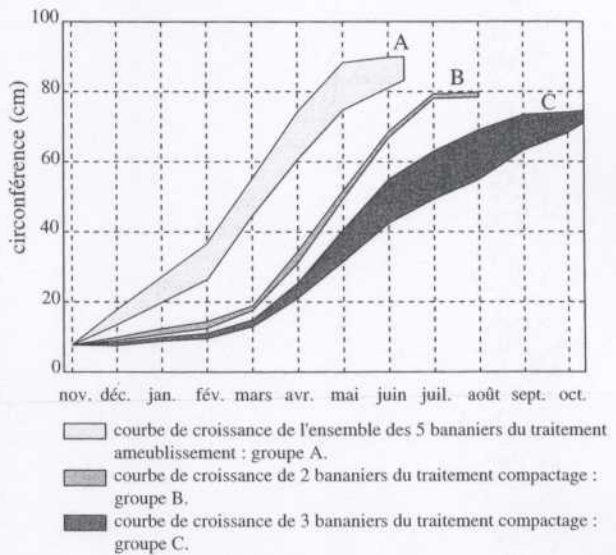


Figure 3. Evolution de la circonférence des pseudo-troncs de bananiers, à 100 cm du sol, de la plantation à la floraison.

Tableau 1. Caractéristiques des parties aériennes des bananiers au stade de la floraison.

	Groupe A		Groupe B		Groupe C	
	moienne	écart type	moienne	écart type	moienne	écart type
Nombre de semaines avant floraison	26	0	33	0	47	3
Nombre de feuilles émises	24	0	29	1	34	0
Nombre de doigts formés	173	13	148	3	141	3
Circonférence (cm) du pseudo-tronc à 100 cm	60,5	0,7	56,0	0,0	56,0	1,0
Nombre de rejets	8,5	1,7	3,6	1,1	3,6	1,1

Dans les groupes B et C (traitement compactage), la croissance ne démarre véritablement qu'à partir du mois de mars. Les floraisons débutent avec 7 semaines de retard par rapport à celles des bananiers du traitement ameublissement, mais le nombre de feuilles émises depuis la plantation est alors plus important. Le bananier semble compenser la taille plus petite des feuilles émises par une émission foliaire plus active. Cela confirmerait une hypothèse déjà émise par SUMMERVILLE (1944) selon laquelle le bananier devrait produire une surface foliaire minimum avant que la différenciation florale ne se produise.

Les bananiers du traitement compactage se distinguent également des bananiers du traitement ameublissement par un régime comportant moins de doigts, un pseudo-tronc plus mince et un nombre de rejets plus réduit.

Enracinement du bananier

Les caractéristiques de l'enracinement des bananiers des 3 groupes A, B, C définis pour la croissance des parties aériennes sont bien distinctes (tableau 2).

Les profils racinaires présentés sur la figure 4 permettent de visualiser l'allure générale de l'enracinement des bananiers de ces 3 groupes.

□ Les bananiers du groupe A (traitement ameublissement) se distinguent par un nombre et une masse de racines élevés. L'enracinement est réparti de manière homogène dans le profil, les racines ayant tendance à être plus épaisses dans la partie la plus profonde.

□ Les bananiers du groupe B (traitement compactage) présentent un nombre de racines élevé mais une masse de racines faible. Les zones situées en dessous de l'horizon compacté ont été colonisées par des racines de faible diamètre. Les racines sont plus épaisses dans l'horizon compacté. La profondeur moyenne d'enracinement est comparable à celle des bananiers du groupe A.

□ Les bananiers du groupe C (autres plants du traitement compactage) ont un nombre et une masse racinaire faible. Les racines sont de fort diamètre mais peu nombreuses et localisées essentiellement en surface dans l'horizon compacté (0-30 cm).

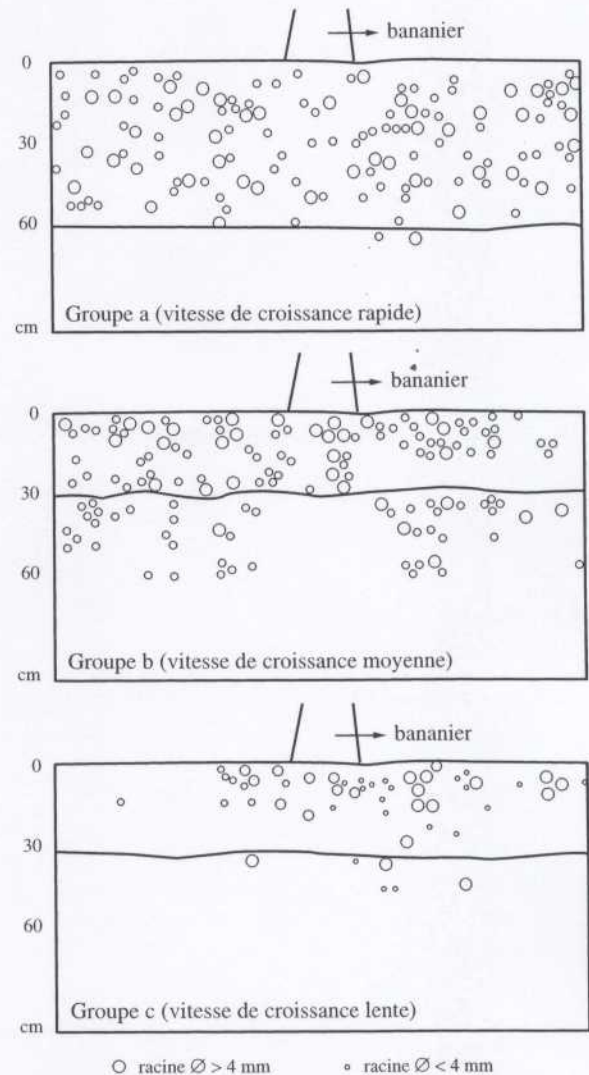


Figure 4. Profils racinaires caractérisant chacun des 3 groupes de croissance de bananiers.

Tableau 2. Caractéristiques d'enracinement des bananiers à la floraison, en fonction des 3 groupes de croissance définis.

	Groupe A		Groupe B		Groupe C	
	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type
Nombre de racines par dm ²	1,21	0,10	1,08	0,05	0,51	0,07
Masse racinaire (g/m ³ de terre)	2111	33	675	270	631	241
Diamètre moyen des racines (mm) :						
• horizon 0 - 30 cm	3,0	0,2	2,9	0,3	3,6	0,3
• horizon 30 - 60 cm	3,3	0,3	2,3	0,1	-	-
Profondeur moyenne d'enracinement (cm)	32,1	0,5	32,5	5,7	17,1	1,0

Quel que soit le traitement, l'état sanitaire des racines s'est avéré très bon. Dans le traitement compactage, le déficit d'aération du sol n'a pas particulièrement favorisé le développement de nécroses racinaires, mais a provoqué la formation de racines sinueuses et aplaties. Lorsque ces racines traversent des zones marbrées de taches de couleur rouille et grise (hydromorphie temporaire), elles se recouvrent de fines pellicules rougeâtres ou noirâtres.

Comme pour le développement de leurs parties aériennes, les bananiers des groupes A, B et C se différencient donc par certaines caractéristiques de leur enracinement.

Nutrition minérale

Les résultats de l'analyse foliaire, réalisée à la floraison, permettant de comparer la nutrition minérale du bananier sur sol compacté et sur sol ameubli sont présentés sur le tableau 3.

Le compactage du sol provoque une réduction sensible de l'absorption de l'azote (N), du phosphore (P), du potassium (K) et du calcium (Ca), mais il entraîne une augmentation très importante des taux de manganèse (Mn) et moindre de ceux de zinc (Zn).

Discussion et conclusions

Le traitement compactage a eu des effets défavorables sur la date de floraison et sur l'homogénéité de la croissance des plants.

Le déficit d'aération du sol en période pluvieuse explique le démarrage tardif des bananiers du traitement compactage. Il faut attendre les conditions "sèches" du mois de mars pour obtenir une aération du sol correcte permettant le démarrage de la croissance des racines.

Deux groupes de bananiers apparaissent nettement au sein du traitement compactage :

- un groupe de bananiers à vitesse de croissance moyenne dont l'enracinement prospecte la zone située en dessous de l'horizon compacté (groupe B),
- un groupe de bananiers à vitesse de croissance lente dont l'enracinement est confiné dans l'horizon compacté (groupe C).

C'est donc la capacité des plants à coloniser l'horizon situé en dessous de l'horizon compacté, qui détermine le type de croissance des bananiers de ce traitement, et qui explique leur hétérogénéité.

Le compactage du sol se traduit par une réduction de la masse racinaire. Cette réduction est liée à une diminution du nombre de racines. Le diamètre des racines augmente par contre dans les zones compactes. Un tel accroissement du diamètre des racines sous l'influence de contraintes mécaniques a également été observé sur céréales (ATWELL, 1989).

La réduction de l'absorption de N, P, K et Ca mise en évidence chez les bananiers du traitement compactage pourrait résulter de mauvaises conditions de fonctionnement du système racinaire. Par ailleurs l'absence d'effet sur l'absorption de Mg peut être liée à l'antagonisme K/Mg déjà signalé chez le bananier : la réduction de l'absorption de K faciliterait l'assimilation de Mg trouvé alors à des taux corrects malgré les contraintes sur le système racinaire.

L'absorption massive de Mn, enfin, peut être expliquée par le drainage défectueux et la mauvaise aération du sol compacté : de telles conditions favorisent en effet le passage de Mn sous sa forme réduite Mn^{++} , facilement assimilable par la plante.

Une limitation des rendements due à la compacité du sol est souvent délicate à diagnostiquer. La définition de valeurs seuils pour la porosité du sol pourrait faciliter ce diagnostic. Dans les sols étudiés (andosols), le développement des racines et des parties aériennes est fortement perturbé pour une densité apparente du sol supérieure ou égale à 0,7. Cette perturbation n'est pas liée à une insuffisance de la porosité totale (CHAMPION et SIOUSSARAM, 1970), mais à celle de la porosité occupée par l'air (macroporosité). Dans les bananeraies de production cette valeur de 0,7 est fréquemment atteinte mais pas de manière uniforme sur l'ensemble d'une parcelle. Des valeurs seuils permettant d'évaluer la proportion de sol occupée par de telles structures défavorables à l'enracinement devront donc également être définies. Elles permettront d'adapter les besoins en matière de travail du sol et de mécanisation des interventions culturales, en fonction des caractéristiques du sol de la bananeraie.

Tableau 3. Composition minérale de la feuille n° 3 des bananiers au stade de floraison, selon une croissance sur sol compacté ou sur sol ameubli.

	% matière sèche					ppm matière sèche		
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Traitement ameublissement								
limbe interne	2,95	0,19	4,25	0,95	0,32	118	353	16
limbe externe	3,59	0,22	3,45	0,88	0,39	219	977	18
Traitement compactage								
limbe interne	2,72	0,17	3,47	0,63	0,34	107	1394	19
limbe externe	3,11	0,19	3,27	0,58	0,37	110	1959	22

Références

- ATWELL (B.J.). 1990.**
The effect of soil compaction on wheat during early tillering.
I. Growth, development and root structure.
New phytol., 115, 29-35.
- CHAMPION (J.) et SIOUSSARAM (D.). 1970.**
L'enracinement du bananier dans les conditions de la station de Neufchâteau (Guadeloupe).
Fruits, 25 (12), 847-859.
- DOREL (M.). 1991.**
L'enracinement du bananier dans les andosols de Guadeloupe.
 Participation au *X^e meeting of ACORBAT 1991*, Villahermosa, Mexique, November 4-8 1991, proceedings à paraître.
- SEBILLOTTE (M.). 1990.**
Améliorer la gestion de la fertilité physique par l'agriculteur : réflexions pour une politique régionale.
Les colloques de l'INRA, 53, 187-216.
- SUMMERVILLE (W.A.). 1944.**
Studies on nutrition as qualified by development in *Musa cavendishii* Lambert.
Queensland Journ. Agric.Sc., 1 (1),1-127.

Desarrollo del bananero en un andosuelo de Guadalupe : efecto de la capacidad del suelo.

M. DOREL

Fruits, vol. 48, n° 2, p. 83-88.

RESUMEN - La compacticidad del suelo tiene repercusiones sobre el desarrollo del bananero en el campo. Ella provoca una disminución de la talla de la planta y de su régimen, un retardo de la floración y una reducción del número de retoños. Otros factores que la compacticidad del suelo son susceptibles de influir sobre el desarrollo de las raíces (parasitismo telúrico, drenaje). En la experimentación efectuada en los andosuelos en Guadalupe, la compacticidad del suelo conlleva una reducción de la aereación del suelo y ha producido asfixie de las raíces; sin embargo tuvo también efectos sobre el enraizamiento: disminución del número de raíces, aumento de su diámetro y aumento sensible de la masa de las raíces.

La compacticidad del suelo conlleva también a perturbaciones de la nutrición del bananero: reducción de la absorción de N,P,K y Ca, absorción masiva de Mn.

PALABRAS CLAVES : Guadalupe, *Musa*, andosoles, compactación del suelo, propiedades fisico-químicas suelo, crecimiento, etapas de desarrollo de la planta, órganos aéreos, enraizamiento, nutrición de las plantas.