

Université de Montréal

Épidémiologie de la croissance infantile :  
Étude de déterminants sociaux et biologiques auprès  
d'enfants âgés de 6 à 18 mois en Colombie

par

Beatriz Eugenia Alvarado LLano

Département de médecine sociale et préventive  
Faculté de Médecine

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de Philosophiae Doctor  
en santé publique  
option Épidémiologie

Juillet, 2005

© Beatriz Alvarado, 2005



WA

5

058

2005

V. 011



## AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

## NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

Épidémiologie de la croissance infantile :  
Étude de déterminants sociaux et biologiques auprès  
d'enfants âgés de 6 à 18 mois en Colombie

présentée par :

Beatriz Eugenia Alvarado Llano

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Pierre Fournier, président-rapporteur

Maria Victoria Zunzunegui, directrice de recherche

Hélène Delisle, codirectrice de recherche

Louise Seguin, membre du jury

Katherine Gray-Donald, examinateur externe

Thomas Kingston Legrand, représentant du doyen de la FES

## Résumé

**Introduction :** Le meilleur indicateur mondial du bien-être de l'enfant est sa croissance. Les infections et les pratiques déficientes de soins (alimentaires, préventives, affectives) se présentent comme les principaux facteurs qui nuisent au développement physique de l'enfant. Ces facteurs sont étroitement associés aux conditions socio-économiques et à la possibilité des populations de satisfaire leurs besoins élémentaires, tels que l'accès à la nourriture, au logement et à la santé. Ceci fait appel aux déterminants sociaux de l'état nutritionnel infantile. Reste que certains courants théoriques en matière de nutrition infantile – auxquels l'on doit une définition du concept de déviance positive – ont démontré les possibles effets modérateurs des pratiques de soins sur les effets négatifs de conditions de vie défavorables.

**Objectifs :** Pour bien saisir le caractère multifactoriel de l'état nutritionnel infantile, nous proposons ici (1) d'identifier les déterminants sociaux de l'état nutritionnel évalué par la croissance des enfants âgés de 6 à 18 mois dans la région Pacifique de la Colombie et (2) d'identifier les pratiques de soins aux enfants et les maladies reliées à la croissance infantile auprès de la population afro-colombienne.

**Cadre conceptuel :** Le cadre conceptuel a été développé à partir de deux courants théoriques de l'épidémiologie sociale (le courant psychosocial et le courant néomatérialiste) et à partir des concepts et variables du modèle causal de nutrition infantile de l'UNICEF. Ces variables sont le statut socio-économique et le réseau social, considérés comme causes fondamentales de l'état nutritionnel (hypothèse 1). Ces variables ont des effets sur la croissance infantile par le biais des mécanismes sous-jacents (ressources matérielles, sociales- hypothèse 2) ou par les mécanismes immédiats (pratiques d'alimentation, prévention et facteurs biologiques-hypothèse 3).

**Méthode :** Une étude de prévalence à base populationnelle a été menée auprès de 193 enfants âgés de 6 à 18 mois. Nous avons analysé les différences dans les indices de taille par rapport à l'âge et le poids par rapport à la taille, en effectuant des analyses de régression linéaire multiple. De plus, une étude de cohorte a été menée sur des enfants âgés entre 6 et 18 mois afin de suivre sur une base régulière leur niveau de croissance, c'est-à-dire aux 2-3 mois. Pour 133 enfants, nous avons effectué une modélisation par des analyses multiniveaux, validé la variation intra-sujets à partir des variables qui fluctuent dans le temps (alimentation et rapport de santé de l'enfant), et vérifié la variabilité

entre sujets à partir de variables fixes se rapportant à l'enfant et de variables se rapportant à la mère (statut socio-économique).

Résultats : Les enfants afro-colombiens de 6 à 18 mois ont une prévalence de malnutrition chronique (9,8 % ;  $\leq 2$  ET pour l'indice taille-âge) et de malnutrition aiguë (3 % ;  $\leq 2$  ET pour l'indice poids-taille). L'article 1 montre, parmi les facteurs immédiats, qu'allaiter l'enfant, lui offrir une alimentation complémentaire diversifiée et faire de la prévention ont été associés de manière positive aux deux indices de l'état nutritionnel. L'article 2 démontre que les ressources maternelles ont un effet direct sur l'état nutritionnel de l'enfant, comme dans le modèle de l'UNICEF. Nous avons constaté que les enfants jouissant d'un meilleur état nutritionnel étaient issus de familles qui avaient facilement accès à la nourriture (sécurité alimentaire), à des services d'assainissement appropriés (toilettes), à des services de soutien social pour la mère (général et de couple) et où cette dernière partageait les décisions et le contrôle des ressources à la maison. Les principaux obstacles pour arriver à avoir un bon poids par rapport à la taille étaient l'état nutritionnel tangent de la mère et l'absence de toilettes. L'article 3 démontre que les femmes de classes sociales supérieures (basé sur le niveau d'éducation, le revenu et le réseau social) ont des enfants avec un meilleur indice taille-âge. Les différences entre les couches sociales supérieures et inférieures étaient associées à l'accès à la nourriture et à un logement adéquat (explication néomatérialiste), au soutien social (explication psychosociale) et aux pratiques d'alimentation et de prévention. Finalement, l'article 4 confirme que l'allaitement maternel est une pratique associée positivement à la croissance infantile dans la population étudiée, tendance constatée par les analyses de trajectoires de taille et de poids. Les maladies respiratoires seraient les principaux obstacles au bon état nutritionnel.

Conclusion : Notre recherche constate que les déterminants sociaux de la nutrition infantile sont reliés de manière hiérarchique, tel que suggéré par l'UNICEF et les deux courants de l'épidémiologie sociale utilisés dans le cadre de cette recherche. L'allaitement maternel se présente comme un facteur modulateur des conditions de vie précaires de la région, ce qui corrobore la théorie de déviance positive. L'étude ajoute des acquis importants pour la modélisation de la croissance infantile avec des analyses multiniveaux, ainsi que la validation et l'adaptation de trois instruments de mesure des ressources maternelles (sécurité alimentaire, soutien social général et soutien social du couple).

Mots-clés : Nutrition infantile, déterminants sociaux, études observationnelles, analyses hiérarchiques, analyses multiniveaux, Colombie.

## **Abstract**

**Introduction :** The best indicator of childhood wellbeing is child growth. Infections and inadequate care practices (feeding, preventive and affective practices) significantly affect a child's physical development. These factors are closely associated with socio-economic conditions and the possibility of populations to satisfy their basic needs, which means to guarantee access to food, appropriate housing, and health care. These conditions are known as social determinants of child nutrition. Additionally, some theoretical streams on the subject of child nutrition, which have proposed the concept of positive deviance, have shown that care practices can attenuate the negative effect of living in unfavorable social conditions.

**Objectives:** In order to achieve a complete, multifactorial comprehension of child nutrition, we pursued the following: 1) To identify the social determinants of child nutritional status, evaluated as growth, in the Colombian Pacific Coast and 2) to identify the care practices and the illness events associated to child growth in the Afro-Colombian population.

**Conceptual Framework:** The conceptual framework was developed combining the UNICEF's causal model with the two social epidemiology mainstreams (the psychosocial and the neo-materialist streams). Socio-economic status and mother's social networks were considered fundamental causes of child malnutrition (hypothesis 1). These variables, when in the model, have an effect on child nutrition, through underlying mechanisms (material, social and environmental maternal resources- hypothesis 2) and/or through immediate mechanisms (feeding and preventive practices, and biological factors- hypothesis 3)

**Methods:** A population-based prevalence study was conducted on 193 mothers of children 6-18 months of age. The length-for-age and weight-for-length indexes were analyzed as dependent variables, by means of multiple-regression analysis. In addition, a cohort study of children 6-18 months of age was carried out, whose height was regularly recorded every 2-3 months. In 133 children, a multilevel modeling was fitted, by estimating the intra-subject variability from time-changing variables (feeding and illness reporting), and the inter-subject variability from fixed mother and child variables.

**Results:** Afro-Colombian children 6-18 months of age have lower prevalence of chronic and acute malnutrition than that reported in other populations with similar levels of deprivation. [Article 1](#) shows that among immediate causes, breastfeeding the child, providing a richly diverse diet and having adequate preventive practices are positively related with both nutritional indexes. [Article 2](#)

demonstrates that maternal resources for childcare exert a direct effect on the child nutritional status as proposed by the UNICEF's causal model. The study demonstrates that children with good nutritional status belong to families that have access to food (food security), have adequate hygiene conditions (presence of toilet) and have a mother enjoying social support (general and from the partner) and sharing decisions and control of home resources. The main obstacles to reaching adequate weight were related with having a mother in poor nutritional status and absence of toilet. Article 3 reveals that mothers in higher social levels (either by education level, income or social networks) have their children in better nutritional status (length for age). Differences among those in the most favorable social position and those in the lowest social position were explained by access to food and living conditions (neo-material explanation), social support (psychosocial explanation) and preventive and feeding practices. Article 4 confirms that breastfeeding is a practice positively associated with child growth in the study population, as is evident from length growth and weight gain. Respiratory illnesses appear to be the main obstacles for children to reach a good nutritional status.

Conclusion: Our investigation substantiates that child growth is a multicausal process in which social determinants of child nutritional status are related in a hierarchical fashion, as suggested by the UNICEF's causal model and the neo-material and psychosocial models. Breastfeeding appears as a moderating factor of the precarious conditions in the region, confirming the findings of the positive deviance theory. In addition, this study provides an illustration of the use of hierarchical linear models in child growth modeling. This research includes validation and adaptation of instruments to measure maternal resources (food security, general social support and partner support).

Key words: Child nutrition, social determinants, observational studies, hierarchical analysis, multiple-level analysis, Colombia.



## Resumen

**Introducción :** El mejor indicador del estado de bienestar de un niño es su crecimiento. Las infecciones y las practicas inadecuadas en el cuidado infantil (alimentarias, preventivas y afectivas) afectan de manera importante el desarrollo fisico del niño. Estos factores están estrechamente asociados a las condiciones socioeconómicas y a la posibilidad que tienen las poblaciones de satisfacer sus necesidades básicas, es decir garantizarse el acceso a la comida, a una vivienda adecuada y a la salud. A estas condiciones se les conoce como determinantes sociales de la nutrición infantil. Adicionalmente, algunas corrientes teóricas en materia de nutrición infantil- de quienes tomamos el concepto de deviance positiva- han mostrado que las practicas de cuidado pueden atenuar los efectos negativos de vivir en condiciones sociales desfavorables.

**Objetivos:** Con el fin de tener un panorama completo del carácter multifactorial de la nutrición infantil, nos propusimos en este trabajo: 1) Identificar los determinantes sociales del estado nutricional infantil, evaluado como el crecimiento, en niños de 6 a 18 meses de edad que viven la región Pacífica de Colombia y 2) Identificar las practicas de cuidado infantil y los episodios de enfermedad asociados al crecimiento infantil en la población Afro-Colombiana.

**Cuadro conceptual:** El cuadro conceptual fue elaborado a partir de dos corrientes teóricas de la epidemiología social (psicosocial y neo-materialista) y a partir de conceptos y variables tomadas del modelo causal de la UNICEF. El estado socio-económico y las redes sociales de la madre fueron considerados como causas fundamentales de la malnutrición infantil (Hipótesis 1). Estas variables en el modelo conceptual tienen un efecto directo en la nutrición infantil, o indirecto a través de mecanismos subyacentes (recursos maternos materiales, sociales-hipótesis 2) y/o mecanismos inmediatos (practicas de alimentación y de prevención, y factores biológicos-hipótesis 1)

**Métodos:** Un estudio de prevalencia de base poblacional fue llevado a cabo entre 193 madres de niños entre los 6 y los 18 meses. Se analizaron los índices de talla para la edad y de peso para la talla como las variables dependientes, efectuando para ello los análisis de regresión lineal múltiple. Además, se realizo un estudio de cohorte en niños desde los 6 hasta los 18 meses de edad, medidos de manera regular cada 2 a 3 meses. En 133 niños se efectuó la modelización del crecimiento mediante los análisis de niveles múltiples, estimando la variabilidad intra-sujeto a partir de las variables que cambian en el tiempo (alimentación y reporte de enfermedad), y la variabilidad entre-sujetos a partir de variables fijas de la madre y del niño.

Resultados: los niños afro-colombianos de 6 a 18 meses tienen una prevalencia de malnutrición crónica (9.8%; en el índice de talla para la edad) y de malnutrición aguda (3%; en el índice de peso para la talla) más baja que la reportada en otras poblaciones del mismo nivel de desfavorización. El artículo 1 muestra que entre las causas inmediatas, el hecho de lactar el niño, ofrecerle una dieta complementaria rica en diversidad y tener prácticas de prevención adecuadas se relaciona de manera positiva con los dos índices nutricionales estudiados. El artículo 2 muestra además que los recursos maternos para el cuidado tienen un efecto directo sobre el estado nutricional infantil tal como ha sido descrito en el modelo causal de la UNICEF. El estudio constata que los niños que gozan de un buen estado nutricional provienen de familias donde existe el acceso a la comida (seguridad alimentaria), donde las condiciones de higiene son apropiadas (existencia de tasa sanitaria), en donde la madre recibe apoyo social (general y de la pareja) y en donde ella comparte las decisiones y el control de los recursos de su casa. Los principales obstáculos para un buen peso para la talla se relacionaron con tener una madre en mal estado nutricional y con la ausencia de tasa sanitaria. El artículo 3 demuestra que las madres de posición social más elevada (sea por su nivel educativo, su ingreso o sus redes sociales) tienen sus niños en mejor estado nutricional (talla para la edad). Las diferencias entre las madres de alta posición social y aquellas en una baja posición social se explicaron por el acceso a la alimentación y vivienda adecuada (explicación neo-material), a diferencias en el soporte social (explicación psicosocial) y a diferencias en las prácticas de prevención y de alimentación. El artículo 4 confirma que la lactancia materna es una práctica positivamente asociada al crecimiento infantil en la población de estudio, evidenciada en el crecimiento en talla y la ganancia de peso. Las enfermedades respiratorias se presentan como los principales obstáculos para el estado nutricional de los niños.

Conclusión: Nuestra investigación constata que los determinantes sociales del estado nutricional infantil están relacionados de una manera jerárquica, tal como ha sido sugerido por el modelo causal de la UNICEF, y las dos corrientes de la epidemiología social, utilizadas en esta investigación. La lactancia materna se presenta como un factor moderador de las condiciones precarias de la región, y corrobora los hallazgos de la teoría de la deviance positiva. El estudio proporciona resultados importantes para la modelización del crecimiento infantil mediante análisis de niveles múltiples, además de la validación y adaptación de tres instrumentos de medida de los recursos maternos (seguridad alimentaria, apoyo social general y apoyo de la pareja).

Palabras clave: Nutrición infantil, determinantes sociales, estudios observacionales, análisis jerárquicos, análisis de niveles múltiples, Colombia.

## Table des matières

<b>Résumé</b>	iii
<b>Liste de Tableaux</b>	xi
<b>Liste de Figures</b>	xiii
<b>Liste des Annexes</b>	xiv
<b>Liste de sigles et abréviations</b>	xv
<b>Remerciements</b>	xvii
<b>Avant-propos</b>	xviii
<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Objectif de la recherche	2
1.2. Justification théorique	2
1.3. Justification méthodologique	3
1.4. Plan et contenu de la thèse	4
<b>2. État de Connaissances et modèle conceptuel</b>	<b>6</b>
2.1. Poids et taille comme indicateurs de l'état nutritionnel	6
2.2. Croissance infantile	7
2.3. Modèle conceptuel et hypothèses de recherche	8
<b>3. Stratégie de Recherche</b>	<b>18</b>
3.1. Devis de recherche retenu	18
3.2. Contexte de recherche	18
3.3. Population à l'étude	20
3.4. Méthodes	20
3.5. Variables	25
3.6. Analyses	29
<b>4. Results</b>	<b>32</b>
Article 1.	32
Article 2.	59
Article 3.	88
Article 4.	115
	<b>140</b>

<b>5. Discussion et conclusions</b>	
5.1 Synthèse de la problématique et de la méthodologie	140
5.2. Rappel des résultats saillants et conclusions	141
5.3. Forces méthodologiques	144
5.4. Limites de notre étude	146
5.5. Implications de notre étude pour la santé publique	149
5.6. Recommandations	150
<b>Références</b>	152
<b>Annexes</b>	xix

## Liste des tableaux

### Article 1.

Table I	Description of the variables included in the composite feeding index and method of scoring.	51
Table II.	Factor Analysis of food frequency in children aged 6-18 months (N=193)	52
Table III.	Multiple linear regression of LFA and WFL Z score on care practices. Variables not included in the feeding index.	53
Table IV.	Multiple linear regressions of LFA and WFL Z scores on care practices. Variables included in the feeding index.	54
Table V	Multiple linear regressions of LFA and WFL Z scores on care practices. Analysis by age groups.	55
Table V.	Stepwise multiple linear regression of LFA and WFL Z score by care practice and child health variables.	56

### Article 2

Table I	Description of maternal resources and care practices variables	79
Table II.	Correlations among maternal care resources, child feeding and care practices and child nutritional status	80
Table III.	Means and standard deviations of child nutritional status and feeding and care practices by maternal resources	81
Table IV.	Multiple linear regressions for LFA and WFL Z scores by maternal social resources and care practices	82
Table IV.	Multiple linear regressions for LFA and WFL Z score by maternal characteristics	83

### Article 3

Table I.	Description of main study variables	109
Table II.	Descriptive characteristics and distribution of means of LFA Z scores by quartiles of socio-economic position and social networks	110
Table III.	Changes in beta coefficients in multiple linear regression models for LFA-Z scores	111
Table IV.	Changes in beta coefficients in multiple regression models for LFA when all explanatory variables are included	112

Table V	Changes in beta coefficients for socio-economic position when explanatory variables are included separately	113
<b>Article 4</b>		
Table I.	Distribution of time-varying variables on five follow-ups	134
Table II.	Results for level 1 model including only the intercept random model (0) and the slope random model (1)	135
Table III.	Results for level-1 model including within and between child regressions separately by feeding practices and infant variables	136
Table IV.	Results for level-1 model explained by breastfeeding and food consumption score	137
Table V.	Results for level-1 (within-child) and level -2 (between-child) regressions including time-varying variables	138

## Liste des figures

### État de connaissances et modèle conceptuel

Figure 1.	Modèle Conceptuel de la recherche	9
-----------	-----------------------------------	---

### Stratégie de la Recherche

Figure 2.	Carte de la Colombie	19
Figure 3.	Population à l'étude : Prévalence	21
Figure 4.	Population à l'étude : Cohorte	22
Figure 5.	Schéma de la cohorte	25
Figure 6.	Analyses Hiérarchiques	30

### Article 2

Figure 1.	Conceptual framework for explaining child nutritional status	83
Figure 2.	Changes in beta regression coefficients of LFA Z scores on each maternal resource when each care practice was introduced	84

### Article 3

Figure 1.	Conceptual Framework	114
-----------	----------------------	-----

### Article 4

Figure 1	Changes in frequency of food group's consumption by age	139
----------	---	-----

## Liste des Annexes

<b>Annexe 1</b>	Cadre conceptuel d'UNICEF	xix
<b>Annexe 2</b>	Questionnaire général	xx
<b>Annexe 3.</b>	Registre Journalier de symptômes	xxx
<b>Annexe 4</b>	Guide Ethnographique	xxxi
<b>Annexe 5.</b>	Summary	xxxii
<b>Annexe 6</b>	Algorithme Clinique	xxxiii
<b>Annexe 7</b>	Échelle de Physionomie	xxxiv
<b>Annexe 8</b>	Questionnaire de fréquence d'aliments	xxxv
<b>Annexe 9</b>	Instrument de sécurité alimentaire	xxxvii
<b>Annexe 10</b>	Instrument de soutien social	xxxviii
<b>Annexe 11</b>	Ajustement des moyens de poids pour taille par quartiles de position socio-économique et réseau social	xxxix



## Liste de sigles et abréviations

BMI	Body Mass Index
CDC	Center for Disease Control
EBF/PBF	Exclusive-BF/predominant-BF
EDS	Enquête de démographie et santé
ET	Écarts-type
IMC	Index de Masse Corporelle
LFA	Length for age
HLM	Hierarchical Linear Models
NBF/W	No breastfed since birth/weaned before 6 months
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PAHO	Pan-American Health Organization
pBF/SF & pBF/SF/NHM	Partial-BF/consumed solid food/ with or without non human milk
pBF/NHM	Partial BF/no solid foods/consumed nonhuman milk
SD	Standard deviation
WFL	Weight for length

*Nous sommes pressés de toute manière, mais non à l'étroit, sans pouvoir bouger; nous sommes perplexes, mais non absolument sans issue; nous sommes persécutés, mai non abandonnés; nous sommes jetés à terre, mais non détruits – 2 Corinthiens 4 : 8,9*

## **Remerciements**

Je remercie de tout mon cœur ma famille, mes amis de la Colombie et tous ceux que j'ai connus à Montréal et qui ont partagé avec moi ces 5 longues années.

La chance de ma vie est d'avoir eu une directrice de thèse comme Maria Victoria Zunzunegui. Merci car c'est à vous je dois mon apprentissage et c'est grâce à vous que j'ai eu le courage de faire ce dont j'ai toujours rêvé. Merci infiniment à Hélène Delisle, qui m'a appris tout ce qui concerne la nutrition internationale. Ses précieux conseils et son savoir m'ont beaucoup aidée dans la rédaction de cette thèse.

Toute ma gratitude à Laura Yaros et Josée Tessier qui ont accepté de corriger mes écrits.

Finalement, merci à toi Jorge Luis pour être revenu dans ma vie et d'avoir envie de faire ce chemin à mes côtés.

Mon cœur restera pour toujours à Guapi où j'ai passé les deux plus chaleureuses années de ma vie lors de ma recherche, merci à vous mères, enfants et amies.

## **Avant-propos**

Cette recherche se situe dans le domaine de l'épidémiologie sociale. Par «épidémiologie sociale» nous entendons l'étude de la relation entre les facteurs sociaux et la santé de la population. Dans cette thèse, nous constatons l'existence de ces relations appliquées à une population afro-colombienne, avec comme marqueur de la santé de la population, l'état nutritionnel infantile. Le concept de statut social, les méthodes d'analyses hiérarchiques et les modèles théoriques des inégalités en santé ont été tirés des recherches en épidémiologie sociale. Cette dernière est interreliée avec les concepts et modèles provenant de la nutrition internationale dans l'ensemble de la thèse. Parmi les résultats présentés dans la thèse, certains sont relativement nouveaux, d'autres sont connus depuis plusieurs années. Mais à notre connaissance, personne n'avait jamais juxtaposé les acquis de ces deux domaines de recherche. Nos résultats obligent à repenser les modèles théoriques et la méthodologie utilisés à l'égard de la nutrition infantile dans les pays en développement. La thèse s'est centrée sur la nutrition infantile par rapport à une seule population, qui d'ailleurs n'avait jamais été étudiée, et qui est bien représentative d'autres populations avec des caractéristiques semblables : les Noirs vivant dans la région pacifique de la Colombie.

## 1. Introduction

L'étude des déterminants sociaux de la santé s'avère l'un des domaines de la santé publique les plus prometteurs pour informer et appuyer des politiques de promotion de la santé de la population. D'abord parce que l'étude des déterminants sociaux de la santé favoriserait une approche centrée sur les circonstances sociales de la vie des gens qui influencent leur santé, plutôt qu'une approche centrée sur les risques biologiques ou ses comportements à risque. Deuxièmement, l'étude des déterminants sociaux englobe l'étude des répercussions de politiques sociales sur la santé de la population. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) reconnaît parmi ces déterminants : le logement, l'emploi, l'accès à la nourriture, les conditions de l'enfance, l'éducation, le statut social et le réseau de soutien social [1]. La distribution inéquitable de ces facteurs explique les différences dans l'état de santé des personnes vivant dans les pays en développement et les pays développés, mais également les différences dans l'état de santé à l'intérieur même des pays en voie de développement [2] et des pays développés [3].

La malnutrition infantile est un problème répandu dans tous les pays en voie de développement. Les pays africains accusent des taux de malnutrition globale (indice poids/âge) de 50 % dans la petite enfance, tandis que dans les pays plus développés, cette proportion n'atteint que 1,6 % [4]. Certains déterminants tels que les conditions de vie moins favorables [5], l'insécurité alimentaire [6], le faible niveau d'éducation des femmes [7], le manque d'interventions [8], les ressources matérielles insuffisantes [9], et le manque d'accès à l'eau potable [10] sont responsables de cette différence. Elle est bien sûr accentuée dans les pays sous-développés. En Colombie, 10 % de la population des moins de 2 ans souffre de malnutrition chronique (petite taille pour l'âge), et 1,4 % de malnutrition aiguë (faible poids pour la taille) [11]. Les données des enquêtes de santé démontrent que le taux de malnutrition a diminué au cours des dernières années (10 % en 2000 comparativement à 15 % en 1995) [12] et que cette baisse est associée aux transferts sociaux et de santé [8]. Les analyses de l'enquête de 1995 et de celles de 2000 suggèrent que les conditions de vie de la femme et son niveau d'éducation sont les principaux facteurs associés à la malnutrition en Colombie et, par conséquent, dans les régions où les femmes moins scolarisées subissent les pires conditions d'assainissement, le taux de malnutrition a été plus élevé [13, 14]. D'après l'enquête de 1995, ceci expliquerait que la prévalence de malnutrition était plus élevée chez les enfants vivant dans la région Pacifique : 15 % [13].

Cependant, il est connu que certaines pratiques de soins pourront optimiser les ressources disponibles en matière d'alimentation et de santé, et même atténuer les effets négatifs de conditions sociales défavorables sur la nutrition infantile [15, 16]. Ceci fait référence à la notion de déviance positive, qui caractérise le fait que, dans une population dont les conditions sociales sont très défavorables et la malnutrition infantile est très répandue, certains enfants présentent une croissance satisfaisante [16]. Par exemple, les données sur les pratiques de soins infantiles démontrent que la Colombie est, parmi les pays de la région andine, celui qui a le taux le plus élevé de diversité alimentaire et d'introduction au moment approprié d'aliments complémentaires, ce qui expliquerait les faibles taux de malnutrition [17]. De plus, il semble que les pratiques d'allaitement favoriseraient un bon état nutritionnel chez les Afro-Colombiennes de la région Pacifique, contrairement aux Amérindiennes habitant la même région [18], compte tenu du fait que les femmes afro-colombiennes de cette région ont tendance à allaiter leurs enfants plus longtemps que les femmes d'autres régions [19].

### **1.1 Objectifs de la recherche**

Pour bien tenir compte du panorama global des facteurs expliquant l'état nutritionnel de l'enfant, nos deux principaux objectifs étaient (1) d'identifier les déterminants sociaux de l'état nutritionnel évalué par la croissance des enfants dans la région Pacifique de la Colombie et (2) d'identifier les pratiques de soins aux enfants et les maladies reliées à la croissance infantile auprès d'une population afro-colombienne.

### **1.2 Justification théorique**

Dès 1990, l'UNICEF a proposé un modèle conceptuel qui a permis à la communauté internationale de prendre conscience du caractère multifactoriel de la malnutrition. Le schéma conceptuel des causes de malnutrition de l'UNICEF [20] classe les déterminants sous trois niveaux d'analyse : fondamental, sous-jacent et immédiat. Dans le premier cas, le modèle tient compte du contexte politique, économique, culturel ainsi que du système de santé. Pour le niveau sous-jacent, le modèle regroupe le niveau de scolarité de la mère, le soutien social, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé et d'assainissement de l'eau, l'autonomie de la femme, etc. (voir annexe 1). Ceux-ci sont mieux connus sous l'appellation « ressources pour les soins » ou « ressources maternelles ». Le niveau immédiat couvre l'alimentation et les maladies de l'enfant.

Dans les années 1990, les études de Zeitlin [21, 22] ont tenté d'évaluer la structure hiérarchique proposée par l'UNICEF. D'autres s'y sont aussi intéressés, soit Bégin et al [23] dans les pays africains et Carvahales [24] en Amérique latine. Néanmoins, la manière de traduire les ressources pour les soins en pratiques de soins – et de faire en sorte que les pratiques de soins influent à leur tour sur la nutrition de l'enfant – est variable d'un contexte social et culturel à l'autre [16]. D'où notre approche théorique qui, dans un premier temps, est centrée sur la validation des associations proposées par le modèle de l'UNICEF entre ressources pour les soins, pratiques de soins et état nutritionnel de l'enfant dans la population d'enfants afro-colombiens.

Dans une approche centrée sur l'individu, la recherche en épidémiologie sociale considère aussi qu'il existe une hiérarchie dans la relation entre chacun des déterminants de la santé [3, 25, 26]. Mais, à la différence du modèle de l'UNICEF, la recherche en épidémiologie sociale situe le statut socio-économique de l'individu (tel que défini par l'éducation de la mère) comme une cause fondamentale, tandis que les facteurs psychosociaux (tel que le soutien social), les ressources matérielles (le type de logement, accès à l'eau potable, l'accès à la nourriture), le style de vie et les pratiques d'utilisation des services de santé sont des mécanismes intermédiaires entre le statut socio-économique et la santé [26, 27]. Donc, notre approche théorique, dans un deuxième temps, est centrée sur le fait que le niveau d'éducation de la mère, son niveau de revenu et son réseau social se situent au niveau d'une explication distale (causes fondamentales). Cette approche nous permettra (1) de répondre aux inquiétudes théoriques et méthodologiques identifiées lors de notre recherche bibliographique : (a) la carence d'études qui relient tous les niveaux d'analyse – fondamentale, sous-jacente et immédiate – dans le cas de la nutrition infantile et (b) la carence d'études sur le réseau social et la santé infantile ; et (2) de constater le rôle absolument central de l'éducation de la mère, son revenu et son réseau social dans l'acquisition de ressources maternelles, dans la facilitation de pratiques de soins et, plus directement, dans la nutrition infantile.

### **1.3 Justification méthodologique**

Notre mesure de l'état nutritionnel des enfants âgés de 6 à 18 mois était la croissance. Cette tranche d'âge a été choisie car il s'agit d'une période critique, caractérisée par des changements importants dans l'alimentation et un risque élevé de maladies infectieuses [28]. Pendant les premières années de vie, la croissance est davantage influencée par l'environnement (social, sanitaire) [5] que par les gènes ou l'origine ethnique, d'où la pertinence de recourir aux paramètres de croissance comme indicateurs de l'état nutritionnel [29]. Nous nous sommes basés sur deux indicateurs de l'état

nutritionnel : la taille par rapport à l'âge et le poids par rapport à la taille. Ces indicateurs reflètent deux conditions biologiques différentes. Les déficiences au niveau de ces deux indicateurs se manifestent à différentes périodes de la vie de l'enfant et les causes qui y sont reliées semblent être distinctes [30-32]. Les analyses de notre recherche se centreront sur la comparaison de ces deux indicateurs en utilisant le même modèle conceptuel.

Nous abordons nos trois premiers articles avec un devis épidémiologique transversal afin d'identifier la prévalence des facteurs à l'étude dans la population, d'élaborer nos instruments de mesure, de raffiner nos hypothèses et d'estimer les associations des trois niveaux d'analyse. Aux sections « résultats » et « discussion », nous présentons la démarche d'adaptation et de validation des instruments de mesure qui n'ont jamais été utilisés auparavant dans le contexte colombien. Dans le quatrième article, nous présentons la mesure longitudinale appropriée pour la croissance, la fréquence de maladies infectieuses et les pratiques alimentaires au cours des premières années de vie de l'enfant, en suivant l'application des analyses multiniveaux avec mesures répétées. Les analyses avec mesures répétées nous permettent de constater que les enfants grandissent de manière différente (variabilité intra-sujet) et d'expliquer la croissance à l'aide des variables fixes et des variables concernant la mère (variabilité inter-sujet). Le devis longitudinal nous a permis de vérifier les résultats de l'étude transversale par rapport à notre deuxième objectif, en respectant la temporalité de nos associations.

#### **1.4 Plan et contenu de la thèse**

Le premier chapitre de la thèse, « État des connaissances et modèle conceptuel », a pour but précis de (1) décrire un nouveau modèle conceptuel qui résume les acquis dans le domaine de la nutrition internationale, suivant les niveaux causals proposés par le modèle de l'UNICEF, mais en le simplifiant dans une structure hiérarchique qui suivra les connaissances sur les déterminants de la santé issues de l'épidémiologie sociale et (2) de montrer les associations entre les variables portant sur chaque niveau d'analyse – fondamental, sous-jacent et immédiat – et l'état nutritionnel de l'enfant. Les trois premiers articles de notre thèse démontrent la pertinence de notre modèle conceptuel. D'abord, l'article 1 décrit l'approche du niveau d'explication immédiat. Nous discutons ensuite du niveau d'analyse des mécanismes sous-jacents et l'état nutritionnel à l'article 2. Puis, l'article 3 présente le modèle complet qui tient compte des effets du statut social et du réseau social. Enfin, les associations transversales sont vérifiées à l'aide des résultats de l'étude longitudinale et sont présentées à l'article 4. Le dernier chapitre de la thèse présente un sommaire des résultats les



plus marquants, les conclusions générales de la recherche, les avantages et les limites méthodologiques comme celles concernant la validité et, finalement, les implications pour la santé publique et la recherche en épidémiologie.

## 2. État des connaissances et modèle conceptuel

### 2.1 Poids et taille comme indicateurs de l'état nutritionnel

L'état nutritionnel est la condition du corps qui résulte de l'ingestion, de l'absorption et de l'utilisation des aliments tout autant que des facteurs pathologiques d'importance [33]. La mesure de l'état nutritionnel inclut la mesure de la diète, l'histoire clinique, les données physiques, les mesures biochimiques et les mesures anthropométriques. De toutes les mesures de l'état nutritionnel, la mesure anthropométrique est la plus universelle, la moins coûteuse et la moins envahissante [34]. Elle mesure le corps humain, ses parties et ses capacités fonctionnelles [35]. De plus, comme les mesures anthropométriques reflètent passablement bien le bien-être et la santé globale des individus et des populations, elles sont facilement adaptées à la mesure du bien-être, de la santé, de la survie et du développement des enfants [33].

Les mesures physiques les plus courantes sont le poids, la longueur et la taille. La taille et le poids mesurent deux aspects distincts de l'état nutritionnel : la réduction de la croissance linéaire causée par des carences en nutriments ou en énergie et la réduction de la masse corporelle causée principalement par la carence en énergie. Cependant, la taille et le poids n'ont pas d'interprétation en soi, du moins qui soient reliés à l'âge de l'enfant ou à sa taille. Ceci fait appel aux indicateurs plus utilisés que sont le poids par rapport à la taille et la taille par rapport à l'âge. Un faible rapport poids-taille (malnutrition aiguë) indique un déficit de tissu musculaire et de graisse corporelle par rapport à celui auquel on s'attendrait chez un enfant de même taille [33]. Les retards de l'indicateur de rapport poids-taille [36] commencent à s'observer à partir de trois mois et l'observation est optimale entre le 12<sup>e</sup> et le 18 mois [36] ; ils sont reliés à la pénurie de nourriture dans la famille, aux mauvais patrons alimentaires, à des changements à la diète de l'enfant (sevrage définitif) ou à l'exposition récente à des maladies infectieuses. La valeur Z du rapport poids-taille détermine la nécessité d'une intervention rapide, car l'enfant chétif ( $\leq 2$  écarts-types) représente un risque élevé de morbidité et de mortalité [7].

Par contre, un déficit de taille par rapport à l'âge révèle un retard de la croissance du squelette et on affirme souvent que les enfants avec ce déficit sont en état de malnutrition chronique [33]. Ce terme semble indiquer qu'il s'agisse d'un phénomène continu ou encore qui s'est produit dans le passé et pendant que l'examen se déroulait. Dans le premier cas, l'indicateur reflète l'histoire nutritionnelle de l'enfant où les conditions socio-économiques, l'accès à la nourriture et les maladies sont d'importants facteurs reliés à la déficience de la taille par rapport à l'âge. Dans le cas d'une croissance inachevée, par exemple, on a décrit que les retards en taille commencent dès la naissance et qu'ils s'expliquent alors par un faible rapport de taille (ou de poids) à la naissance ou à la naissance prématurée [36]. D'où la valeur Z de taille par rapport à l'âge et son utilisation afin d'identifier les populations qui ont besoin d'interventions en matière de santé publique et de nutrition et de cibler celles-là qui sont plus vulnérables dans une même population. La malnutrition mesurée par un faible rapport taille-âge ( $\leq 2$  écarts-types) est présente chez 40 % de la population mondiale des enfants de moins de 5 ans, et elle est associée à la faible taille à l'âge adulte, aux retards dans le développement cognitif et à la diminution de la capacité de travail à l'âge adulte [33, 37]. On parle aussi de la programmation fœtale ou infantile pour certaines maladies chroniques [38].

## 2.2 Croissance infantile

Trois phases de la croissance linéaire sont reconnues : la phase de la petite enfance, la phase infantile et la phase de la puberté. La première commence in utero et finit à l'âge de 3 à 4 ans. La deuxième débute vers l'âge de 6 mois et finit à la puberté. La phase finale, c'est la puberté elle-même qui finit entre les 21 et 22 ans [5]. Le début de chacune des phases dépend de l'état de développement de la phase qui la précède et toutes ensemble déterminent la taille escomptée à l'âge adulte [39]. Les enfants atteignent le maximum de leur croissance dans la 16e-30e semaine de gestation alors que l'on relève un taux de croissance de 10-12 cm/mois. Ceci diminue à 3 cm/mois au moment de la naissance. La courbe postnatale démontre une diminution de la vélocité au cours de la première année de 15 cm/an et de 9 cm/an la deuxième année [35]. La croissance en taille suit la croissance en poids et, en général, la première commence quand l'enfant atteint 85 % de son poids-taille [30]. La croissance en poids atteint son maximum entre la 32e et la 34e semaine de gestation et coïncide avec l'augmentation en graisse corporelle au terme de la grossesse. Elle suit un patron similaire à la taille : à la naissance, elle atteint 7 à 9 kg/an, diminue à 3,5 kg/an dès la première année de vie et se poursuit à 2,5 kg/an la deuxième année de vie. Les retards de croissance

sont généralement détectés dans les périodes de changements majeurs : chez les enfants âgés de 6 à 18 mois, ils se présentent sous la forme de retards plutôt que d'interruptions. Dans un pays en développement, la malnutrition se manifeste comme un commencement tardif de la phase de croissance infantile et s'observe par les faibles niveaux des indicateurs nutritionnels.

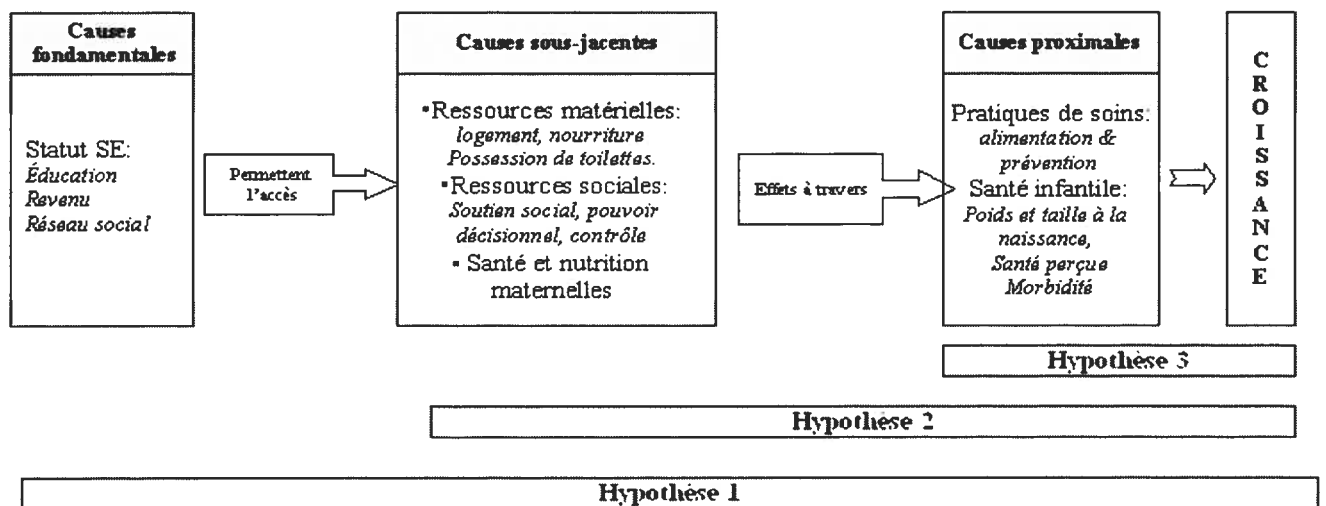
La taille du père et celle de la mère sont des indicateurs du potentiel génétique de la croissance. Des différences dans la taille escomptée à chacune des phases de la croissance peuvent être influencées par le potentiel génétique, mais leurs effets les plus importants ne sont perceptibles qu'après 18 mois de vie, alors que la phase de la petite enfance et la phase infantile prennent de l'importance [5]. Cependant, l'effet du potentiel génétique sur la croissance dans les populations de pays en voie de développement est discutable. D'abord, le potentiel génétique ne joue que dans des conditions environnementales adéquates [5, 29]. Deuxièmement, les associations entre la taille de la mère et celle de l'enfant à la naissance et à l'âge adulte sont un indicateur des conditions de vie chroniques transmises de génération en génération plutôt qu'un indicateur du potentiel génétique [40]. On constate qu'à moins de changements dans les conditions de vie des femmes au cours de trois générations successives, les enfants de pays en voie de développement seront plus petits que les enfants de pays développés. Donc, les altérations de la croissance sont considérées tant comme le résultat de conditions sociales que comme la conséquence de mauvaises pratiques de santé et leurs répercussions sur la vulnérabilité à des maladies infectieuses auxquelles les enfants sont exposés au cours des premières années de vie [5, 36], comme nous l'expliquerons ci-après.

### **2.3 Modèle conceptuel et hypothèses de recherche**

Pourquoi certains enfants sont-ils en meilleur état nutritionnel que d'autres ? Notre modèle suggère que le statut socio-économique (figure 1) – mesuré par le niveau d'éducation de la mère, son revenu et son réseau social – soit la cause fondamentale des différences quant à la croissance infantile (hypothèse 1). Nous acceptons que le concept de cause fondamentale comprenne deux faits : (1) le statut socio-économique agit comme précurseur de la maladie et (2) sous-tend l'influence des facteurs individuels associés, sous-jacents et proximaux [41]. Ces différences dans l'état nutritionnel dues au statut socio-économique peuvent s'expliquer par d'autres facteurs (mécanismes intermédiaires) : ceux reliés aux causes sous-jacentes et ceux reliés aux causes proximales (figure 1). Dans le premier cas, nous tenons compte de la sécurité alimentaire, du soutien social, de l'accès aux soins de santé, de l'accès aux soins d'assainissement de l'eau et de la santé de la mère (figure 1). Ces mécanismes sont regroupés sur ce qu'on appellera les ressources maternelles

(ressources pour les soins) tel que proposé dans le modèle de l'UNICEF<sup>1</sup> (annexe 1). Deuxièmement, les causes proximales sont identifiées, tels les comportements de soins (préventifs, d'alimentation, d'attention et d'affection) et les facteurs biologiques (santé infantile ; morbidité, âge de gestation et poids à la naissance). Comme dans le modèle de l'UNICEF, nous considérons que les ressources maternelles ont un impact direct sur la nutrition de l'enfant ou du fait des pratiques de soins de la mère et des variables liées à l'état de santé de l'enfant (hypothèse 2). Nous considérons aussi que les pratiques de soins et la santé de l'enfant s'avèrent des facteurs de risque fortement associés à l'état nutritionnel (hypothèse 3). Contrairement au modèle de l'UNICEF, nous reconnaissons l'effet de l'éducation de la mère et de son revenu, non comme des ressources mais comme marqueurs du statut socio-économique. Nous ajoutons le réseau social comme cause fondamentale, ce qui ne ressort pas dans le modèle de l'UNICEF [20].

**Figure 1. Modèle Conceptuel de la recherche**



<sup>1</sup> Les causes sous-jacentes sont traduites de l'anglais pour représenter les « underlying causes » telles qu'elles sont inscrites au modèle de l'UNICEF.

***Hypothèse 1 : Le statut socio-économique de la mère et le réseau social sont des causes fondamentales de l'état nutritionnel infantile***

De nombreuses études ont montré qu'il existe une association entre la santé et le statut socio-économique. Les personnes plus favorisées et les groupes de populations ayant un statut socio-économique plus élevé ont une meilleure santé. Tant les études descriptives de type écologique que les études sur les populations infantiles dans différents pays ont pu constater les effets de la position socio-économique de la mère sur l'état nutritionnel de ses enfants. Par exemple, la proportion de femmes scolarisées expliquerait de 8 à 15 % des différences dans le taux de malnutrition chronique dans les pays du tiers monde [42], et 7 % de la malnutrition en poids-taille dans les pays africains [7]. En Inde [43] et en Indonésie [44], la différence de malnutrition globale (poids-âge) entre les ménages est reliée au niveau de scolarité de la femme et à ses conditions matérielles.

La probabilité de faible rapport poids-âge chez les enfants de moins de 2 ans est reliée au faible niveau d'instruction de la mère au Mexique [45] et au faible revenu familial au Brésil et en Papouasie-Nouvelle Guinée [46, 47]. Une étude au Ghana a démontré que les femmes avec un niveau de scolarité plus élevé que le primaire avaient des enfants ayant une meilleure proportion taille-âge que celles sans aucune scolarité [48]. Chez celles ayant de mauvaises pratiques d'alimentation infantile, les différences entre les enfants des mères éduquées et non éduquées étaient de 0,97 écart-type dans le score Z de taille-âge ; chez celles ayant des pratiques adéquates, les différences demeuraient néanmoins élevées (0,55 écart-type) [48]. Toutefois, il y a des chercheurs qui remettent en question le rôle de l'éducation de la femme comme déterminant de l'état nutritionnel de l'enfant. Pour certains, l'éducation de la mère était faiblement reliée à la malnutrition infantile, une fois contrôlée pour les conditions matérielles [49]. D'autres études constatent que l'éducation serait un indice indirect / substitut des comportements ou de l'accès aux ressources de santé étant donné la forte corrélation entre ces variables [50]. Pour Desai et Alva, [50], le contrôle inadéquat des variables de confusion et l'utilisation inappropriée des méthodes statistiques remettraient en question la causalité entre l'éducation de la mère et la santé de l'enfant. Malgré ces arguments, les auteurs sont arrivés à soutenir que les femmes avec une scolarité de niveau secondaire avaient des enfants avec une moyenne taille-âge plus élevée [50] et ce, dans 5 des 23 pays étudiés – dont la Colombie – des trois grands continents.

Par ailleurs, il est moins connu que le réseau social pourrait agir sur l'état de santé de l'enfant. Les effets directs du réseau ont été démontrés chez des femmes mexicaines. Zeitlin [22] décrit un risque de malnutrition chronique parmi celles avec un faible réseau social. De plus, au Nicaragua, les femmes soutenues par un large réseau familial immédiat avaient des enfants avec des moyennes élevées taille-âge [21, 22]. Les études qui ont été menées pour évaluer le rôle de la structure familiale sur la nutrition de l'enfant appuient le concept qu'une famille étendue est reliée de façon positive à la nutrition de l'enfant par les avantages sociaux qui en ressortent (soutien social, disponibilité de gardiens), par ses effets positifs sur l'utilisation de soins préventifs [51], et par la poursuite de l'allaitement maternel [21]. Cependant, le réseau social élargi hors de la famille ou un réseau familial immédiat élargi avaient un impact négatif sur l'état nutritionnel [22, 52].

Les théories mises de l'avant pour expliquer les mécanismes qui établissent une relation entre la santé et le statut socio-économique sont incomplètes. On peut constater l'existence de deux courants prédominants [53] : l'un se centre sur les effets psychosociaux du statut socio-économique et l'autre repose sur les explications au niveau des conditions matérielles. Ces théories sont souvent présentées comme opposées [27, 54, 55] quand elles ne sont pas contradictoires [53]. Dans le premier courant (psychosocial), le processus par lequel le statut socio-économique peut influencer la santé est le résultat d'une succession de facteurs qui s'enchaînent par un effet en cascade [26]. Ceux-ci comprennent le réseau social inscrit et façonné par le statut socio-économique, suite à des mécanismes psychosociaux (soutien social, influence sociale, ressources matérielles), les comportements de santé et les facteurs physiques et psychologiques qui, à leur tour, vont influencer l'état de santé des individus [26, 56]. Chaque niveau du processus conditionne les effets en aval, mais dépend lui-même de la situation en amont. Par contre, pour le deuxième courant (néomatérialiste), les inégalités résultent des barrières structurelles à l'accès aux ressources : la distribution de la richesse, la distribution sociale des ressources matérielles et sociales ou encore l'organisation du travail [53]. En fait, Lynch et al [54] proposent que les inégalités de santé proviennent des inégalités d'accès à la nourriture, à des soins de santé et à des conditions de vie acceptables.

À notre avis cependant, les deux courants semblent refléter deux éléments semblables pour comprendre les relations entre les déterminants de la nutrition infantile : les mécanismes qui expliquent les associations entre statut socio-économique et nutrition de l'enfant pourront couvrir des aspects psychosociaux, matériels, comportementaux et biologiques. Par exemple, de nombreux

travaux ont souligné la relation entre le statut socio-économique de la mère et les comportements de soins envers l'enfant : allaitement [57], pratiques d'hygiène [58] et utilisation de services de santé préventifs [59] et curatifs [60]. Donc, une femme ayant un faible revenu et un faible niveau de scolarité sera plus à risque que son enfant souffre de malnutrition puisqu'elle a peu d'accès au suivi prénatal ou de croissance, aux services de vaccination ou à la consultation d'un médecin en cas de maladie de l'enfant. D'autres situent les explications au niveau de la santé reproductive de la mère [61] : une femme plus scolarisée est moins fertile et l'écart entre ses grossesses est plus grand, ce qui bénéficiera à l'enfant du fait d'un allaitement prolongé et une compétition moindre entre les enfants pour les ressources de la maison [62]. Les mécanismes moins connus sont ceux associant le statut socio-économique de la mère et la santé de l'enfant où l'on retrouve des explications de type psychosocial tels que le soutien social [63] et l'autonomie de la mère [64]. Dans ces deux cas, une femme plus scolarisée ou ayant un revenu aura plus de soutien social, un meilleur contrôle sur les ressources à la maison, plus d'autonomie décisionnelle concernant la santé de son enfant et, par conséquent, des enfants mieux nourris. Le niveau d'éducation de la femme, son réseau social et bien sûr son revenu pourront être considérés des avantages matériels comme ce fut suggéré : de meilleures conditions de vie, un accès aux soins de santé et à la sécurité alimentaire [64, 65].

***Hypothèse 2 : Au niveau des causes sous-jacentes, les ressources matérielles, sociales et la santé de la mère sont associées à l'état nutritionnel de l'enfant.***

Le modèle de l'UNICEF reconnaît que la qualité et la quantité de soins à l'enfant dépendent des ressources disponibles [66]. Celles-ci peuvent être classées et inventoriées selon divers critères [16]. En se basant sur le schéma conceptuel, nous proposons trois types de ressources : matérielles, sociales, et la santé maternelle. En tant que causes sous-jacentes, elles ont un effet direct sur l'état nutritionnel de l'enfant et des effets indirects facilitant les pratiques de soins à l'enfant et promouvant la santé générale de l'enfant [16, 66].

La sécurité alimentaire est une composante importante de l'accès aux ressources matérielles<sup>2</sup>. L'insécurité alimentaire dans le ménage se traduit par une diète de piètre qualité qui entraîne la malnutrition [68, 69] et, dans le pire des cas, une pénurie de nourriture [70].

---

<sup>2</sup> Le concept de sécurité alimentaire comprend l'équité dans la disponibilité alimentaire, son accessibilité, et les ressources pour l'obtenir. (67. Delisle, H., *La sécurité alimentaire, ses liens avec la nutrition et la santé*. Revue Canadienne d'Etudes du Développement, 1998. 23: p. 307-329.)



L'insécurité alimentaire est mesurée soit de façon quantitative (disponibilité d'aliments nécessaires pour subvenir aux besoins quotidiens), soit de façon qualitative (perception de la femme vis-à-vis la nourriture du ménage). L'insécurité alimentaire, évaluée de manière qualitative ou quantitative, a été associée (1) aux faibles indicateurs nutritionnels dans les pays africains [6], (2) aux faibles indices de masse corporelle parmi de jeunes écoliers aux États-Unis [71] et (3) à une faible santé infantile en général [72]. De plus, l'insécurité alimentaire pourrait affecter la santé mentale ou psychique des femmes [73, 74], se traduisant par un manque d'attention et de soins à son enfant [24, 75].

En deuxième lieu, mentionnons les conditions environnementales à titre de ressources matérielles autres. La salubrité de l'eau et les conditions de logement ont un lien reconnu par rapport à l'état nutritionnel de l'enfant, à sa santé/morbidité et à ses chances de survie [76]. Des études récentes démontrent que l'accès à l'eau et à un environnement sain est associé à un meilleur rapport taille-âge après 2 ans de vie [77, 78], principalement dû à un risque moindre d'infections parasitaires et d'épisodes de diarrhée [77, 78]. Des conditions sanitaires adéquates facilitent les pratiques d'hygiène à l'âge du sevrage en réduisant l'exposition aux agents infectieux résultant de la détérioration de l'état nutritionnel de l'enfant [58]. Des conditions environnementales appropriées du logement (ventilation et espace) limitent les maladies respiratoires [79].

Parmi les ressources sociales, le soutien social joue un rôle central dans la nutrition infantile<sup>3</sup>. Le soutien social, de manière générale, agit positivement sur la santé de l'enfant lorsque la capacité de maternage, l'affection et la motivation augmentent ou sont plus adéquates [21, 22]. Plus reconnu est le rôle que joue le soutien social pendant la grossesse et lorsque arrive le nouveau-né. Un faible soutien social est relié à un faible poids à la naissance, ce qui contribue à un déficit nutritionnel durant la petite enfance [63]. Certains mécanismes reliés aux changements physiologiques (réponses au stress) ont rendu ces associations bien plausibles [80]. En particulier, le soutien instrumental à la mère dans les premières années de vie de ses enfants joue un rôle important en ce qui concerne la nutrition de l'enfant [66]. Compter sur la disponibilité d'autres personnes pour prendre soin de l'enfant est associé de manière positive à l'état nutritionnel infantile dans certaines communautés latino-américaines [21, 22, 81]. Par contre, le soutien instrumental peut s'avérer

---

<sup>3</sup> Lorsqu'on parle de soutien social, on doit différencier sa structure et sa fonctionnalité. L'une tient compte des personnes qui offrent le soutien (famille, communauté, amis), tandis que l'autre répond au type de soutien. Par exemple, le soutien affectif (affection et amour), le soutien instrumental (aide matérielle ou tangible dans la vie quotidienne); ou le soutien confidentiel (compter sur quelqu'un pour communiquer ses problèmes).

négatif quand la personne responsable de l'enfant est un jeune membre de la famille (frère, sœur), avec un faible niveau de scolarité ou sans expérience [21, 22, 81]. Ceci a été observé au Bangladesh lorsque les gardiens étaient les jeunes frères et sœurs de moins de 11 ans.

Les pères de famille sont une importante source de soutien, autant instrumental (contribution du revenu) qu'affectif et confidentiel [24]. Les études révèlent que ce type de soutien est important en ce qui concerne les prises de décisions autant préventives (vaccination et contrôle des naissances) [82, 83], qu'alimentaires [21, 22, 81]. En effet, d'après les études qui ont comparé l'état nutritionnel des enfants vivant dans un ménage dont la présence du père est permanente par rapport aux ménages de pères absents, il est clair que les enfants de ces derniers souffrent plus souvent de malnutrition chronique [22, 52].

Parmi les ressources sociales, l'autonomie de la mère et son contrôle sur les ressources du ménage ont été incluses. Les femmes chefs du ménage, malgré leur faible niveau de revenu, ont été en mesure d'investir dans des aliments de meilleure qualité pour leurs enfants [84]. La contribution de la femme au revenu familial et le pourcentage qu'elle y consacre à l'achat de nourriture ont été associés aux scores élevés des variables taille-âge et poids-taille [85]. Par contre, les femmes qui ont peu de pouvoir de décision sur la santé de leurs enfants sont plus à risque que ces derniers soient de petite taille pour leur âge [86].

Finalement, l'état général de santé, la santé mentale, la santé reproductive ainsi que l'état nutritionnel de la mère sont des ressources importantes en ce qui a trait à la nutrition infantile. Une femme déprimée, vivant dans un milieu stressant, ayant une faible estime de soi, a plus de risque que son enfant souffre de malnutrition [23, 24, 87]. Une femme anémique ou avec un faible indice de masse corporelle (IMC) est moins susceptible d'être dynamique et attentive face au développement de son enfant [66]. De plus, la malnutrition de la mère a des conséquences sur le bébé pendant la grossesse puisque les apports nutritionnels sont réduits. L'enfant est ainsi plus à risque d'être de petit poids à la naissance [88]. La santé reproductive, i.e. le nombre d'enfants et les intervalles entre les naissances, est un facteur de risque pour la malnutrition infantile [31]. Cette variable a été fortement reliée au risque de malnutrition et de mortalité infantile puisqu'elle a un effet sur les pratiques d'allaitement ou sur l'accès à la nourriture [62].

**Hypothèse 3 : Au niveau des causes proximales, les pratiques d'alimentation, de prévention, les pratiques d'attention à l'enfant et la santé générale de l'enfant se relient à l'état nutritionnel infantile.**

Un gros travail a été fait et se poursuit afin d'étudier la littérature concernant les pratiques de soins à l'enfant, leurs effets sur l'état nutritionnel et leurs interrelations [89]. Les pratiques de soins et de nutrition sont des pratiques qui traduisent les ressources disponibles (matérielles, sociales et humaines) en croissance chez l'enfant [16]. Nous ne considérerons que trois types de pratiques : les pratiques alimentaires (l'allaitement maternel et les aliments complémentaires), les pratiques préventives (utilisation des services de santé) et celles d'affection et d'attention (adaptation aux changements, stimulation et encouragements).

Nous tenons à souligner l'évidence des effets positifs de l'allaitement exclusif pendant les 6 premiers mois de vie sur l'état nutritionnel de l'enfant [90] et de l'allaitement maternel pendant les deux premières années de vie [91]. Bien que les enfants allaités aient une tendance à avoir des poids plus faibles que les enfants non allaités après l'âge de 3 mois [92], les avantages se relient plutôt à la diminution des épisodes de maladies infectieuses pendant la période d'allaitement exclusif tout comme pendant la période d'introduction d'aliments complémentaires [90, 93, 94]. Après l'âge de 6 mois, la contribution du lait maternel à la croissance de l'enfant est reliée aussi à un apport accru en lipides et en vitamine A [95]. De plus, les enfants allaités après l'âge de 12 mois ont une meilleure croissance en taille en raison des effets du lait maternel qui réduit la fréquence de maladies infectieuses [96] et atténue les effets négatifs d'une diète peu diversifiée et faible en produits d'origine animale [97]. Cependant, certains effets négatifs ont été observés sur la croissance linéaire ou l'augmentation de poids lors d'un allaitement prolongé [98, 99]. Ceci s'explique par le caractère transversal de la plupart des études menées sur la durée de l'allaitement maternel [100], ou encore de la causalité inversée (lorsque la mère prolonge la durée de l'allaitement parce qu'elle perçoit un déficit nutritionnel chez son enfant) [98].

De nouvelles données [95] suggèrent que les enfants de 6 à 8 mois, pour achever leur potentiel de croissance, doivent consommer un total de 615 kcal/j dont 202 kcal/j doivent provenir d'aliments complémentaires ; les enfants de 9 à 11 mois ont besoin de 686 kcal/j dont 307 kcal/j en aliments complémentaires ; pour les enfants de 12 à 23 mois les mêmes données seront de l'ordre de 894 kcal/j et de 548 kcal/j respectivement [95]. Pour compléter ces chiffres, le nombre de repas doit être adéquat. Par exemple, un enfant qui a une faible consommation de lait maternel d'une teneur de

0,8 kcal/g doit consommer trois repas par jour s'il a 6 à 11 mois et 4 repas par jour si l'enfant est âgé de 12 à 18 mois. En effet, quand le nombre de repas par jour est adéquat, de meilleurs indicateurs nutritionnels ont été constatés [101]. Entre autres, les recherches ont démontré que la qualité et la quantité des aliments complémentaires jouent un rôle central. Les effets positifs d'une diète riche en produits d'origine animale [102], une alimentation diversifiée (c.-à-d. la consommation d'aliments de chacun des groupes alimentaires) [102, 103] et une prise adéquate de vitamine A, de zinc, et de fer sont reconnus en ce qui a trait à la croissance au cours des premières années de vie [28, 104].

La vaccination joue aussi un rôle indiscutable sur la nutrition infantile puisqu'elle diminue le risque de maladies infectieuses. Par contre, les effets de services de suivi-promotion de la croissance infantile sont controversés [105]. Quelques effets positifs ont été soulignés par Martin-Prével (2001) [59], généralement reliés à l'éducation en matière de nutrition et à une certaine diminution des épisodes de diarrhée. Mais pour d'autres [106], il n'y aurait aucun impact en termes de diagnostic et ou de diminution de la malnutrition. En revanche, les campagnes de prévention du paludisme, comme l'usage de moustiquaires, ont contribué à améliorer les indicateurs nutritionnels des enfants [107]. En ce qui concerne l'attention et l'affection, les études montrent que les enfants ont un plus grand risque de souffrir de malnutrition si la mère est moins attentive à leurs besoins nutritionnels, si elle interagit moins avec ses enfants et si elle ne s'adapte pas au développement psychomoteur de l'enfant [21, 22, 81].

L'association entre maladies comme la diarrhée, les parasites intestinaux, les infections respiratoires et les altérations dans la croissance ont fait l'objet d'innombrables études [108, 109]. On a estimé que la moitié de la déficience en poids dans la première année est due à la diarrhée [108]. Un enfant atteint de diarrhée ou d'une infection respiratoire peut consommer entre 8 et 18 % moins de calories par jour qu'un enfant en santé. Dans les cas de diarrhée et de parasites intestinaux (helminthiases et giardiases), on observe aussi une malabsorption de graisses, de protéines et de certains micronutriments, par exemple de vitamine A et de fer [110-112]. Les enfants atteints de diarrhées ou d'ascaridiases n'ont une absorption de vitamine A que de 70 à 80 %. Chez les enfants atteints d'infections respiratoires, l'absorption de vitamine A est de l'ordre de 74 % [111]. Les études portant sur l'association entre le paludisme et les altérations dans la croissance sont plus rares. Les études de cohorte en Afrique démontraient une diminution, par mois, de 7 mm en taille et de 8 g en poids corporel chez les enfants atteints de paludisme [108, 113-115]. Du fait de la production de

fièvre, le paludisme accroît les besoins nutritionnels de 40 % [116]. Une autre hypothèse veut que le paludisme produise une déficience en fer, en vitamine A et en zinc, soit par la diminution de l'ingestion de ces micronutriments par l'anorexie, la diminution d'absorption causée par la diarrhée qui accompagne certains épisodes de paludisme ou l'augmentation même des besoins nutritionnels en fer, en vitamine A et en zinc.

Les autres variables associées à l'état général de santé et qui ont une forte relation avec la nutrition de l'enfant à sa naissance sont le poids, la taille et l'âge de la mère au moment de la gestation. Dans deux études comparant l'état de nutrition mesuré par le poids par rapport à la taille, une qui a effectué 300 enquêtes de santé en Afrique, en Amérique latine et en Asie, et l'autre qui a comparé 4 régions de l'Inde, le poids et la taille à la naissance ressortaient comme les principaux facteurs individuels associés aux faibles indices poids-taille [7] et poids-âge [43].

### **3. Stratégie de recherche**

#### **3.1 Devis de recherche retenu**

Il s'agit de deux études épidémiologiques : une étude transversale et une étude de cohorte. L'étude de prévalence a été menée chez les enfants nés entre le 1er janvier et le 31 décembre 2001 (âgés de 6 à 18 mois au début de l'étude) qui habitaient un village urbain de la région Pacifique de la Colombie. La cohorte a été formée des enfants nés entre le 1er janvier et le 30 septembre 2002, à partir de l'âge de 6 mois ( $\pm$  1 semaine). Les enfants ont été suivis jusqu'à la fin de la période d'étude, soit décembre 2003. Le protocole a été évalué par le Comité d'éthique de l'Université de Montréal et le Comité de l'Organisation panaméricaine de la santé (OPS).

#### **3.2 Contexte de la recherche**

La région Pacifique<sup>4</sup> avec ses 900 000 habitants est principalement habitée par des populations minoritaires : Amérindiens (10 %) et population noire<sup>5</sup> (90 %). Les Amérindiens ont habité cette région dès l'arrivée des Espagnols en Amérique, tandis que les Noirs y sont venus en qualité d'esclaves avec la colonie espagnole. Lorsque les Noirs ont obtenu leur liberté en 1851, ils se sont installés près des fleuves de la région. Les Afro-Colombiens subissent des conditions de vie précaires. En effet, le haut degré d'humidité accroît la fréquence de maladies infectieuses (paludisme, leishmaniose). Ils manquent aussi d'eau potable, de voies de communication terrestre, et n'ont pas d'électricité. De nos jours, les habitants de cette région ont le plus faible niveau de qualité de vie : 80 % de la population habite dans des maisons en bois, 60 % de la population n'a pas accès à l'eau potable, 10 % n'a pas d'électricité et le niveau moyen de scolarité des femmes est de 4,5 ans. Ces conditions sont plus précaires que celles du Colombien moyen.

Notre étude se centre sur la municipalité de Guapi, la troisième ville en taille et en importance dans la région Pacifique (figure 2). Ses caractéristiques sont semblables à celles d'autres communautés de la région[14]. On peut accéder à Guapi par avion ou par bateau. Cet isolement se manifeste dans le contexte social : grande mobilité de la population, faible disponibilité d'aliments non cultivés dans la région, faibles perspectives d'emploi, pénurie de services d'assainissement de l'eau et faible

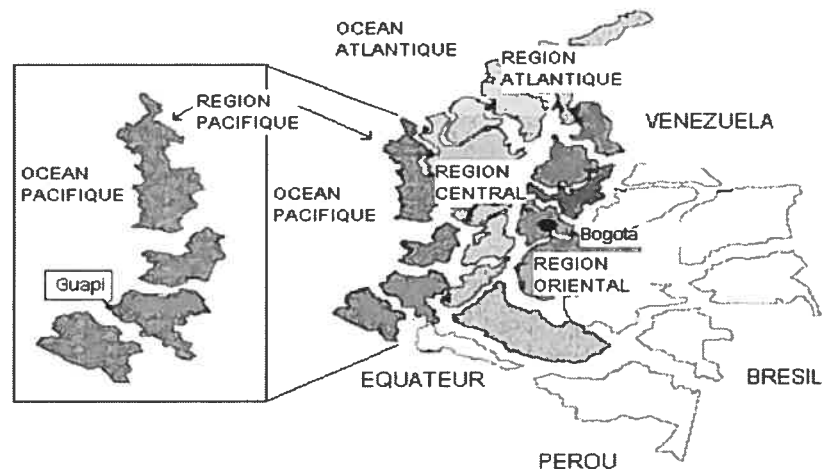
---

<sup>4</sup> La région Pacifique dans ce travail comprend les municipalités des quatre départements qui sont situés aux abords de l'océan Pacifique, dont le Municipio de Guapi sur la côte Pacifique du Departamento del Cauca. Figure 2

<sup>5</sup> Dans cette étude, le terme afro-colombien sera utilisé pour décrire la population noire de la région Pacifique.

infrastructure hospitalière. Les moyens de subsistance pour la plupart des gens se basent sur l'économie de petite échelle : les mines, la pêche et le commerce. Les aliments traditionnels de la région sont le poisson et autres denrées de la mer, les tubercules et les légumineuses, tandis que les fruits et les légumes sont saisonniers et vendus à haut prix dans les marchés locaux. Guapi est considérée la ville avec le meilleur accès à l'éducation de la région Pacifique. Elle abrite trois écoles secondaires et 20 écoles primaires. La santé de la population est assurée par un hôpital de soins primaires et deux cliniques privées. La médecine traditionnelle est fort utilisée dans la ville de Guapi pour des symptômes tels que la fièvre, la diarrhée, la grippe ou l'anorexie que peut avoir l'enfant [117]. On a également souvent recours aux sages-femmes pour les suivis prénatals et les accouchements [117]. Les statistiques de santé recueillies à l'hôpital montrent que la diarrhée, le paludisme et les infections respiratoires sont les causes les plus fréquentes de consultation et d'hospitalisation.

**Figure 2. Carte de la Colombie**



### **3.3 Population à l'étude**

Un recensement de tous les enfants nés entre le 1er janvier 2001 et 31 mars 2002 (6 à 18 mois au début de l'étude) a été fait entre mars et juin 2002. Un total de 243 femmes ont reçu une lettre d'invitation pour l'étude de prévalence (figure 3). Aucun critère d'exclusion concernant l'état de l'enfant ou de la mère n'était appliqué, sauf si la mère changeait de ville de résidence pendant le déroulement de la recherche. À la première visite, 37 avaient changé de ville de résidence, 216 mères ont répondu à l'invitation et 202 ont été interviewées. Parmi ces femmes, 193 avaient des données complètes pour les analyses (taux de participation de 89 %). Pour l'étude de cohorte, lors du même recensement, on a identifié les femmes enceintes et les enfants susceptibles d'être suivis pendant 1 an (n=165). Lors de la première visite, 145 femmes sur 165 étaient encore disponibles, soit 88 % des femmes recensées. Des 145 femmes contactées 5 ont refusé à participer et pour deux d'entre elles l'enfant était décédé. Au total, 138 femmes ont accepté de participer (95 %). Cinq d'entre elles ont changé de ville de résidence avant la deuxième visite, elles ont donc été exclues de nos analyses (figure 4). Des 133 enfants restants, 14 ont été suivis de manière incomplète : 13 pour cause de changement de ville de résidence et 1 pour cause de décès. La figure 4 montre le nombre d'enfants disponibles pour chacune des périodes de suivi. Le faible taux de participation (n=73) dans la dernière mesure est relié au fait que 46 enfants n'ont pu être mesurés puisque l'étude s'est terminée pour des raisons d'ordre administratif et non méthodologique.

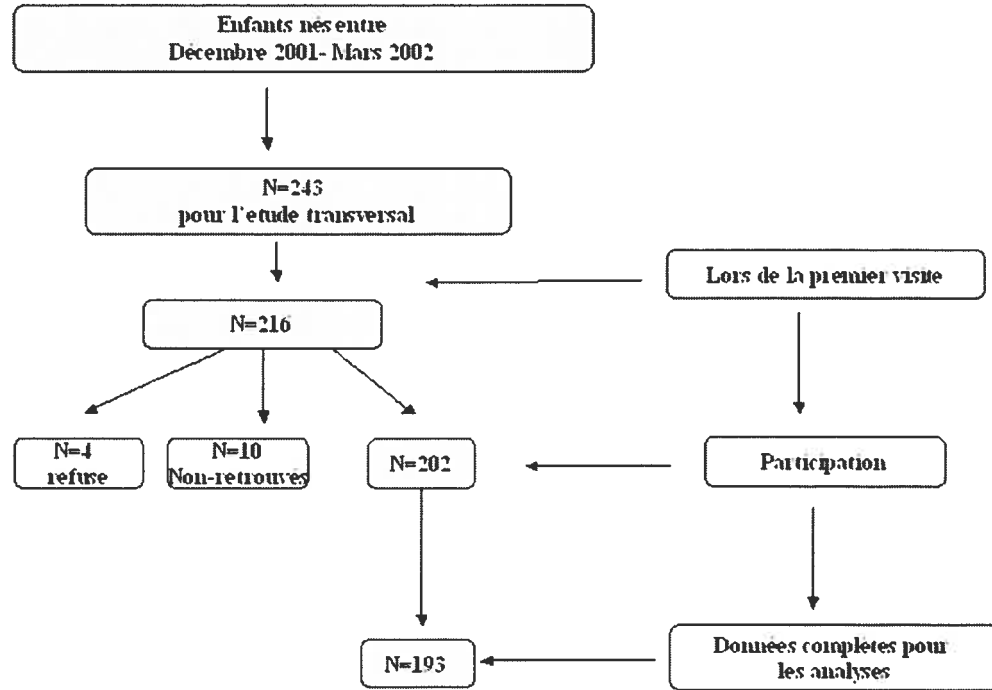
### **3.4 Méthodes et instruments de collecte de données**

Nous avons développé un questionnaire général pour mesurer nos variables à l'étude. Le questionnaire comprend 11 sections (annexe 2) : les caractéristiques de la mère, les caractéristiques du père de l'enfant, les conditions du ménage, le réseau social, l'instrument de soutien social, la sécurité alimentaire, la santé générale de la femme, les pratiques alimentaires, les pratiques préventives, l'état de santé général de l'enfant et l'instrument d'évaluation de consommation alimentaire. Étant donné l'absence d'instruments de mesure valides pour les populations colombiennes en matière d'insécurité alimentaire et de soutien social, nous avons choisi des instruments simples validés en espagnol [118, 119]. La majorité des questions utilisées dans les autres cas ont été obtenues de l'Enquête de démographie et santé de Colombie (EDS) [14].

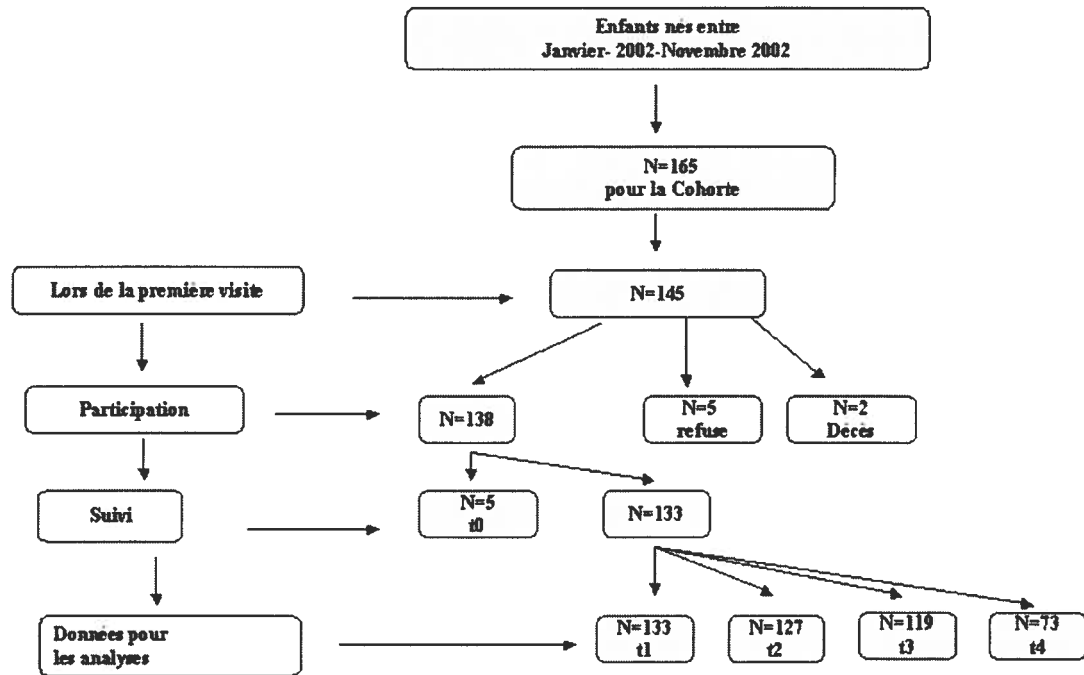
Nous avons aussi développé pour le suivi des enfants un instrument pour le registre journalier de symptômes à remplir par la mère (annexe 3). Le même questionnaire a été utilisé pour les deux études.



Figure 3. Population à l'étude : Prévalence



**Figure 4. Population à l'étude : Cohorte**



La collecte de données s'est divisée en trois périodes. Une première qui correspondait aux activités avant l'étude de prévalence, puis l'étude de prévalence elle-même, et enfin, la formation et le suivi de la cohorte.

#### Étude préliminaire :

Six mois avant le déroulement de l'étude transversale, nous sommes allés voir la population à l'étude. Cette phase de la recherche a eu pour objectif de (1) réaliser une évaluation rapide de type ethnographique afin d'obtenir l'information nécessaire sur les pratiques culturelles concernant l'allaitement maternel, les aliments complémentaires, le sevrage et l'alimentation de l'enfant pendant les épisodes de maladies infectieuses et ajuster ainsi le questionnaire de fréquence de consommation de certains aliments ; (2) construire et valider un algorithme clinique pour mesurer la

présence de maladies infectieuses chez les enfants fébriles, dans le but d'augmenter la validité diagnostique dans l'étude de cohorte ; (3) mesurer le niveau de compréhension de l'enquête et valider les instruments de mesure du soutien social et de sécurité alimentaire ; et (4) former des enquêteurs et des personnes chargées des mesures anthropométriques de l'enfant.

L'étude ethnographique s'est déroulée selon le guide de Scrimshaw et Hurtado [120] (annexe 4). Neuf groupes de discussions rassemblant des femmes des 20 quartiers de Guapi ont été formés. Les mères des enfants de moins de 2 ans ont été identifiées lors de réunions communautaires organisées par des institutions locales. Un total de 70 mères âgées de 20 à 40 ans ont participé. Cinq entrevues de sages-femmes et guérisseurs ont été faites par un anthropologue participant à la recherche. L'information a été enregistrée, puis transcrite de manière indépendante par le chercheur principal et l'anthropologue. Les interprétations ont été résumées dans un article soumis pour publication (voir résumé à l'annexe 5) [121].

Pendant 12 semaines, l'information a été recueillie auprès des mères d'enfants ayant eu de la fièvre dans les dernières 48 heures et ayant été traités à l'hôpital de Guapi. Nous avons utilisé 6 symptômes rapportés spontanément par la mère, 7 symptômes constatés directement, et l'observation de 7 signes (annexe 6) afin d'estimer un algorithme clinique. Le but était de différencier cliniquement un épisode de paludisme d'une maladie respiratoire [122]. Les enfants ont été examinés à leur entrée à l'hôpital par le chercheur principal, puis par un autre médecin généraliste qui n'avait pas pris connaissance des données de l'algorithme. Le diagnostic du paludisme était basé sur la goutte épaisse<sup>6</sup>, tandis que le diagnostic d'infection respiratoire était fait par le médecin (validité concurrente). Cinq travailleurs communautaires en santé ont suivi les enfants diagnostiqués avec le paludisme ou une infection respiratoire pendant la semaine suivant le diagnostic, afin de vérifier la réponse au traitement (validité prédictive).

L'évaluation du questionnaire général ainsi que des instruments de mesure du soutien social et de la sécurité alimentaire a été faite parmi les femmes assistant aux groupes de discussion. On a évalué la durée de l'enquête, la compréhension des questions, les échelles de réponses et la formulation des questions. La durée totale de l'entrevue était en moyenne de 1 heure et 30 minutes ; nous avons donc décidé de la répartir sur deux jours. Pour les deux instruments de soutien social, l'échelle de

---

<sup>6</sup> Goutte épaisse : frottis sanguin pour dépister les parasites de paludisme. Le test nécessite une goutte de sang obtenue par piqûre au bout du doigt.

mesure de Likert (utilisée dans la version originale en anglais et en français) a été substituée par l'échelle de physionomie (voir annexe 7). Des corrections mineures au texte initial ont été faites pour l'enquête générale.

Nous avons concentré nos efforts sur la mesure de la taille. Pendant 60 heures, plus de 100 enfants ont été mesurés par le chercheur principal et un pédiatre expert en croissance infantile en Colombie. Seules les erreurs intra-observateur de moins de 3 mm ont été retenues [34]. Deux auxiliaires en soins infirmiers de Guapi ont été formés pour mesurer les enfants. On a constaté que les erreurs de mesure de la taille étaient mineures lorsque l'enfant était pris par la tête, donc toutes les mesures ont été prises de cette manière. L'erreur de mesure intra-observateur a été de moins de 4 mm au terme de la formation, tel que recommandé [34].

Trois femmes de la région, avec une scolarité secondaire complète, ont été formées pour mener l'enquête auprès de la population à l'étude. Pendant une semaine, le chercheur principal et les femmes se sont adressés à des femmes de niveau d'instruction variable afin d'ajuster les entrevues. Les enquêteurs ne connaissaient pas nos hypothèses de recherche. Sauf pour l'instrument de soutien social administré par le chercheur principal, la majorité des enquêtes ont été faites par les femmes que nous avons formées. Cette exception visait à augmenter la validité de réponses. Cinq femmes intervenantes en promotion de la santé ont été formées pour faire le suivi des épisodes de maladie de l'enfant. Elles ont été chargées de visiter la mère chaque semaine pour vérifier et collecter la feuille de suivi de morbidité.

#### Collecte de données pour l'étude transversale :

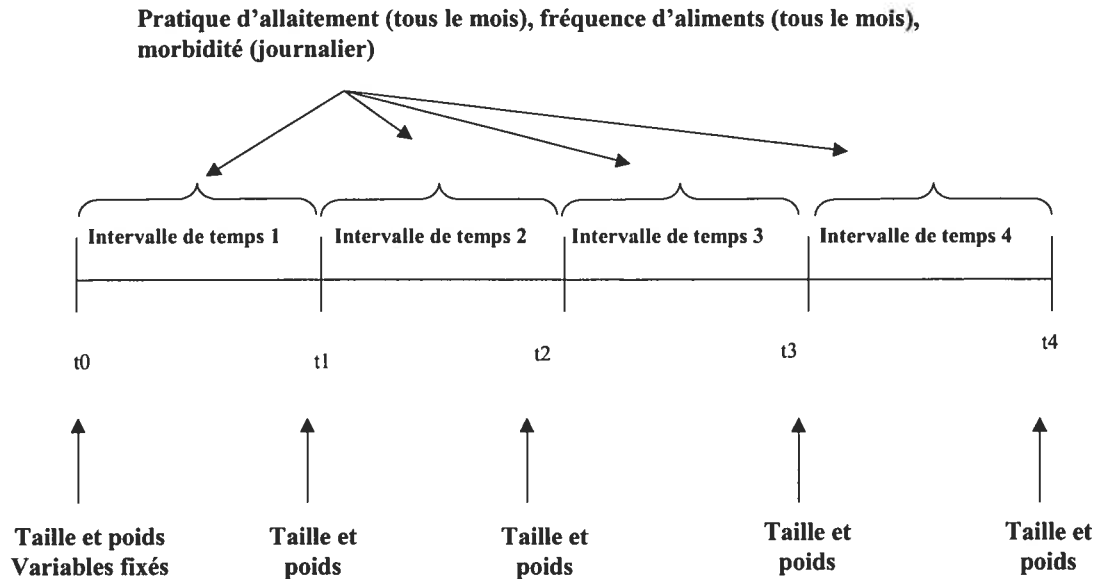
Le couple mère-enfant a été contacté et deux visites ont été convenues. Lors de la première visite, la mère a fourni l'information sur les 5 premières sections (annexe 2). Une deuxième visite a été fixée pour le jour suivant. Les sections restantes du questionnaire ont été remplies, puis les mesures anthropométriques de la mère et de l'enfant (taille et poids) ont été prises. Lors de la deuxième visite, un flacon pour recueillir un échantillon de selles de l'enfant a été laissé à la mère.

#### Collecte de données pour l'étude de cohorte

L'étude de cohorte comprenait l'information fournie par la mère dans l'enquête générale au début de l'étude, l'enquête de fréquence de consommation de certains aliments et l'instrument de surveillance de maladies infectieuses de l'enfant. Le couple mère-enfant a été contacté une fois par

semaine afin de surveiller les maladies, tous les mois pour vérifier la fréquence de consommation de certains aliments et, tous les deux ou trois mois, pour mesurer la taille et vérifier le poids (figure 5).

**Figure 5. Schéma de la cohorte**



### 3.5 Variables

#### Croissance

Le poids a été mesuré à l'aide d'une balance Detecto d'une capacité de 25 kg et une précision de  $\pm 50$  g. Les enfants ont été pesés complètement nus à deux reprises et, en cas de divergences, l'enfant était pesé une troisième fois. Le poids moyen a été considéré comme le poids final dans les analyses. La taille a été déterminée selon la longueur en décubitus dorsal et sa lecture a été faite à 0,1 cm près. Une toise en bois a été construite selon les recommandations de Lohman et al [34]. Les enfants ont été mesurés nus à quatre reprises. La mesure moyenne a été considérée pour les analyses finales. Les deux variables, la taille et le poids, ont été traitées dans les analyses, qu'il s'agisse de l'étude de cohorte ou de l'étude transversale.

Dans l'étude de prévalence, les indices transversaux taille-âge et poids-taille ont été utilisés pour définir l'état nutritionnel. Dans le premier cas, le but était de refléter l'état chronique et dans le second, de refléter l'état nutritionnel actuel. La cote Z de chaque enfant a été calculée selon la population de référence donnée par l'OMS en 1978 [123]. La variable a été initialement traitée de façon continue. Un score de  $\leq 2$  écarts-type (ET) pour les deux indices a été respectivement utilisé comme seuil de malnutrition chronique et aiguë. Dans l'étude de cohorte, la taille et le poids ont été pris tous les 2-3 mois selon la disponibilité de la mère et de l'enfant (figure 5, page 25). Des intervalles de mesure de taille et de poids de 2-3 mois sont considérés optimaux pour identifier les retards de croissance et les périodes à risque [5]. La croissance infantile en taille et en poids a été modélisée en suivant les modèles d'analyses multiniveaux [124].

#### Caractéristiques de l'enfant (causes proximales)

Les données sur le sexe et l'âge de l'enfant ont été recueillies. L'âge a été défini à partir des registres de dates de naissance et calculé dans EPI-Info [123]. Quatre variables ont servi à définir l'état général de santé de l'enfant : la morbidité rapportée par la mère, la santé et la croissance perçues, la taille et le poids à la naissance, et l'âge de la mère lors de la naissance. Dans l'étude transversale, nous avons déterminé la présence de maladies infectieuses (paludisme, diarrhée, infection respiratoire) et autres maladies non infectieuses fréquentes dans la population d'étude, maladies qui (1) ont requis une hospitalisation au cours de la vie de l'enfant ; (2) ont été considérées sévères ; et (3) se sont présentées durant les 15 derniers jours.

Pour la cohorte, nous avons calculé la prévalence longitudinale, suivant la proposition de Morris et al. [125] (nombre de jours rapportant la présence de symptômes sur le nombre de jours de suivi) sur trois symptômes spécifiques, i.e. fièvre, toux et diarrhée, et sur d'autres symptômes non spécifiques (affections cutanées, rhume). Dans les cas de fièvre, nous n'avons pu différencier cliniquement s'il s'agissait d'une maladie respiratoire aiguë ou d'un cas de paludisme, même si nous avons trouvé un algorithme clinique similaire à celui utilisé dans d'autres études [126]. L'algorithme a eu une sensibilité (92,3 %) et une spécificité (82,1 %) meilleures que celles de la goutte épaisse (70 % et 80 % respectivement). Cependant, le nombre de cas de paludisme limite nos conclusions (n=13/117). Par conséquent, la goutte épaisse a été prise lors du suivi dans tous les cas de fièvre avec le consentement de la mère.

### Pratiques de soins (causes proximales)

Trois critères ont été retenus dans cette étude : alimentation, utilisation de soins de santé, affection et attention. Dans le premier cas, il s'agissait des pratiques d'allaitement maternel et des aliments complémentaires. Les modèles d'alimentation au cours de premiers 6 mois ont été définis selon les critères de Piwoz et al. (1996) [99]. Nous avons aussi déterminé l'âge d'introduction des aliments complémentaires<sup>7</sup>, et le type d'aliment introduit, soit : nourriture solide (légumes, riz, viande), lait de vache, céréales enrichies, céréales non enrichies, et soupes [17, 58]. La pratique actuelle d'allaitement a été mesurée par le nombre de tétées rapporté par la mère dans les 24 dernières heures. Pour l'étude transversale, nous avons mesuré la fréquence au moment de l'enquête. Dans l'étude de cohorte, nous avons demandé la fréquence dans les 24 dernières heures, tous les mois. La moyenne des tétées a été analysée pour chaque intervalle de temps (figure 5, page 25).

Pour décrire les aliments complémentaires nous avons utilisé trois variables : l'adéquation du nombre de repas par jour (aucun repas ; non adéquat ; adéquat), la fréquence de consommation des groupes alimentaires, et l'usage du biberon (non ; oui). L'adéquation était basée sur le nombre approprié de repas selon Ruel et al. (2002) [17]. La fréquence de consommation de l'alimentation a été mesurée à partir du questionnaire de fréquence de groupes d'aliments (annexe 8). Pour l'étude de prévalence, nous avons tenu compte uniquement de la consommation au cours de la dernière semaine. Pour la cohorte, les données concernant la consommation au cours de la dernière semaine ont été recueillies tous les mois (figure 5, page 25). L'information a été fournie par la mère de l'enfant ou son substitut. Une liste d'aliments consommés a déjà été identifiée chez les femmes dans un milieu urbain de la côte Pacifique [127]. Les aliments ont été regroupés en 21 catégories selon la proposition de Marquis et al. (1997) [97]. Des analyses factorielles ont été utilisées pour explorer le profil d'agrégation des aliments. De plus, nous avons adopté la même approche que d'autres études récentes [101, 128] afin d'évaluer la diversité de la diète complémentaire en compilant la fréquence de consommation des 21 catégories alimentaires rassemblées en six groupes. Cette approche a été comparée avec celle résultant des analyses factorielles dans notre premier article.

Nous avons tenu compte de l'utilisation des soins de santé primaires tels que la vaccination (non/incomplète/complète), le contrôle de croissance de l'enfant (oui/non), le contrôle au cours de

---

<sup>7</sup> Les aliments complémentaires sont définis comme étant tout aliment différent du lait maternel ou des préparations lactées données à l'enfant (Laginan JA et al. Systematic review concerning the age of introduction of complementary foods to the healthy full-term infant. European Journal of Clinical Nutrition 2001 ; 55 :309-320.)

la grossesse (non/depuis le troisième mois/avant le troisième mois), l'utilisation de moustiquaires (toujours/jamais) et le lieu de naissance (maison/centre hospitalier). Un score de pratique de l'utilisation de soins de santé préventifs a été retenu pour notre étude à partir des analyses factorielles.

Les aspects de l'affection et de l'attention ont été mesurés à l'aide de deux questions : la présence d'une personne qui aide l'enfant à manger (oui-non, qui ?) et la réponse face à l'enfant qui ne veut pas manger. La variable «qui aide l'enfant à manger» avait comme choix de réponse la mère ou autre/l'enfant seul. La variable «enfant qui ne veut pas manger» a été traitée en trois catégories : réponse positive (jouer, changer de nourriture) /négative (forcer)/ aucune (sans importance).

#### Ressources maternelles (causes sous-jacentes)

Nous avons classé les ressources maternelles en quatre groupes : celles reliées aux ressources matérielles (sécurité alimentaire et conditions du ménage), les ressources sociales (soutien social, disponibilité de personnes qui gardent l'enfant, contrôle de ressources et pouvoir décisionnel), les ressources environnementales (possession de toilettes) et la santé de la femme (perception de sa propre santé, santé reproductive et état nutritionnel). Douze questions ont été posées à la mère afin de déterminer comment elle perçoit sa situation alimentaire. Ces questions ont été élaborées au Venezuela à partir de l'indice de sécurité alimentaire du projet « Community Childhood Hunger Identification » [119, 129]. La validité et la faisabilité de ces questions ont été démontrées dans des quartiers pauvres à Caracas [119, 129] et dans notre population [130] (voir annexe 9).

Le soutien social de la mère a été mesuré par l'échelle de soutien social de DUKE-UNC [131]. Aux États-Unis, le questionnaire a un taux de fiabilité de 0,55 à 0,77 auprès de la population qui consulte pour des soins primaires. L'instrument a été traduit et validé en espagnol [118] (voir annexe 10). Le soutien émotif et instrumental de la part du couple a été mesuré par 5 questions traduites de l'« Enquête longitudinale du développement des enfants du Québec » [132] (voir annexe 10). La validité de ces questions a été démontrée dans notre population en faisant des analyses factorielles et en cherchant des corrélations avec des modèles théoriques pertinents [133].

Pour mesurer la disponibilité des autres gardiens de l'enfant, nous avons établi leur lien avec la mère (époux, mère, père, fils, autre personne de la famille, personne sans lien familial).



Les ressources telles que la possession de toilettes, le contrôle de ressources alimentaires à la maison, le pouvoir décisionnel de la mère ont été explorées de la même façon que dans l'Enquête de démographie et santé de Colombie (EDS) (voir annexe 2, section C). Le contrôle des ressources a été défini par le degré de dépendance de la mère par rapport au père de l'enfant concernant l'achat de nourriture. Le pouvoir décisionnel a été défini par une seule variable qui mesure le degré de dépendance dans la prise de décisions concernant la santé de l'enfant, la nourriture du ménage, la nourriture de l'enfant, la vie sociale, et d'autres achats matériels (annexe 2, section C).

Enfin, la santé reproductive de la femme a été déterminée par le nombre d'enfants et l'intervalle des naissances de l'enfant à l'étude et l'avant-dernier. La mère a été pesée et mesurée par le chercheur principal et son indice de masse corporelle (IMC : poids (kg)/taille<sup>2</sup> (m)) a été calculé afin de déterminer son état nutritionnel.

#### Statut socio-économique (causes fondamentales)

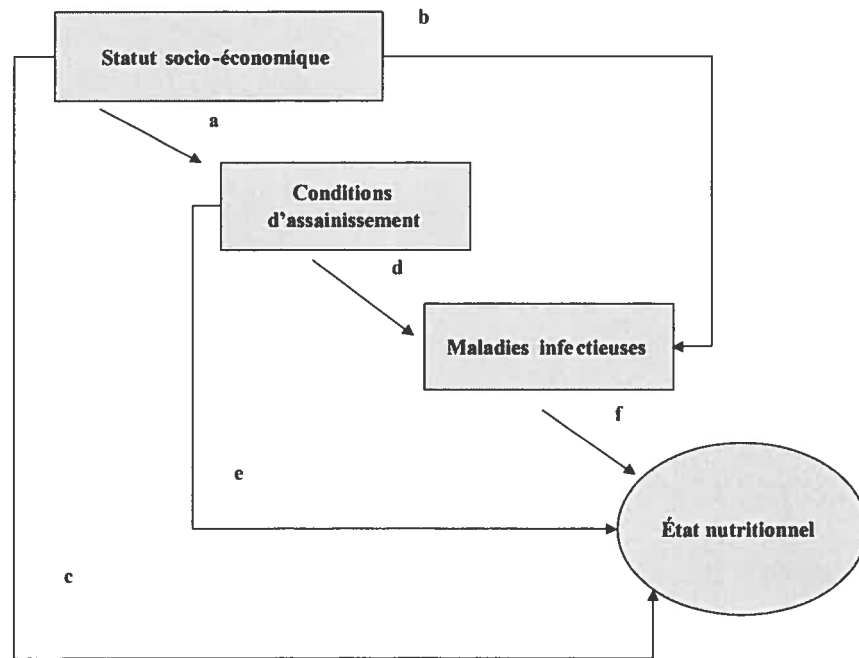
Le statut socio-économique a été défini par le nombre d'années d'études, le revenu de la femme (dans le dernier mois), et le réseau social de la femme. Le réseau social a été défini selon la proposition de Berkman et al. (2000) [26], i.e. la structure - le nombre de parents (oncles, tantes, cousins(es), frères et sœurs) et d'amis ; et les caractéristiques du réseau - la fréquence des contacts en personne dans le dernier mois avec la famille et les amis. Afin de simplifier nos analyses, d'autres variables telles que la présence d'une personne intime, l'appartenance aux groupes communautaires et la participation aux activités sociales n'ont pas été considérées dans les résultats de la thèse.

### **3.6 Analyses**

Nous avons commencé par les analyses descriptives de nos variables à chaque niveau du modèle conceptuel. La normalité des variables dépendantes a été explorée, et une fois leur normalité assurée, elles ont été incluses dans nos analyses de façon continue, puis nous avons effectué la régression linéaire multiple. Étant donné le petit nombre des enfants souffrant de malnutrition, la variable dichotomique n'a pas été analysée par régression logistique. Pour les analyses multivariées nous avons suivi une approche hiérarchique (figure 6) [134]. Nous avons tenu compte du fait que les variables ont une hiérarchie qui a été déterminée par notre modèle conceptuel (figure 1, page 9). Pour les analyses hiérarchiques les variables de niveau distal (par exemple, statut socio-économique) sont considérées comme variables de confusion potentielle pour les niveaux plus bas

(facteurs sous-jacents et proximaux). Cependant, le contraire ne s'applique pas, puisqu'une variable de niveau bas ne sera pas un facteur de confusion pour un niveau élevé, étant donné qu'elle peut représenter des mécanismes intermédiaires. Elles ont donc été considérées (figure 6).

**Figure 6. Analyses hiérarchiques**



Si l'on cherche la relation entre le statut socio-économique et l'état nutritionnel, on devra établir les chemins intermédiaires (a) qui correspondent au niveau sous-jacent et (b) qui correspondent au niveau immédiat, et (c) leur chemin direct (première constatation). En outre, si l'on cherche la relation entre les conditions sanitaires et l'état nutritionnel, le statut socio-économique devra se définir comme un facteur de confusion, mais les conditions sanitaires auront (d) des effets indirects par le biais de maladies infectieuses, et (e) un effet direct sur la trajectoire (deuxième constatation). Enfin, si notre intérêt est la relation entre les maladies infectieuses et l'état nutritionnel, les conditions sanitaires et la position sociale devront être explorées comme variables de confusion (troisième constatation).

Voilà la démarche que nous avons suivie pour nos analyses. La première constatation a été utilisée pour l'article 3, la deuxième pour l'article 2 et la dernière pour l'article 1. Pour introduire des variables possiblement confondantes dans les analyses des relations de niveau de facteurs proximaux, nous avons tenu compte que la variable était associée à la variable dépendante par un valeur de  $P < 0,20$ , et un changement dans les coefficients de régression de 10 %. Dans le cas des analyses des mécanismes intermédiaires, nous avons utilisé les changements de coefficients :  $B$  (modèle initial)  $-B$  (modèle initial + modèle avec variables intermédiaires) /  $B$  (modèle initial). Cette formule des effets intermédiaires a été utilisée dans plusieurs articles dans la domaine de l'épidémiologie sociale [135-137]. Étant donné le nombre des effectifs pour les analyses multivariées, nous avons utilisé un seuil de confiance  $\alpha$  de 0,10 pour l'analyse transversale et un seuil de confiance  $\alpha$  de 0,05 pour la cohorte.

## **Rôle joué pour chaque auteur-Article 1**

Alvarado, B.E.; Zunzunegui, M.V.; Delisle, H. Better caregiving practices predict better nutritional status in children aged 6 –18 months on the Pacific Coast of Colombia. Article en préparation en vue de sa publication dans la revue : *Pan American Journal of Public Health*

**Beatriz Eugenia Alvarado Llano** a développé le protocole de la recherche. Elle a été à charge de tout le travail de récollection de données. Elle a effectuée toutes les analyses statistiques et a rédigé l'article.

**Maria Victoria Zunzunegui** a réalisé plusieurs études sur les inégalités sociales en santé et particulièrement s'intéresse aux courants d'épidémiologie sociale qui ont guidé ce projet. Elle a supervisé la réalisation du projet à titre de directrice de la thèse. Elle a notamment fourni les orientations quant à la méthodologie de recherche et à l'application des méthodes d'analyse statistique.

**Hélène Delisle** a réalisé plusieurs études sur la nutrition internationale. Elle a supervisé la réalisation du projet à titre de codirectrice de la thèse. Elle a notamment fourni les orientations quant à la méthodologie et l'interprétation de résultats.

## Summary

**Objective:** To determine the care practices associated with good nutritional status among Afro-Colombian children aged 6 and 18 months of age.

**Methods:** In a cross-sectional population study, four dimensions of the mothers' care practices—breastfeeding, complementary feeding, mother-child interactive feeding, preventive health seeking—and a composite feeding index proposed by Ruel & Menon, were analyzed in relation to two nutritional outcomes: length-for-age Z-score (LFA) and weight-for-length Z-score (WFL). Complete data were gathered for one hundred and ninety-three (193) mothers of children aged 6 to 18 months (89% participation). Multiple linear regression models were used to describe associations.

**Results:** Stunting (low length-for-age) and wasting (low weight-for-length) were present in 9.8% and 2.6% of children, respectively. Children aged 12 to 18 months weaned before 6 months had lower LFA Z scores (beta:-0.41; p=0.09). Based on factor analysis, we described two dietary patterns that grouped local dietary items (tubers, bread, rice, fish, and legumes) and additional food groups (vegetables, fruit, and eggs). Consumption at least twice a week of local dietary foods was positively associated with LFA (beta:0.29; p=0.05) and WFL (beta: 0.30; p=0.08). The composite feeding index was not associated with child nutrition, but its food diversity component (number of different food groups consumed) was related to LFA-Z scores, with higher scores observed in children with average and high diversity. Preventive seeking practices were positively related with both nutritional indicators

**Conclusion:** Potential target interventions to improve child nutrition include breastfeeding up to 6 months (exclusively, predominantly, or partially), inclusion of a variety of foods in the complementary diet, and access to preventive health services.

## **Introduction**

The Pacific Coast of Colombia, populated mainly by ethnic (Afro-Colombian and Amerindian) minorities, has long been known for the worst social conditions [1, 2] and a trend towards a higher rate of malnutrition (15%) as compared with other regions with better social conditions. It also has the highest rate of initiation and duration of breastfeeding [3]. Our previous report on the region indicated that the rate of malnutrition there reflects the nutritional status of Afro-Colombian children, 9.8% of whom were malnourished, rather than that of Amerindian children, 40% of whom suffer from chronic malnutrition [4]. Quantitative and qualitative data on mothers' care practices in Pacific populations indicate that a low rate of malnutrition in Afro-Colombian children, despite poor social conditions, may be explained by good feeding practices during early childhood. Universal beginning of and longer duration of breastfeeding and the early introduction of a variety of foods into the diet characterize these practices [5].

For this report, we decided to continue exploring these issues among Afro-Colombian children aged 6 to 18 months, by providing measurements of three dimensions of child feeding practices (breastfeeding, complementary feeding, interaction while feeding) and one additional care practice, health prevention behavior. We tested the following hypotheses: 1) Feeding and health prevention practices generate an independent effect on nutritional status that is not confounded by mother's socio-economic conditions, maternal resources, or maternal health/nutrition; 2) Feeding and preventive practices are clustered and could be summarized in an unique index as reported [6, 7], i.e., there is a minimum number of good practices required to achieve nutritional benefits; 3) child's health, mothers' anthropometric measures, and social and material resources may confound the effects of care practices on nutritional status [8-10]. Focusing on care practices, as proximate determinants of child nutrition, allows us to better comprehend the processes that protect children in underprivileged circumstances and propose short-term improvements that could be implemented by political authorities and local health sector personnel.

## **Methods**

### **Design and study area**

Data from a community-based cross-sectional study of the social and biological determinants of nutritional status in children 6 to 18 months were used for this analysis. The Comité d'Ethique de

l'Université de Montréal and PAHO's Committee on Ethics approved the research protocol. The study was carried out in Guapi, a low-income village on the Pacific Coast of Colombia that typifies important characteristics of other villages in the same region. Community characteristics have been described previously [5, 11]. Data were collected from July through October 2002 from mothers or mother's substitutes. A door-to-door survey of all village households that had taken place between April and June 2002 identified 243 children aged 6 to 18 months. All households were invited to participate in the study. By the time data collection began, 27 (11.1%) had moved out of Guapi (to other rural or urban areas) or could not be found. Of those found (216), 4 (1.8%) mothers refused to participate and another 10 (4.6%) were excluded because on more than three occasions the mother could not be located. Of the 202 left, 9 were further excluded because of missing data on child age (1), breastfeeding practices (7), and complementary diet (1). We obtained complete data for this analysis from one hundred and ninety three (193) households. Informed consent was obtained in writing from the mother or another family member of all the children included in the study. The principal investigator and five well-educated women who were long-time residents in the region collected all the data.

### Variables

*Feeding practices:* Mothers were asked to describe the child's food consumption patterns at or before 6 months of age, according to the mix of foods and liquids received. Answers were classified as suggested by Piwoz et al [12] : (a) exclusive/ predominant breastfeeding (BF); (b) BF + non-human milk; (c) BF + solid foods; (d) BF + solid foods + non-human milk; and (e) no BF/weaned (see definitions in annex). Breastfeeding status was ascertained according to frequency over the previous 24 hours. Mothers did not recall the precise number of breastfeeds, and the variable was skewed via three modal values of 5, 10 and 20 times a day. Three categories of breastfeeding frequency during the previous 24 hours were defined: none, less than 10 feeds/day (lowest two quartiles) and 10 or more feeds/day (highest two quartiles).

Complementary food intake was determined by the mother's report of frequency of food groups consumed over the previous week by the children being studied. A food frequency questionnaire was developed for this purpose based on a previous study conducted on the Pacific coast of Colombia [13]. Foods were classified into 21 groups based on previous reports [9]. Mothers were asked to choose among 5 possible frequency responses ranging from "never" to "every day". This food frequency questionnaire was used to generate dietary patterns by factor analysis (see analysis),

and a dietary diversity variable following previously published data [7]. For the diversity variable, the 21 food groups were regrouped and summed into a 6-point score as follows: 1) starchy staples (foods made from grain, roots, or tubers), 2) legumes, 3) dairy (milk other than breast milk, cheese, or yogurt), 4) meat, poultry, fish, or eggs, 5) vitamin A-rich fruits and vegetables (carrots, green leafy vegetables and fruits such as mango, papaya, or other local vitamin A-rich fruits), and 6) other fruits and vegetables (or fruit juices). Food groups that the child had consumed more than two times in the previous week received a score of (+1) and those that the child had consumed less than two times in the past week were scored (+0). The diversity scores were further categorized as low, average, and high according to child's age (Table I). Bottle-feeding was recorded as a dichotomous variable (yes/no). Meal frequency was recorded as the number of times per day the child was given solid and semi-solid foods and bottle feeds, together. Scoring was based on a recent publication [6] (Table I).

{Insert Table I}

*Index of feeding practices:* A composite feeding index was created as described by Ruel & Menon [6, 7]. The index, ranging from 0 to 7 as shown in table I, was assigned to each child using breastfeeding, meal frequency, bottle-feeding, and food diversity.

*Health Prevention Practices:* Five practices were documented via mothers' responses: (a) obtaining prenatal care, (b) attending child growth monitoring, (c) birthplace, (d) child immunization status, and (e) bed-net utilization. An empirical 0-7 point score was designed to assess these preventive practices (Cronbach alpha: 0.56). One point was assigned for always using bed-nets, for having the child's growth monitored (at least once), and for delivery of the child in a clinic or hospital. An additional point was assigned if the mother began receiving prenatal care after 3 months of pregnancy, and two more points if prenatal care began in the first trimester. Similarly, one point was assigned if the child was immunized but did not receive full immunization for his/her age and two points if the child had undergone full immunization.

*Interactions while feeding:* Two structured questions worded as follows were asked: "Who feeds the child?" and "What do you do when the child refuses to eat?" Three categories of response were indicated for the first indicator: mother, other family members, and the child him/herself. For the second, we recorded five responses: play, offer a different food, coax the child to eat, force the child to eat, and do nothing.



*Confounding variables:* Possible confounding variables in the relationship between maternal practices and child nutrition are the maternal socioeconomic conditions (level of education in years) and maternal resources (food insecurity, social support and maternal health/nutrition). A hunger index validated within Latin-American populations [11, 14], a Spanish version of the “Quebec Longitudinal Study of Child Development” questionnaire [15], and the DUKE-UNC-11 questionnaire version [16] were adapted and validated within our population to measure food security levels and social support. Mothers’ height and weight were measured and their Body Mass Index (BMI) calculated. Height was measured using a movable wood anthropometer. Mothers were measured barefoot, with head placed in the Frankfort Horizontal Plane.

*Child variables:* Anthropometric measurements were taken according to Lohman et al. recommendations [17]. Recumbent length was measured in all children with the help of a recumbent graduated board with a fixed headboard and a movable footboard. Weight was measured using a suspended balance (Detecto Scale 25kg/50gr) and recorded to the nearest 50 grams. All children wore neither shoes nor clothing while being measured. Length-for-age (LFA) and weight-for-length (WFL) were interpreted according to the World Health Organization International reference of 1978 [18]. Child age was computed from date of birth with EPINUT. Exact birth dates were recorded from clinic cards when mothers did not recall. Since birth weight (BW) was not available for 49% of the children, we decided to enter a term for describing those born before/after 37 gestational weeks (based on mother’s report), in order to control for a possible association of birth weight with nutritional status. During the first visit, mothers were asked whether or not the child had been ill during the previous week, whether he or she had suffered a severe illness at any time, and whether the child had ever been hospitalized. A child health score was obtained by assigning one point for a “yes” response to each of the most frequent illnesses reported: respiratory infections (upper and pneumonia), gastrointestinal episodes (diarrhea, vomiting), and other frequent non-infectious diseases (i.e. wheezing, asthma). Scores ranged from 0 to 3.

### Analysis

Factor analysis was used to perform an exploratory analysis of the food frequency questionnaire. The following eleven food groups were excluded because commonalities were less than 0.30: corn and wheat starch, any formula or cow’s milk, rolled oats, noodles, meat, poultry, liver, leafy green vegetables, and non-dairy liquids. Then, we used Principal Component Analysis (PCA) to determine the number of factors to retain by eigenvalue greater than 1. Two factors explained 50%

of the total variance. A better solution was found using the oblimin rotation (Table II). We also used multivariate correspondence analysis which resulted in a solution which grouped the frequency of consumption into two categories, “more than twice a week” and “less than twice a week”. Factor 1 and Factor 2 scores were computed by summing the original assigned values as follows: (+1) for consumption more than twice a week, and (+0) for less than 2 times/week and never. Factor 1 and factor 2 were renamed in our results as Type I and Type II food groups, respectively.

{Insert Table II}

Multivariate analysis was performed for each dependent variable using a 0.10 probability value as the confidence level for hypotheses testing as recommended by Rothman for small samples [19]. First, we performed multiple linear regressions of the continuous Z-score on age, sex, pre-term/term birth, and mother’s height (as an indicator of genetic potential). Second, multiple regressions were fitted for each care practice and for the composite feeding index (Model 1). Except for breastfeeding up to 6 months, the reference for each practice was the practice considered inadequate. At this point, two-way interaction terms were tested for each care practice with age and between complementary feeding with breastfeeding practices. The purpose of testing interaction terms with age was to determine whether practices in the first 6 months predict negative/positive scores after that age or a differential effect of care practices according to age [20]. Interactions between complementary feeding and breastfeeding have been reported, with diversity in complementary food being more important in weaned children [9, 20, 21]. Interactions were retained at level  $p < 0.10$ . Then a stepwise multiple regression was performed to explore the combined effects of care practices and to describe the confounding, intermediate, or interaction effects between practices and child health (Model 2).

Finally, regressions in model 2 were controlled for confounded variables (Model 3). In accordance with the UNICEF’s multicausal model [22], mother’s socioeconomic conditions (education, income), maternal care resources, and health/nutrition have direct and indirect effects on care practices and child nutrition; therefore, they could act as confounding variables in a hierarchical model [23]. Following the strategy proposed by Rothman & Greenland [24] we retained confounding variables according to two criteria: changes in beta coefficients in care practices ( $>10\%$ ) and contribution to regression models ( $R^2 \text{ change} < 0.20$ ).

Social support from the child's father, food insecurity level, and birth interval fulfilled the criteria for LFA-Z score, and sanitary conditions and mother's body mass index for WFL-Z scores. Collinearity tests were performed at each step.

## **Results**

Mothers were young, ranging in age from 15 to 45 years, with a mean of  $26 \pm 6.1$  years. Their average body mass index (BMI) was  $23.9 \pm 4.7$ ; five percent (5.7%) were underweight, while 12% were overweight or obese. Mothers and children in Guapi live in unsanitary conditions; only 33% have flush toilets. Almost 21% of mothers studied lived in moderately or severely food insecure households. Only 41% received positive support from their baby's father. Feeding practices are characterized by a low proportion of exclusive/predominant breastfeeding in the first 6 months (3.6%), with a dominant pattern of partial breastfeeding (90%). Complementary foods given after 6 months of age were primarily Type I foods, while Type II foods were included in less than 30% of child diets. Prenatal care, child immunization, and bed-net utilization were common (>75%), while growth was monitored by only 11.4% of the mothers. Most children were being fed by their mother or other family members (93.7%). Among practices included in the feeding index (Table III) we observed a high rate of bottle-feeding (72.1%), but also of breastfeeding (73.1% in the last 24 h) and adequate meal frequency in 73.2%. Dietary diversity was high (value= 2) in 71.6% of the children aged 6 to 8 months, 75.6% of those 9 to 11 months and 55.3% of those older than 12 months.

The mean age of the children was  $11.3 \pm 3.9$ mo; slightly more than half of the children (54.9%) were boys. Means of anthropometric Z-scores were slightly lower than in the reference population: length-for-age ( $-0.65 \pm 1.05$ ), and weight-for-length ( $-0.25 \pm 1.03$ ). A small percentage of our child population was underweight (weight-for-length  $< -2$  SD), 2.6%. Stunting (length-for-age Z-score  $< -2.0$ ) was more prevalent (9.8%). Length-for-age (LFA) Z-score was predicted by age, sex, gestational age at birth, and maternal height. Lower Z-scores were reported among older children, boys had lower means than girls, and no interactive effect was found between age and gender ( $p=0.42$ ). Pre-term infants had lower LFA scores ( $p<0.01$ ). Child weight-for-length was predicted by age and polynomial terms, and gender was not associated (data not shown).

### Multivariate analysis (Model 1)

Results of the first model in the multivariate analysis are shown in Tables III and IV. Interaction terms were found in the breastfeeding practice up to 6 months and age for LFA Z-scores: in older children, the LFA mean was higher for exclusive/predominant-BF infants than in partially breastfed infants ( $p=0.20$  for interaction with age) and lower for those in the No-BF/weaned category ( $p=0.03$  for interaction with age). Consumption of more than three Type I and II food groups was positively associated with nutritional status (Table III).

{Insert Table III & IV}

Health prevention practices as a continuous variable showed a positive association with children's nutritional status, although their positive effect decreased as age increased (Table III). No significant differences were found between categories of interactive feeding. Among feeding practices included in the composite feeding index (Table IV), only food diversity was related to LFA-Z scores, with higher scores observed in children with average and high diversity. Among the food groups composing the food diversity variable, consumption of vitamin A-rich vegetables and fruits were related with LFA-Z scores and consumption of animal products with WFL-Z scores ( $p<0.10$ ). No interaction effects were found between food diversity with child age or breastfeeding.

### Multiple linear regressions by age and breastfeeding groups

Table V shows separate analyses for children aged 6 to 11-mo and those aged 12 to 18-mo in order to identify differential effects by age groups. Age groups were formed based on a previous report [5] showing significant differences in feeding practices before and after 12 mo. This analysis confirms that in children aged 12-18 mo lower scores of LFA are found in the No-BF/weaned group, as compared to partially breastfed children. Type I foods appear positively related to child nutritional status in older groups and Type II foods in younger ones. The food diversity variable shows the same tendency that type I foods in the older group for LFA-Z scores does. Once our analysis was separated for the actual breastfeeding practice, type I foods had a positive relation in weaned children (coeff: 1.02;  $p<0.10$  for LFA and coeff: 0.56;  $p<0.10$  for WFL), and type II foods had a positive relation in breastfed children (coeff: 0.29;  $p<0.10$  for LFA). For the diversity variable and the composite feeding index, these associations were not found.

{Insert Table V}

### Stepwise multivariate analysis (Model 2 and 3)

After stepwise inclusion of feeding variables and child health variables, mothers who stopped breastfeeding in the first 6 mo had children with lower LFA-Z scores (Table VI). The interaction effect of the Exclusive/ Predominant breastfeeding and age tends to be positive ( $p=0.14$ ) while the interaction with age and the no breastfed group is negative ( $p<0.05$ ). Type I food frequency score and health prevention practices are still significantly associated with LFA and WFL Z scores, while coefficients for Type II food score lost significance when other practices and confounding variables were introduced ( $p>0.20$ , not shown). Models 2 and 3 were also computed with the food diversity variable (not shown); similar results were observed in all other care practices, and the associations of food diversity and LFA-Z scores remained in the same direction ( $p<0.10$ ). Higher reported morbidity was related with lower LFA and WFL- Z scores, but no interactions were found between feeding practices and child health variables.

{Insert Table VI}

### Discussion

Prevalence rates of malnutrition in this population were similar to those reported in the Demographic National Survey in Colombia for the year 2000 [2], and lower than reported in other Latino-American countries [6]. Our study suggests that good care practices, frequently reported in this population, predict better nutritional status in children aged 6 to 18 mo—i.e. breastfeeding (either exclusively, predominant or partially) up to 6 mo of age, a wide variety of complementary foods (represented by high consumption of Type I and Type II foods, and high diversity in the food diversity variable), and health prevention practices. Feeding practices summarized in a single index as reported [7, 25] were not related with nutritional outcomes, suggesting that care practices do not have a cumulative or clustered effect in this population. Associations of breastfeeding practices with nutritional status are independent of reported child morbidity, and maternal social, material, and health variables, and no interactions were observed between feeding practices and those variables.

*Breastfeeding up to 6 mo:* In this cross-sectional study, we found that children older than 12 mo who were weaned (stopped/never breastfed) had lower length-for-age Z-scores than children who were partially breastfed, even controlling for complementary food and preventive practices, and for

maternal factors. The benefits of exclusive/predominant breastfeeding on child nutritional status in this population remain uncertain since a low proportion of children in this category were found (3.6%). Further, the heterogeneity of the weaned and the exclusively/predominantly breastfed group could decrease our estimations, as it is reported in other studies [26]. The No BF/weaned group was formed by four children who stopped breastfeeding before four months, five children who stopped at five months, and one child who never receives breastmilk; the Exclusively/Predominant group was formed mainly by children predominantly breastfed. The benefits of breastfeeding up to 6 mo are connected with reduced exposure to food-borne pathogens and with the immunological properties of, and presence of growth factors in, breast milk [8]. In our population, the positive effect of breastfeeding up to 6 mo may be explained by a reduction in the frequency of infectious disease and illnesses requiring hospitalization: children in the exclusive/predominant BF group had no gastrointestinal episodes, as compared to 30% in partial breastfeeding groups, and 41.7% in the weaned group ( $p=0.04$ ). Reviews and longitudinal studies corroborate this result [27-29].

*Complementary feeding and nutritional status:* Complementary food intake in our child population is characterized by consumption of three or more traditional-basic food groups and three additional food groups (a combination of animal products, fruits, and vegetables). Since multiple nutritional deficiencies are common, food patterns rather than individual nutrient intake have been found to be associated with infant nutritional status [30]. In Mexican children, for instance, food consumption patterns, that is high consumption of animal foods and low consumption of maize products, were associated with better length and weight status at 30 mo [30]. Our dietary patterns (Type I and Type II food groups) grouped high value nutritional foods such as animal products and vitamin A-rich fruits and vegetables, consumption of which has been related to better nutritional indicators[9, 31, 32]. The positive effect of consumption of type I foods among weaned children runs in the same way as previous cross-sectional data [7, 21], i.e., consumption of animal foods and the number of different foods consumed are related to better nutritional status among weaned, but not among breastfed children.

*Feeding index:* We developed a composite index [20] that incorporates accepted recommendations for feeding practices in infants. Neither breastfeeding, adequacy of meal frequency, bottle-feeding, (and therefore) nor the composite feeding index was associated with LFA or WFL- Z scores after controlling for child and maternal variables. The lack of association of the complete index has been observed in Senegalese children in whom the authors describe a possible effect of reverse causality

on breastfeeding –child nutrition associations [33]. The reverse causality hypothesis is proposed by others to explain the lack of associations or even a negative association of breastfeeding on nutritional status [34, 35]. We explored these issues and found no significant differences between mothers' perception of their children's health and growth and breastfeeding frequency. Thus, cross-sectional studies such as ours could under-estimate breastfeeding effects. A longitudinal study conducted in the same village found a positive association of continued breastfeeding on trajectories of linear growth and a modification effect of breastfeeding on education and child's weight gain [36]. A positive effect of adequate meal frequency and a negative effect of bottle-feeding on child nutrition were expected for this population. Lack of associations may be due to 1) a low percentage of our population with inadequate meal frequency, and 2) the fact that bottle-feeding is used to increase food variety (dairy products, tubers, fruits and cereals are introduced in bottle feedings). Food contamination is then mitigated by greater food diversity.

Contrary to the Senegalese study, we found a positive relation between LFA-Z score and the food diversity variable. A recent review highlighted the positive association between food diversity indices and nutrient adequacy in studies conducted in developing countries [37]. In most of these studies, diversity was associated with increased intakes of energy, fat, protein, and a number of vitamins and minerals [37]. Lack of association between food diversity indices and child nutritional status has been explained by low consumption of animal foods, seasonal variability in food intakes, nutrient inadequacies not captured by the diversity score, or a confounding effect of maternal conditions [33, 37]. In our case, the positive effects of the diversity variable appear to result from the high consumption of fish and high availability of fruits and vegetables during the period of study. Further, the household food insecurity level did not totally explain the effect of food diversity on child nutrition associations (nor that of the type I dietary pattern), meaning that food diversity and the dietary pattern type I may be indicators of nutrient adequacy rather than of food availability.

*Health prevention practices:* An index summarizing five preventive practices indicated a consistent and positive effect on nutritional status. Positive effects may be ascribed to the efficacy of immunization in improving the health status of infants, or the efficacy of growth monitoring in promoting better infant care practices [38]. Our results suggest that low frequency of hospitalizations and infectious diseases in the last week was a mediating mechanism (data not shown). On the other hand, prevention practices could reflect the willingness and ability of the mother to bring her children to health care centers, her positive attitude towards her child, the

absence of time constraints for seeking health care, or the fact that the mother lives under better socioeconomic conditions and has a higher education [38].

*Strengths and limitations:* We examined most dimensions of care practices and the cluster or cumulative effects, as recommended in recent publications [25]. The participation rate was high, and no cluster distribution was found among the 20 Guapi neighborhoods. Sample size was insufficient to explore the dichotomous outcome of malnutrition and a level of  $p < 0.10$  was used for linear regressions.

The limitations are related to possible information bias. Our design may introduce errors owing to over reporting of good practices, or to recall bias according to the age of the child. This is particularly true for the questions on breastfeeding and food consumption during the first 6-mo. First, the early introduction of foods is viewed positively in our population study [5], and therefore, information bias would lean in the opposite direction, with mothers tending to report introduction before 4 mo. Second, reports of exclusive breastfeeding were as uncommon among mothers of children aged 6-11 mo as those of children aged 12-18 mo [5].

We developed indices for describing food patterns and food diversity, based on a 7-d recall of 21 foods grouped according to their nutrient content. We do not know, however, how food frequency scores are connected with adequacy of nutrient intakes. Unfortunately, there is no reference against which food patterns scores can be compared. Conventional dietary studies on nutrient intake are time consuming and costly [39]. There is no definite consensus on how to group foods into categories; food grouping according to cultural patterns is advocated [25, 30]. Our study suggests a similar effect on LFA-Z scores of grouping by dietary patterns or by counting food groups, except for the associations with WFL- Z-score, where the dietary pattern was strongly related.

An additional limitation of the study is that the possible contribution of birth length and weight to child nutritional status at age 6-18 mo cannot be assessed. Analysis of the sub-sample with birthweight data showed that associations tended to lean in the same direction. We used gestational age at birth as a “proxy” of low birth weight due to premature birth, however, we could not verify it for six of the ten children reportedly born pre-term since they were delivered at home. We reported no associations between mother-child interaction while feeding and nutritional status. Our indices probably capture only a few practices related to interaction while feeding, i.e, we did not include timing of feeding or organization and appropriateness of feeding situation. Furthermore, children



without appetite problems included in the “nothing” category may have biased results regarding mothers with negative behaviors.

*Conclusion.* Our results pointed out the importance of promoting breastfeeding and a higher frequency of consumption of highly available, low cost foods in order to ensure better nutritional status. Since attendance at prenatal care is high in this population, health workers could encourage better feeding practices from the start of pregnancy. Promotion of good practices could continue during the course of growth monitoring; however more efforts should be placed on determining ways to increase attendance in these programs.

### **Acknowledgments**

Special thanks to Dr Julio Cesar Reina and Dr Jairo Osorno for nutritional measurement training and comments on protocol. This research was funded by the Pan-American Health Organization, Programa de subvenciones de Tesis de Salud Publica. Reference: HDP/HDR/RG-T/COL/3146 and Colciencias-2001, Plan Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud, Colombia (Project Code: 1103-04-11985). Funding for publication was provided by Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Santé (GRIS)/Université de Montréal, Canada.

## References

1. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 1995, Profamilia: Santa Fe de Bogota.
2. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 2000, Profamilia: Santa Fe de Bogota.
3. Carrasquilla, G., et al., *Lactancia Materna en zonas marginales de grandes ciudades colombianas. Resultados de la encuesta de conocimientos, actitudes y practicas*, ed. F. FES. 1992, Cali: Fundacion para la Educacion Superior.
4. Tabares, E. and B.E. Alvarado, *Estado Nutricional y practicas alimentarias en los primeros 18 meses de vida en poblaciones Amerindias y AfroColombianas de la Costa Pacifica*. Antropacifico, 2003. 1(2): p. 17-26.
5. Alvarado, B.E., et al., *Estudio de prevalencia de desnutrición en niños afro colombianos: Creencias y practicas de alimentación, y su relación con el estado nutricional*. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 2004. **in press**.
6. Ruel, M.T. and P. Menon, *Child feeding practices are associated with child nutritional status in Latin America: innovative uses of the demographic and health surveys*. Journal of Nutrition, 2002. 132(6): p. 1180-7.
7. Arimond, M. and M. Ruel, *Dietary diversity is asociated with child nutritional status: Evidence from 11 Demographic and Health Surveys*. Journal of Nutrition, 2004. 134: p. 2579-2585.
8. Leon-Cavas, N., et al., *Quantifying the benefits of breastfeeding: A summary of the evidence*. 2002, Panamerican Health Organization: Washington, DC.
9. Marquis, G.S., et al., *Breast milk or animal-product foods improve linear growth of Peruvian toddlers consuming marginal diets*. American Journal of Clinical Nutrition, 1997. 66(5): p. 1102-9.
10. Martin, R.M., *Commentary: does breastfeeding for longer cause children to be shorter?* International Journal of Epidemiology, 2001. 30(3): p. 481-4.
11. Alvarado, B.E., M.V. Zunzunegui, and H. Delisle, *[Validation of food security and social support scales in an Afro-Colombian community: application on a prevalence study of nutritional status in children aged 6 to 18 months]*. Cadernos de Saude Publica, 2005. **in press**.
12. Piwoz, E.G., et al., *Feeding practices and growth among low-income Peruvian infants: a comparison of internationally-recommended definitions*. International Journal of Epidemiology, 1996. 25(1): p. 103-14.

13. Minota, Y., *Validacion de un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de alimentos en Buenaventura. Costa Pacifica Colombiana.*, in *Escuela de Salud Publica*. 2000, Universidad del Valle: Cali.
14. Lorenzana, P.A. and D. Sanjur, *Abbreviated measures of food sufficiency validly estimate the food security level of poor households: measuring household food security*. *Journal of Nutrition*, 1999. **129**(3): p. 687-92.
15. ISQ, *Longitudinal Study of Child Development in Quebec*. Volume I, ed. I.d.l.S.d. Quebec. 2000, Quebec: Institut de la Statistique de Quebec.
16. Bellon Saameno, J.A., et al., [*Validity and reliability of the Duke-UNC-11 questionnaire of functional social support*]. *Atencion Primaria*, 1996. **18**(4): p. 153-6, 158-63.
17. Lohman, T., A. Roche, and L. Fajardo, *Anthropometric Standardization Reference Manual*. 1990, Champaign, IL: Human Kinetics.
18. CDC, *EPI-INFO: Software for Public Health*. 2000, Center for Disease and Prevention.
19. Rothman, K.J. and S. Greenland, *Approaches to statistical analysis*, in *Modern Epidemiology*, K.J. Rothman and S. Greenland, Editors. 1998, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. p. 189-194.
20. Arimond, M. and M.T. Ruel, *Dietary Diversity Is Associated with Child Nutritional Status: Evidence from 11 Demographic and Health Surveys*. *Journal of Nutrition*, 2004. **134**: p. 2579-2585.
21. Onyango, A., K.G. Koski, and K.L. Tucker, *Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers*. *International Journal of Epidemiology*, 1998. **27**(3): p. 484-9.
22. Martin-Prevel, Y., [*"Care" and public nutrition*]. *Sante*, 2002. **12**(1): p. 86-93.
23. Victora, C., et al., *The role of Conceptual framework in epidemiological analysis: A hierarchical approach*. *International Journal of Epidemiology*, 1997. **26**(1): p. 224-227.
24. Greenland, S. and K.J. Rothman, *Introduction to stratified analysis*, in *Modern Epidemiology*, K.J. Rothman and S. Greenland, Editors. 1998, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. p. 256-258.
25. Ruel, M. and M. Arimond, *Measuring Childcare practices*. 2003, International Food Policy Research Institute: Washington, DC.
26. Eckhardt, C.L., et al., *Full Breast-Feeding for at Least Four Months Has Differential Effects on Growth before and after Six Months of Age among Children in a Mexican Community*. *Journal of Nutrition*, 2001. **131**: p. 2304-2309.
27. Kramer, M.S. and R. Kakuma, *Optimal duration of exclusive breastfeeding*. *Cochrane Database Systemic Review*, 2002(1): p. CD003517.

28. Kramer, M.S., et al., *Infant growth and health outcomes associated with 3 compared with 6 mo of exclusive breastfeeding*. American Journal of Clinical Nutrition, 2003. **78**(2): p. 291-5.
29. Arifeen, S., et al., *Exclusive breastfeeding reduces acute respiratory infection and diarrhea deaths among infants in Dhaka slums*. Pediatrics, 2001. **108**(4): p. E67.
30. Allen, L.H., *Nutritional influences on linear growth: a general review*. European Journal of Clinical Nutrition, 1994. **48 Suppl 1**: p. S75-89.
31. Murphy, S.P. and L.H. Allen, *Nutritional importance of animal source foods*. Journal of Nutrition, 2003. **133**(11 Suppl 2): p. 3932S-3935S.
32. Ruel, M.T., *Is dietary diversity an indicator of food security or dietary quality? A review of measurement issues and research needs*. Food Nutrition Bulletin, 2003. **24**(2): p. 231-2.
33. Ntab, B., et al., *A young child feeding index is not associated with either height-for-age or height velocity in rural Senegalese children*. Journal of Nutrition, 2005. **135**: p. 457-464.
34. Marquis, G.S., et al., *Association of breastfeeding and stunting in Peruvian toddlers: an example of reverse causality*. International Journal of Epidemiology, 1997. **26**(2): p. 349-56.
35. Fawzi, W.W., et al., *A longitudinal study of prolonged breastfeeding in relation to child undernutrition*. International Journal of Epidemiology, 1998. **27**(2): p. 255-60.
36. Alvarado, B.E., et al., *Length and weight growth are explained by breastfeeding and infant health in a longitudinal study of an Afro-Colombia community*. Journal of Nutrition, 2004. **accepted**.
37. Ruel, M.T., *Operationalizing dietary diversity: a review of measurement issues and research priorities*. Journal of Nutrition, 2003. **133**(11 Suppl 2): p. 3911S-3926S.
38. Martin-Prevel, Y., et al., *Decreased attendance at routine health activities mediates deterioration in nutritional status of young African children under worsening socioeconomic conditions*. International Journal of Epidemiology, 2001. **30**(3): p. 493-500.
39. Hatloy, A., L.E. Torheim, and A. Oshaug, *Food variety--a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa*. European Journal of Clinical Nutrition, 1998. **52**(12): p. 891-8.
40. Karlberg, J., et al., *Linear growth retardation in relation to the three phases of growth*. European Journal of Clinical Nutrition, 1994. **48**(Suppl 1): p. S25-43.

**Table I. Description of the variables included in the composite feeding index and method of scoring**

<i>Feeding practices</i>	<i>Age groups</i>		
	<i>6 to 8</i>	<i>9 to 11</i>	<i>12 to 18</i>
<b>BF frequency/24 h</b>	No=0 Less than 10 times=1 More than 10 times =2	No=0 Less than 10 times=1 More than 10 times=2	No=0 Less than 10 times=1 More than 10 times=2
<b>Meal frequency/24-h</b>	No=0 (None) Once=1 (Inadequate) 2 or more=2 (Adequate)	No=0 One to two=1 3 or more=2	None or one=0 Two to three=1 4 or more=2
<b>Bottle feeding</b>	Yes=0 No=1	Yes=0 No=1	Yes=0 No=1
<b>Starchy staples<sup>1</sup></b>	<2 times per wk=0 ≥2 times per wk =1	<2 =0 ≥2 =1	<2 =0 ≥2 =1
<b>Legumes</b>	<2 times per wk=0 ≥2 times per wk =1	<2 =0 ≥2 =1	<2 =0 ≥2 =1
<b>Dairy products<sup>2</sup></b>	<2 times per wk=0 ≥2 times per wk =1	<2 =0 ≥2 =1	<2 =0 ≥2 =1
<b>Animal products<sup>3</sup></b>	<2 times per wk=0 ≥2 times per wk =1	<2 =0 ≥2 =1	<2 =0 ≥2 =1
<b>Vitamin A-rich vegetables and fruits<sup>4</sup></b>	<2 times per wk=0 ≥2 times per wk =1	<2 =0 ≥2 =1	<2 =0 ≥2 =1
<b>Other vegetables and fruits</b>	<2 times per wk=0 ≥2 times per wk =1	<2 =0 ≥2 =1	<2 =0 ≥2 =1
<b>Dietary diversity<sup>5</sup></b>	0 =0 (Low) 1-2 groups =1 (Average) 3 or more groups =2 (High)	0-1 =0 2-3 =1 4 or more =2	0-2 =0 3-4 =1 5 or more =2
<b>Composite feeding index<sup>6</sup></b>	Range 0 to 7	Range 0 to 7	Range 0 to 7

1. Foods made of grains, tubers or roots

2. Milk other than BF, cheese or yogurt

3. Meat, poultry, fish or eggs

4. Pumpkin, carrots, green leafy vegetables, fruits such as mango, papaya, and other local fruits

5. Number of food groups consumed in the past week. Based on 6 food groups: Starchy +legumes + dairy products +animal products + vitamin A-rich fruits and vegetables + other vegetables and fruits

6. Breastfeeding frequency + meal frequency +bottle feeding + dietary diversity

**Table II. Factor analysis of the food frequency questionnaire in children aged 6 – 18 months (N=193)**

<i>Food Groups</i>	<i>Frequency ≥ 2 times /week (%)</i>	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>
Wheat, barley and other	73.1	0.86	
Rice	85.5	0.80	
Beans, lentils and other legumes	55.4	0.45	
Fish and other sea foods	70.5	0.55	
Tubers	71.5	0.57	
Tomatoes and yellow vegetables <sup>1</sup>	30.1		0.77
Other vegetables <sup>2</sup>	8.3		0.80
Fruits	66.3		0.47
Juices <sup>3</sup>	50.8		0.45
Eggs	36.3		0.47
Cronbach alpha		0.74	0.67
Mean		3.55	2.69
Range		0-5	0-5

KMO: 0.84. Extraction method: Principal component analysis.

Rotation Oblimin Converged in 16 iterations. An empty cell indicates a loading factor less than 0.30.

1. Carrots, squash

2. Cucumber, beet, white cabbage. Green leafy vegetables not included.

3. Orange, lemon, and other local fruits for juice

**Table III. Multiple linear regressions of length-for-age and weight-for-length Z-scores on care practices. Variables not included in the feeding index (N=193)**

Explanatory variables	N (%) <sup>1</sup>	LFA Z-score <sup>3</sup>		WFL Z-score <sup>4</sup>	
		Model 1		Model 1	
		Beta	(SD)	Beta	(SD)
<b>Breastfeeding at 6 mo<sup>a</sup></b>					
EBF/PBF vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF1)	7 (3.6)	0.28	(0.37)	0.47	(0.37)
pBF/NHM vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF2)	10 (5.2)	0.13	(0.28)	-0.08	(0.30)
NBF/W vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF3)	11 (5.7)	-0.54	(0.28)*	-0.25	(0.30)
BF1 * age		0.11	(0.10)		
BF2 * age		-0.04	(0.08)		
BF3 * age		-0.23	(0.07)*		
<b>Food groups patterns frequency</b>					
Type I (>3 vs. ≤3)	153 (79.3)	0.40	(0.17)*	0.36	(0.17)*
Type II (>3 vs. ≤3)	108 (56.0)	0.24	(0.14)*	-0.05	(0.15)
<b>Interactive feeding</b>					
<i>Who gives</i>					
Eats alone vs. mother & family	12 (6.2)	-0.26	(0.29)	-0.09	(0.31)
<i>What is done</i>					
Positive vs. Nothing	144 (74.6)	-0.08	(0.16)	-0.03	(0.17)
Negative vs. Nothing	44 (22.8)	-0.08	(0.44)	-0.37	(0.46)
<b>Health prevention score (range 1-7)</b>					
Prevention * age	3.99 <sup>2</sup> (1.73)	0.13	(0.04)*	0.29	(0.12)*
		-0.03	(0.00)*	-0.02	(0.01)*

a. EBF/PBF : Exclusive-BF/predominant-BF; pBF/SF & pBF/SF/NHM : Partial-BF/consumed solid food/ with or without non human milk; pBF/NHM: Partial BF/no solid foods/consumed nonhuman milk; NBF/W: No breastfed since birth/weaned before 6 months

1. Percentage represents the analyzed categories
2. Mean (SD)
3. All models adjusted by child's age, gender, and gestational age, and mother height
4. All models adjusted by child's age

\*  $P < 0.10$

**Table IV. Multiple linear regressions of length-for-age and weight-for-length Z-scores on care practices. Variables included in the feeding index (N=193)**

<i>Explanatory variables</i>	<i>N (%)</i> <sup>1</sup>	<i>LFA Z-score</i>		<i>WFL Z-score</i>	
		<i>Model 1</i>		<i>Model 1</i>	
		<i>Beta</i>	<i>SD</i>	<i>Beta</i>	<i>SD</i>
<b>BF frequency last24 h</b>					
Less than 10 times/24-h vs no breastfeeding	56 (29.0)	-0.06	(0.20)	-0.05	(0.28)
More than 10 times/24-h vs no breastfeeding	89 (46.1)	0.08	(0.18)	0.02	(0.24)
<b>Meal frequency</b>					
Inadequate vs. none	42 (21.8)	0.03	(0.39)	-0.45	(0.40)
Adequate vs none	144 (74.6)	-0.01	(0.37)	-0.37	(0.38)
<b>Bottle feeding (no/yes)</b>	56 (29.0)	-0.05	(0.15)	-0.12	(0.15)
<b>Starchy staples<sup>a</sup></b>	182 (94.3)	-0.03	(0.31)	-0.22	(0.31)
<b>Legumes<sup>a</sup></b>	107 (55.9)	0.19	(0.13)	0.06	(0.14)
<b>Dairy products<sup>a</sup></b>	104 (53.9)	-0.06	(0.14)	0.04	(0.14)
<b>Animal products<sup>a</sup></b>	162 (83.9)	0.17	(0.19)	0.48	(0.19)*
<b>Vitamin A-rich vegetables and fruits<sup>a</sup></b>	139 (72.0)	0.29	(0.15)*	-0.06	(0.16)
<b>Other vegetables and fruits<sup>a</sup></b>	100 (51.8)	0.13	(0.13)	0.02	(0.14)
<b>Dietary diversity</b>					
Average vs low	52 (26.9)	0.51	(0.27)*	-0.01	(0.28)
High vs low	126 (65.3)	0.56	(0.26)*	0.19	(0.27)
<b>Composite feeding index</b>	5.00 (1.22) <sup>2</sup>	0.06	(0.05)	0.05	(0.06)

a.  $\geq 2$  times per week vs  $< 2$  times per week

1. Percentage represents the analyzed categories

2. Mean (SD)

3. All models adjusted by child's age, gender, and gestational age, and mother height

4. All models adjusted by child's age

\*  $p < 0.10$



Table V. Multiple linear regressions of length for age Z scores on care practices and child health. Analysis by age groups .

Explanatory variables	LFA Z-score			WFL Z-score		
	6-11 (n=108) <sup>1</sup>		12-18 (n=85) <sup>1</sup>	6-11 (n=108) <sup>2</sup>		12-18 (n=85) <sup>2</sup>
	Beta	SD	Beta	SD	Beta	SD
<b>Breastfeeding at 6 months<sup>a</sup></b>						
EBF/PBF vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF1)	-0.24	(0.47)	0.74	(0.60)	0.40	(0.50)
pBF/NHM vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF2)	-0.07	(0.37)	0.35	(0.54)	-0.38	(0.42)
NBF/W vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF3)	0.41	(0.40)	-1.27	(0.42)*	-0.30	(0.45)
<b>Food group frequency</b>						
Type I (>3 vs. ≤3)	0.17	(0.20)	0.87	(0.33)*	0.34	(0.21)**
Type II (>3 vs. ≤3)	0.34	(0.16)*	-0.00	(0.24)	-0.13	(0.19)
<b>Prevention practices (score)</b>						
	0.21	(0.05)*	-0.02	(0.07)	0.12	(0.05)*
<b>Dietary diversity</b>						
Average vs low	0.32	(0.37)	0.66	(0.42)**	-0.35	(0.42)
High vs low	0.44	(0.34)	0.60	(0.40)**	-0.02	(0.38)
<b>Composite feeding index (score)</b>						
	0.06	(0.07)	0.11	(0.08)**	0.05	(0.09)
					0.21	(0.38)
					0.36	(0.37)
					-0.03	(0.02)

a. EBF/PBF : Exclusive-BF/predominant-BF; pBF/SF & pBF/SF/NHM : Partial-BF/consumed solid food/ with or without non human milk; pBF/NHM: Partial BF/no solid foods/consumed nonhuman milk; NBF/W: No breastfed since birth/weaned before 6 months

1. Models adjusted by mother height and child's gestational age

2. No adjusted by any variable

\* p<0.10

\*\* p<0.20->0.10

Table VI. Stepwise multiple linear regression of length-for-age and weight-for-length Z-score by care practice and child health variables.

Explanatory variables	Length-for-age Z-score				Weight-for-length Z-score			
	Model 2 <sup>1</sup>		Model 3 <sup>2</sup>		Model 2 <sup>3</sup>		Model 3 <sup>4</sup>	
	Beta	SD	Beta	SD	Beta	SD	Beta	SD
<b>Breastfeeding at 6 months<sup>a</sup></b>								
EBF/PBF vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF1)	0.29	(0.34)	0.22	(0.32)				
pBF/NHM vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF2)	0.06	(0.27)	-0.07	(0.26)				
NBF/W vs. pBF/SF & pBF/SF/NHM (BF3)	-0.46	(0.26)*	-0.41	(0.25)*				
BF1 * age	0.09	(0.08)	0.05	(0.08)				
BF2 * age	-0.06	(0.07)	-0.04	(0.07)				
BF3 * age	-0.24	(0.06)*	-0.21	(0.06)*				
<b>Type I foods</b>								
Prevention practices (score 1-7)	0.33	(0.16)*	0.29	(0.16)*	0.34	(0.18)*	0.30	(0.18)*
Prevention * age	0.38	(0.10)*	0.35	(0.10)*	0.27	(0.11)*	0.22	(0.11)*
	-0.02	(0.00)*	-0.02	(0.00)*	-0.02	(0.00)*	-0.02	(0.00)*
<b>Infant health score (0-3)</b>	-0.29	(0.08)*	-0.28	(0.08)*	-0.16	(0.09)*	-0.16	(0.10)*
<b>R adjusted</b>		35%		38%		17%		18%

a. EBF/PBF : Exclusive-BF/predominant-BF; pBF/SF & pBF/SF/NHM : Partial-BF/Consumed solid food/ with or without non human milk; pBF/NHM: Partial BF/no solid foods/consumed nonhuman milk; NBF/W: No breastfed since birth/weaned before 6 months

1. Models adjusted by child's age and gender, and gestational age, and mother height
2. Models adjusted by child's age and gender, and gestational age, and mother height, maternal social support, food insecurity and birth interval
3. Models adjusted by child's age
4. Models adjusted by child's age, sanitary condition and mother's BMI

\* p<0.10

## **Annex**

### **Definition of breastfeeding patterns**

- a.** Exclusive Breastfeeding (EBF): Infant consumed only breast milk (BM) during the first 6 months of life, and no other liquids, milk or solid food.
- b.** Predominantly Breastfeeding (PBF): Infant consumed BM and non-milk liquids (including teas, juices and other fruit-based drinks) during the first 6 months of life.
- c.** Partial Breastfeeding:
  - a.** BM + Non-human milk (pBF/NHM): Infant consumed BM and non-human milk during the first 6 months of life.
  - b.** BM + Solid foods (pBF/SF): Infant consumed BM and semi-solid food/solid food, and non-milk liquids were allowed during the first 6 months of life.
  - c.** BM + solid foods + non-human milk (pBF/SF/NHM): Infant consumed BM, NHM and semi-solid or solid food during the first 6 month of life.
- d.** No Breastfeeding (NBF): Infant was never fed BM at anytime since birth.
- e.** Stopped Breastfeeding/weaned (W): Breastfeeding ceased before infant had reached 6 months of age.

## Rôle joué pour chaque auteur-Article 2

Alvarado, B.E.; Delisle, H.; Zunzunegui, M.V. Maternal resources, care practices and infant nutritional status in an Afro-Colombian community. Article en préparation en vue de sa publication dans la revue *Public Health Nutrition*

**Beatriz Eugenia Alvarado Llano** a développé le protocole de la recherche. Elle a été à charge de tout le travail de récollecion de données. Elle a effectuée toutes les analyses statistiques et a rédigé l'article.

**Hélène Delisle** a réalisé plusieurs études sur la nutrition internationale. Elle a supervisé la réalisation du projet à titre de codirectrice de la thèse. Elle a notamment fourni les orientations quant à la méthodologie et l'interprétation de résultats.

**Maria Victoria Zunzunegui** a réalisé plusieurs études sur les inégalités sociales en santé et particulièrement s'intéresse aux courants d'épidémiologie sociale qui ont guidé ce projet. Elle a supervisé la réalisation du projet à titre de directrice de la thèse. Elle a notamment fourni les orientations quant à la méthodologie de recherche et à l'application des méthodes d'analyse statistique.

## **Summary**

**Objectives:** To examine the associations of maternal resources and care practices with the nutritional status of children aged 6 to 18 months, using an expanded version of UNICEF's causal model, in an Afro-Colombian population living in a semi-urban location on the Pacific Coast.

**Methods:** The representative sample (response rate: 89%) is comprised of 193 mothers, who were interviewed in their homes regarding care practices and their material (food security, sanitation, crowding), social (social support, decision-making power, and economic contribution) and health/nutrition (Body Mass Index, perceived health, and reproductive health) resources. All children were weighed and measured using standardized procedures. Multiple linear regressions were fitted to explain length-for-age and weight-for-length Z-scores. Breastfeeding and complementary feeding, as well as preventive health practices of mothers, were tested as mediating the effect of their resources on child nutritional status.

**Results:** Lower length-for-age was found in children of mothers who lived in households without sanitary facilities, did not receive support, or bore higher responsibility for expenses and household decisions, as well as mothers with short birth intervals. Undernourished mothers tended to have children with low weight-for-length Z-scores. Patterns of complementary feeding and preventive health practices of mothers mediated the effect of maternal resources on child nutritional status. Social support appeared to be associated with better nutritional status through sustained breastfeeding. Participation in decision-making with the father/others is associated with preventive practices resulting in better nutritional status.

**Conclusions:** Results confirm the relevance of the UNICEF model, which links child nutritional status with maternal access to resources. Maternal resources seem to impact on children's nutritional status primarily through better preventive health practices.

## **Introduction**

*Maternal resources* may be defined as access to information, knowledge, family and community social support, autonomy, control of household resources, adequate reproductive, mental and nutritional health, and reasonable workload. The UNICEF causal model [1] proposes that mothers with access to resources are able to provide their children with adequate care and therefore maintain good child nutrition. Studies on positive deviance in developing countries suggest that care practices are the mechanisms by which maternal resources affect child nutritional status [2, 3]. Recent reports underscore the negative effects of maternal lack of autonomy or control over household resources, depression, and single-parenthood on infant nutritional status [4-8]. In addition, children of mothers living in unhealthy environments and with high levels of food insecurity are at increased risk for malnutrition [9, 10]. Fathers' support has been related to higher immunization rates and attendance at prenatal care programs [11, 12]; maternal depression and poor nutrition have been associated with less attentive behaviors [13, 14], and lack of control over resources with lower consumption of quality foods [15]. However, these results on associations between maternal resources, care practices, and child nutrition cannot be generalized to all populations. First, the way maternal resources influence adequate care and child nutrition depends on social and cultural particularities of each community [16]; second, care practices related to child nutrition are also context-specific [17].

This paper aims at contributing to the UNICEF model of child nutrition with a definition of maternal resources which are relevant to care and consequently to child nutrition [16]. We classified *maternal resources* under three categories: 1) material (food and quality of housing conditions); 2) social (social support, availability of caregivers, decision-making power, and contribution to food expenses); and 3) mother health/nutrition status (perceived self-health, nutritional status, and reproductive health).

Our previous analyses in Afro-Colombian children aged 6 to 18 months showed that mothers' care practices were related to better nutritional status [18]. Among these practices we highlighted the positive effect of breastfeeding up to 6 months, of complementary food frequency beyond that age, and of preventive health practices. Data from this cross-sectional study carried out in an Afro-Colombian community are now used to define maternal resources in the UNICEF model and to test

the following hypotheses in a context of poverty and social deprivation: 1) maternal resources are positively associated with good child nutritional status, 2) Good care practices are promoted or facilitated by maternal resources, and therefore 3) Relationships between maternal resources and children's nutritional status are mediated by care practices as proposed in the UNICEF causal model.

## **Methods**

### **Data source and study population**

Mothers and children in Guapi, a village of 18,000 inhabitants located on the Pacific Coast of Colombia, participated in a cross-sectional study on the social and biological determinants of nutritional status in children aged 6 to 18 months. This region encompasses most of the social conditions in semi-urban areas where Afro-Colombian populations live [19, 20]. All children born in the previous 18 months were identified. A door-to-door survey of all village households that had taken place between April and June 2002 identified 243 children aged 6 to 18 months. All households were invited to participate in the study. By the time data collection began, 216 were found, 4 (1.8%) mothers refused to participate and another 10 (4.6%) were excluded because on more than three occasions the mother could not be located. Of the 202 left, we obtained complete data for this analysis from one hundred and ninety three (193) households. Data were collected by personal interview in children's homes. Five women living in the region with completed secondary school education were trained for this purpose. The field investigator (BEA) and two trained fieldworkers were responsible for children's length and weight measurements, using standard methods [21]. Detailed information on measures is provided in another publication[22]. Length and weight data were transformed into length-for-age (LFA) and weight-for-length (WFL) Z-scores using WHO/CDC/1978 reference values [23].

### **Conceptual model**

According to figure 1, maternal resources exerts its effects on child nutrition through its effects on care practices (pathway d), and mother's care practices have direct effects on child nutrition (pathway f). In this model, pathway (e) represents the effect of maternal resources on child nutrition that is not explained by its effects on care practices (pathway d). Education is a marker of social position and a confounding variable in the associations between maternal resources and child

nutrition, since it has been related to 1) greater autonomy, greater social support, and material advantages [24] (pathway a); 2) better feeding and preventive practices [25] (pathway b), and 3) better nutritional status [26, 27] (pathway c).

{Insert Figure 1}

#### Assessment of maternal resources

*Material resources:* Housing conditions and food security were used as indicators. Quality of housing conditions was determined based on crowding conditions (number of persons per room), type of sanitary facility (flush toilet, latrine, nothing), and type of floor (earth, wood, cement, tile). Water supply was not studied since 98% of the population obtained water from rainwater containers. Food insecurity level was determined through a hunger index validated and adapted for our population from a previous Spanish-language version [22, 28]. It consists of a 3-point 12-item scale where the zero point means having not experienced food insecurity in the last 6 months. The items measure the perceived food insufficiency (lack of food money, complaint of hunger) or altered food intake due to resources constraints and the strategies to cope with it (reducing usual number of home meals, buying fewer essential foods). The scale was reduced to one factor explaining 67.1% of the total variance (Cronbach alpha =0.90). Food Insecurity Level (FIL) was calculated by summing the value assigned to the twelve items and recorded as a continuous variable (Table I).

{Insert Table I}

*Social resources:* Mothers' social support, decision-making power, and contribution to food expenses were included. Overall perceived confidential (communication with others regarding problems) and affective (love, caring) support was measured using the DUKE-Social Support Instrument [29, 30] questionnaire, which had been previously validated for our population [22]. Responses were provided using a faces scale and answers to items were added to form a continuous variable (Cronbach alpha =0.75 for affective; 0.70 for confidential support). Fathers' support (including affective, instrumental, and confidential) was measured using the "Quebec Longitudinal Study of Child Development" [31], which had been validated for our population [22]. Responses were also provided using a faces scale and items added to form a continuous variable (Cronbach alpha =0.88). Widowed and single mothers were given a 0 score for the father's support variable.



Questions pertaining to decision-making power and contribution to home expenses for food were taken from the Colombian Demographic Health Survey [19]. Decision-making power was assessed via a six-item question: *Who makes decisions in your home regarding* (a) child health, (b) major house expenses (furniture, wood), (c) basic expenses (food, clothing), (d) visiting family and friends, (e) what to cook, and (f) what food is offered to child. Based on bivariate analysis we created a score of decision-making power (see results). To assess the contribution of the mother to food purchases, women were first classified into two groups according to their ability to have income: earners and non-earners. Earners contribution was compared to the fathers' contribution and three categories created: less, equal, or greater than the child's father's contribution. Non-earners were classified as receiving contribution from the child's father (CFC) or not. This classification gives rise to a 5-category variable (Table I).

*Health/nutrition resources:* Maternal height was measured using a movable wood anthropometer. Mothers were measured barefoot, placing the head in the Frankfort Horizontal Plane. Mothers' weight was measured using a portable clinic scale (136kg/0.5kg) and the BMI was computed (weight [kg]/height [m]<sup>2</sup>). The field investigator (BEA) took all the anthropometric measurements. Mothers' perceived health (five categories ranging from very good to very bad) and reproductive health (number of children and the birth interval <sup>1</sup>) were obtained by questionnaire.

#### Assessment of maternal care practices

*Child feeding practices:* History of breastfeeding up to six month was coded according to previous recommendations (Table I, annex 1) [32]. Complementary food intake was identified on a factor analysis of the 21 food groups covered in a weekly food frequency questionnaire [33]. Two factors were obtained and explained 50% of the total variance. The first factor ("type I" foods) consists of foods that are more commonly fed to children: tubers, fish, rice, bread, and legumes (Chronbach alpha =0.74). The second factor ("type II" foods) includes less frequently fed items: yellow vegetables, other vegetables, eggs, juices, and fruit (Chronbach alpha=0.67). For each food retained in the factorial analysis, a value of (+1) was given if consumed at least 2 times at week and of (+0) if consumed less frequently. The frequency score for type I foods and for type II foods therefore ranged from 0 to 5.

---

<sup>1</sup> Exact birth intervals were obtained by subtracting the birth date of the preceding children from the birth date of the study child.

*Preventive health practices:* Five practices were documented via mothers' responses: (a) obtaining prenatal care, (b) growth monitoring, (c) birthplace, (d) child immunization status, and (e) bed-net utilization. An empirical 0-7 point score was designed to assess these preventive practices (alfa Cronbach: 0.56). One point was assigned for always using bed-nets, for having the child's growth monitored (at least once), and for delivery of the child in a clinic or hospital. An additional point was assigned if the mother began receiving prenatal care after 3 months of pregnancy, and two more points if prenatal care began in the first trimester. Similarly, one point was assigned if the child was immunized but did not receive full immunization for his/her age, and two points if the child had undergone full immunization.

### Covariates

Maternal education was entered as number of years of school attended. Child's age, gender, and health variables (morbidity and gestational age at birth) were also introduced as covariates since we found that they were related to care practices and child nutritional status [18, 33] and because of the difficulty of demonstrating directionality in the associations. Two indicators of child health were obtained through mothers' reports: 1) A morbidity index summarizing the occurrence over the previous week of respiratory infections (upper and pneumonia), gastrointestinal episodes (diarrhea, vomiting), and other common non-infectious diseases (i.e. wheezing, asthma). Any occurrence was coded as (+1), and a continuous score was obtained (ranged 0-3); and 2) a pre-term versus full-term birth variable. Child's birth weight (BW) was not included since it was only available for 78% of those born in the local hospital and for none of those born at home.

### Statistical Analysis

First, bivariate analyses were conducted to test the association of maternal resources with child nutritional status and feeding and preventive health practices, as well as with child health variables. These analyses indicated which maternal resources and potential mediating pathways to include in our multivariate analyses. Second, multiple linear regression models of child nutritional status on maternal resources and practices were constructed. Each maternal resource variable was explored as a predictor of nutritional status without adjustment (Model 1) and adjusted for feeding and preventive health practices (Model 2). Calculation of beta coefficients in models 1 and 2 allow us to explore the proportion of contribution of care practices variables to maternal resources-child nutrition relationship [34-36]. The "mediating proportion" was calculated as follows [37]: [*B*

coefficient (model 1)  $-B$  coefficient (model 2) /  $B$  coefficient (model 1)] \* 100; that is, the proportion of change accounted for by the introduction of the mediating variables into the association between maternal resources and child nutrition variables. This calculation is equivalent to the mediating proportion in a Structural Equation Model [37]:  $\gamma_2 * \gamma_3 / \gamma_1 + \gamma_2 * \gamma_3$ ; Where  $\gamma_1$  is equivalent to pathway (e),  $\gamma_2$  is equivalent to pathway (d) and  $\gamma_3$  to pathway (f) (see annex 2). We also used the changes in the coefficients of determination ( $R^2$ ) to assess the proportion of variance in the dependent variables explained by the addition of maternal resources and then the care practices variables, and to evaluate their significance. A similar approach was recently reported [38]. Levels of significance were established at 0.10 because of small simple size [39].

## **Results**

### **Maternal resources and child care practices**

Complete data was available for 193 mother/child pairs. Most of the mothers lived in inadequate housing conditions (Table I): 55% in overcrowded houses and 66% without sanitary facilities. A low percentage reported food security, 17% (score equal to 0), 61.6%, 17.6% and 3.6% live in low, middle, and severe food insecurity<sup>2</sup>. Social resources were characterized by poor perception (negative scores) of confidential social support (68.8%), affective support (44.9%), and support from the baby's father (48.7%). More than one third (35%) of the mothers made decisions alone, and 59% did not contribute to food-related expenditures; fathers were totally absent in 11% of the homes. Mothers' overall nutritional status was adequate, as suggested by their BMI (94.3% over 18.5 kg/m<sup>2</sup>). Self-perceived health was rated as "good" or "very good" by 60% of the mothers. Sixty mothers (31.1%) had only one child, 70 (36.3%) had 2 to 3; and 63 (32%) more than 3 children; 40% had children with less than 36 months of birth interval.

Mothers' care practices were characterized by a predominant partial breastfeeding pattern up to 6 months of age in 90.8% of cases, exclusive/predominant breastfeeding and weaned before 6 months were rare, 3.6% and 5.6%, respectively. Mean time of introduction of complementary foods was 3 months, legumes, tubers and cereals being the first foods introduced.

---

<sup>2</sup> Categories of food insecurity were created following references [22,28]

More than twice-weekly consumption of at least three Type I foods (tubers, fish, rice, bread and legumes) was observed in 73% of children less than 12 months and 87% of those older than 12 months, while the equivalent percentage for Type II foods (yellow vegetables, other vegetables, eggs, juices, and fruit) was 50% and 63.5% respectively. Receipt of prenatal care, child immunization, and bed-net utilization were common (>75%), while growth was monitored by only 11.4% of the mothers.

#### Maternal resources and child nutritional status

The mean age of the children was  $11.3 \pm 3.9$  months; 54.9% were boys. Means of anthropometric Z-scores as indices of child nutritional status were slightly lower than in the reference population: length-for-age ( $-0.65 \pm 1.05$ ), and weight-for-length ( $-0.25 \pm 1.03$ ). A low proportion (2.6%) of children were wasted (i.e. weight-for-length  $< -2$  SD). Stunting (length-for-age  $< -2$ SD) was slightly more prevalent (9.8%), but still quite low.

Mothers living in food-secure households (Table II) and those living in adequate housing conditions (Table III) had children with higher LFA-Z scores. Children with mothers who felt that they received positive overall affective support and support from the children's father had children with higher LFA Z-scores. When decisions were made jointly with the father or other family members, higher Z- scores in both nutritional indicators were observed (data not shown); lower Z-scores were observed when decisions were made by the woman herself or when the woman has no decision making power. Based on this analysis, we created a score to count the number of items in which the mother shares decisions at home (Table III). Higher LFA-Z scores were found in those who share more decisions at home, with better perception of their own health, fewer children and longer birth intervals (Table II). For housewives, a child's father's contribution makes no differences on a child's LFA-Z scores ( $p=0.25$ ); for working mothers, those who contribute equally to food expenses tended to have higher scores than those contributing less ( $p=0.13$ ) or more than child's father ( $p=0.10$ ). Lower weight-for-length (WFL) Z-scores were correlated with lower mother's BMI and shorter birth intervals (Table II), and were found in those with inadequate living conditions (Table III). Material and social resources were not related to WFL Z-scores (Table II).

{Insert Table II and III}

### Maternal resources and care as modulators of child nutritional status

The relationships between maternal resources and child care practices are shown in tables II & III. Higher complementary food intake was related to lower food insecurity level and was found among mothers with access to adequate housing. Preventive health practices were related with all maternal resources variables, such that mother's with lower food insecurity, living in better conditions, receiving higher support, sharing more decisions, and those working and contributing equally with the child's father to food expenses reported higher preventive scores (Table II). Maternal health variables were also related with preventive practices, such that mothers with a positive perception of their own health, with a higher BMI, and with longer birth intervals scored higher with respect to preventive practices (Table II). Among all maternal resources, only social support variables were related with the breastfeeding practice; mothers with higher social support were less likely to wean the child in the first 6 months (data not shown).

The results of multivariate regression analyses are presented in table IV. Both models are adjusted for child age and sex and for mothers' education. It is seen that food insecurity level is no longer a significant predictor of child nutritional status, while housing conditions (type of floor, sanitary facilities), social support, decision-making power, mothers' perceived health, and birth spacing are still significantly related with LFA-Z scores. Housing conditions and maternal BMI are significant predictors of child weight-for-length Z-score; social resources of the mother are not significant predictors of this indicator (Table IV, model 1). Model 1 (Table IV) shows that working mothers whose contribution was not the same as that of the child's father had lower LFA-Z scores (Table IV). Housewives with or without CFC had the same mean child's LFA scores as those working mothers contributing equally with the child's father.

{Insert Table IV}

In model 2, care practices and child health variables (as covariates) are introduced. Together, they explain between 16 and 18% of the variance in LFA-Z, and 4% in WFL-Z scores (both p values <0.10). Inclusion of child feeding and preventive health practices resulted in a reduction in the beta regression coefficients for maternal resources on child nutrition (Model 2). For instance, for LFA-Z scores, the resulting reduction (or the mediation proportion) was 37.5% for sanitary facilities, 44.4% for child's father support and 21.6% for birth spacing. Inclusion of feeding and preventive practices resulted in lower reductions in beta coefficients: 12.0% for sanitary facilities and 7.8% for

mother's nutritional status. Figure 2 shows the mediation proportion of care practices (separately) on maternal resources-child LFA-Z score associations. The effects of material and nutrition/health resources on child nutrition appear to be mediated primarily by complementary food frequency (type I foods) and preventive health practices, while for social resources-LFA associations the main mediator was the patterns of breastfeeding up to 6 months.

{Insert Figure 2}

## **Discussion**

The analysis presented in this paper adds evidence to the relationship between maternal resources and child nutritional status, and this evidence supports the UNICEF model. In particular, children of mothers living in adequate housing conditions, with sanitary facilities, receiving positive social support from others (family/friends) and from the children's father, and sharing decision-making and expenses with the children's father or other family members had higher length-for-age scores (indicator of chronic nutritional status). Furthermore, material conditions and maternal nutrition were also related to better child nutritional status in the acute nutritional indicator (weight-for-length). We found that maternal resources have important effects on child nutrition promoting adequate care practices, especially on continued breastfeeding after 6 months and preventive care seeking practices. Furthermore, our study introduces three novel aspects.

First, we use three instruments to measure food insecurity, general support, and child's father's social support that have been validated previously in our population [22]. Food insecurity, social support, and child nutrition associations have rarely been studied in Spanish speaking Latin-American countries due to the lack of instruments validated and adapted to measure those dimensions. Second, we use multiple linear regression models to explore the mediation effects of feeding, preventive, and child health variables on maternal resources and child nutrition. These analyses have been used for other purposes different from the nutritional field [35-37] and may be useful for testing direct and indirect pathways [37].

We introduce maternal health/nutrition as a resource for care although material resources and social resources could influence maternal characteristics. In fact, we have previously established that mothers living in food insecure houses and those with low confidential support had the worst perception of their self-health [22]. However, even controlling for the possible confounding effect

of material and social resources, birth interval is still associated with LFA-Z score and mother's BMI with WFL-Z scores (data not shown).

Our findings confirm the influence of material resources on child nutritional status. First, variables such as material resources at the household level —housing conditions and food insecurity —were highly correlated with a measure of socio-economic position like mother's education[22]. Second, material resources were related to child nutritional status through a strong mediating effect of complementary food frequency and preventive practices. In other studies, poor economic conditions were related to low food diversity [40, 41] and to infrequent utilization of health services [42]. Finally, we found that the level of education of the mothers confounded the association between food insecurity and child LFA-Z scores. In other words, mothers with a low educational level had a higher food insecurity level, and, therefore, had children in worse nutritional status. Similarly, household sanitary facilities were found to be an important predictor of child nutritional status. Regarding weight-for-length, sanitary conditions are related to the prevalence of intestinal parasites and therefore to child nutritional status; we reported previously that the rate of intestinal parasites was 30% in a sub-sample of this population [43].

Findings related to social resources of mothers emphasize the impact of family/community and fathers' support as a source of love, affection, confidence, financial help, and counseling. Maternal access to social resources appeared to generate long-term nutritional consequences within this population, in view of its relationship to child length-for-age but not weight-for-height. Our findings are consistent with previous reports from developing countries [4, 7, 44]. Mothers who received positive support and who shared decision-making tended to be engaged in healthier child practices: They breastfed in higher proportions in the first 6 months, and they reported more preventive practices such as complete immunization and early attendance at prenatal care consistent with other reports [11, 14]. Some biological patterns have been explored in other studies. For instance, social support may prevent maternal stress responses, which in turn may influence child nutritional status through their impact on fetal growth and birth weight [45]. However, the effect of social support variables on child birth-weight was not explored, as we did not have birth weight data for 49% of our population.

Contrary to findings that women who work for a salary have better nourished children [44, 46-48], having an income and contributing to food expenses was not, in and of itself, a sufficient condition for adequate child nutritional status in our study population. In this extremely poor and isolated

population, working mothers whose contribution was equal to that of the child's father had children with better length-for-age. Equal contribution to food expenses may reflect (or provide) higher social status allowing mothers to allocate more resources for their children[49, 50]; while lower contribution than father's may represent the contrary: lower status and a lower control of resources [15]. Among mothers contributing more than child's father, the possible positive effect of having more control of resources seems mitigated by the fact that these mothers live in worse socio-economic conditions with overcharging responsibilities: home and work. The fact that non-earner mothers had children with nutritional status similar to the earners providing equal contribution agrees with results showing that children of non-working mothers enjoyed higher rates of exclusive breastfeeding [14], more attention and hygienic practices [51], and higher food diversity [47], all of which are considered to result in nutritional advantage.

Links between maternal health/nutrition and child nutrition have rarely been studied. The fact that mother's better self-perceived health was also related with better LFA-Z scores suggests that mother's bad health is an important constraint for good care[52]and child nutritional status [5]. Similarly, we found that a short birth interval was related to lower length-for-age Z-scores. Short birth intervals are known to be associated with higher risk of child malnutrition because of increased competition for resources, opportunities for transmission of infectious diseases, and decreased access to and use of health services [53] . The effect of mother's self-perceived and reproductive health on child nutrition is mediated mainly by preventive practices. It is surprising that the effect of breastfeeding on child nutrition was not modified when birth interval and self-perceived health were included since Guapi mothers breastfeed for shorter periods of time as birth intervals decrease due to a belief that milk from a pregnant woman is harmful to the child, and mother's illness is a constraint to breastfeeding in our population as in studies conducted in Africa[18, 53] .

Furthermore, we found that mothers with lower BMI tended to have children with lower WFL Z-scores; child wasting was more frequent among malnourished mothers (16.7%) than in normal mothers (3.1%) or overweight mothers (0%) ( $p=0.04$ ). Three main explications have been proposed for the association of maternal and child nutritional status: 1) an indirect effect by which maternal malnutrition reduce energy to provide care[1, 52]; 2) an indirect link whereby poor nutrition during pregnancy and lactation could affect child characteristics[54], and 3) an indirect effect due to the fact that malnourished mother and children share a common deprived environment. We cannot



disregard the first two explanations in our population, but the third explanation is not likely since we did not find that food insecurity, which is a marker of poverty, accounted for the association of maternal and child nutritional status.

### Limitations

Given the cross-sectional nature of this study, maternal resources and care practices were assessed at the same point in time, limiting causal argumentation. However, it is unlikely that child nutritional status could modify maternal access to resources. Misclassification could be present in most of the maternal resource measures. Food security and social support variables were validated previously [22], demonstrating high internal consistency and construct validity [22]. For decision-making power and control of resources we used questions from the 2000 Demographic Survey [19], and categories were chosen arbitrarily since they have not been validated. Whether or not we introduced bias is not known. Selection bias could occur if the rate of participation were related to exposure variables of interest, but the participation rate in this study was rather high (89%). Participation was not clustered by neighborhoods, minimizing the probability of differential inclusion in the study sample of a particular socioeconomic status. The main constraint in this study was sample size. Our multivariate analysis examining mediating variables is a complex process, and a larger sample size would provide more power, but budget limitations did not allow for longer recruitment time in Guapi. Finally, we do not know if stronger mediating effects of care practices were related with better measures as suggested by others [34]. In our study, preventive health practices were more accurately assessed than complementary food intake or breastfeeding intensity. Nevertheless, our results are consistent with the actual state of knowledge.

### Implications

The principal constraints with respect to breastfeeding, frequency of consumption of complementary food, and preventive practices were related to material resources, implying that in order to improve nutritional status in Afro-Colombian populations, public health programs should focus on mothers' material conditions. Furthermore, social resource models support the role played by fathers in economic and social support, which implies that programs should involve the fathers, as has been suggested by others [11, 15]. The correlation between maternal undernutrition and child wasting in our population points to the need for a public health approach centering on improving nutrition during pregnancy and lactation. Lastly, adequate sanitary conditions remain important for

improving child growth in this population, mainly by reducing the adverse effect of infectious diseases.

### **Acknowledgements**

Special thanks to Dr Julio Cesar Reina and Dr Jairo Osorno for nutritional measurement training and comments on protocol. This research project was funded by the Pan-American Health Organization, Programa de subvenciones de Tesis de Salud Publica. Reference: HDP/HDR/RG-T/COL/3146 and Colciencias-2001, Plan Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud, Colombia (Project Code: 1103-04-11985).

## References

1. Engle, P.L., M. Bentley, and G. Pelto, *The role of care in nutrition programmes: current research and a research agenda*. Proceedings Nutrition Society, 2000. **59**(1): p. 25-35.
2. Zeitlin, M., *Child Care and nutrition: The finding from positive deviance research*. 1996, Cornell International Nutrition: Ithaca.
3. Zeitlin, M., H. Ghassemi, and M. Mansour, *Positive deviance in child nutrition: with emphasis on psychological and behavioral aspects and implications for development*. 1990: United Nation University Press.
4. Begin, F., E.A. Frongillo, Jr., and H. Delisle, *Caregiver behaviors and resources influence child height-for-age in rural Chad*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(3): p. 680-6.
5. Carvalhaes, M.A. and M.H. Benicio, *[Mother's ability of childcare and children malnutrition]*. Revista de Saude Publica, 2002. **36**(2): p. 188-97.
6. de Villiers, A. and M. Senekal, *Determinants of growth failure in 12-24-month-old children in a high-density urban slum community in East London, South Africa*. European Journal of Clinical Nutrition, 2002. **56**(12): p. 1231-41.
7. Bronte-Tinkew, J. and G. DeJong, *Children's nutrition in Jamaica: do household structure and household economic resources matter?* Social Science & Medicine, 2004. **58**(3): p. 499-514.
8. Ramakrishnan, U., *Nutrition and low birth weight: from research to practice*. American Journal of Clinical Nutrition, 2004. **79**(1): p. 17-21.
9. Garrett, J.L. and M. Ruel, *Are determinants of rural and urban food security and nutritional status different? Some insights from Mozambique*. World Development, 1999. **27**(11): p. 1955-1975.
10. Merchant, A.T., et al., *Water and sanitation associated with improved child growth*. European Journal of Clinical Nutrition, 2003. **57**(12): p. 1562-8.
11. Brugha, R., J.P. Kenavy, and A.V. Swam, *An investigation of the role of fathers in immunization uptake*. International Journal of Epidemiology, 1996. **25**(4): p. 840-845.
12. Carter, M., *Husbands and maternal health matters in rural Guatemala: wives' reports on their spouses' involvement in pregnancy and birth*. Social Science & Medicine, 2002. **55**: p. 437-450.
13. Baker-Henningham, H., et al., *Mothers of undernourished Jamaican children have poorer psychosocial functioning and this is associated with stimulation provided in the home*. European Journal of Clinical Nutrition, 2003. **57**(6): p. 786-92.
14. Dearden, K., et al., *Determinants of optimal breast-feeding in peri-urban Guatemala City, Guatemala*. Revista Panamericana de Salud Publica, 2002. **12**(3): p. 185-92.

15. Pfeiffer, J., S. Gloyd, and L. Ramirez Li, *Intrahousehold resource allocation and child growth in Mozambique: an ethnographic case-control study*. *Social Science & Medicine*, 2001. **53**(1): p. 83-97.
16. Martin-Prevel, Y., [*"Care" and public nutrition*]. *Sante*, 2002. **12**(1): p. 86-93.
17. Ruel, M. and M. Arimond, *Measuring Childcare practices*. 2003, International Food Policy Research Institute: Washington, DC.
18. Alvarado, B.E., et al., *Estudio de prevalencia de desnutrición en niños afro colombianos: Creencias y practicas de alimentación, y su relación con el estado nutricional*. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 2004. **Accepted**.
19. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 2000, Profamilia: Santa Fe de Bogota.
20. Tabares, E. and B.E. Alvarado, *Estado Nutricional y practicas alimentarias en los primeros 18 meses de vida en poblaciones Amerindias y AfroColombianas de la Costa Pacifica*. *Antropacifico*, 2003. **1**(2): p. 17-26.
21. Lohman, T., A. Roche, and L. Fajardo, *Anthropometric Standardization Reference Manual*. 1990, Champaign, IL: Human Kinetics.
22. Alvarado, B.E., M.V. Zunzunegui, and H. Delisle, [*Validation of food security and social support scales in an Afro-Colombian community: application on a prevalence study of nutritional status in children aged 6 to 18 months*]. *Cadernos de Saude Publica*, 2005. **in press**.
23. CDC, *EPI-INFO: Software for Public Health*. 2000, Center for Disease and Prevention.
24. Ntab, B., et al., *A young child feeding index is not associated with either height-for-age or height velocity in rural Senegalese children*. *Journal of Nutrition*, 2005. **135**: p. 457-464.
25. Armar-Klemesu, M., et al., *Poor maternal schooling is the main constraint to good child care practices in Accra*. *Journal of Nutrition*, 2000. **130**(6): p. 1597-607.
26. Delpeuch, F., et al., *Economic crisis and malnutrition: socioeconomic determinants of anthropometric status of preschool children and their mothers in an African urban area*. *Public Health Nutrition*, 2000. **3**(1): p. 39-47.
27. Griffiths, P., et al., *A tale of two continents: a multilevel comparison of the determinants of child nutritional status from selected African and Indian regions*. *Health & Place*, 2004. **10**(2): p. 183-99.
28. Lorenzana, P.A. and D. Sanjur, *Abbreviated measures of food sufficiency validly estimate the food security level of poor households: measuring household food security*. *Journal of Nutrition*, 1999. **129**(3): p. 687-92.

29. Bellon Saameno, J.A., et al., [Validity and reliability of the Duke-UNC-11 questionnaire of functional social support]. *Atencion Primaria*, 1996. **18**(4): p. 153-6, 158-63.
30. Broadhead, W.E., et al., *The Duke-UNC Functional Social Support Questionnaire. Measurement of social support in family medicine patients*. *Medical Care*, 1988. **26**(7): p. 709-23.
31. ISQ, *Longitudinal Study of Child Development in Quebec*. Volume I, ed. I.d.l.S.d. Quebec. 2000, Quebec: Institut de la Statistique de Quebec.
32. Piwoz, E.G., et al., *Feeding practices and growth among low-income Peruvian infants: a comparison of internationally-recommended definitions*. *International Journal of Epidemiology*, 1996. **25**(1): p. 103-14.
33. Alvarado, B.E., *Épidémiologie de la croissance infantile : Étude de déterminants sociaux et biologiques auprès d'enfants âgés de 6 à 18 mois en Colombie*, in *Medicine Sociale et Preventive*. 2005, Universite de Montreal: Montreal, QC.
34. Lynch, J., et al., *Do cardiovascular risk factors explain the relation between socioeconomic status, risk of all-cause mortality, cardiovascular mortality and acute myocardial infarction?* *American Journal of Epidemiology*, 1996. **144**: p. 934-942.
35. Seeman, T.E., et al., *Cumulative biological risk and socio-economic differences in mortality: MacArthur studies of successful aging*. *Social Science & Medicine*, 2004. **58**(10): p. 1985-97.
36. Emberson, J.R., et al., *Social class differences in coronary heart disease in middle-aged British men: implications for prevention*. *International Journal of Epidemiology*, 2004. **33**: p. 289-296.
37. Ditlevsen, S., et al., *The mediation proportion. A structural equation approach for estimating the proportion of exposure effect on outcome explained by an intermediate variable*. *Epidemiology*, 2005. **16**(1): p. 114-120.
38. Emanuel, I., C. Kimpo, and V. Mocerri, *The association of maternal growth and socio-economic measures with infant birthweight in four ethnic groups*. *International Journal of Epidemiology*, 2004. **33**(6): p. 1236-1242.
39. Rothman, K.J. and S. Greenland, *Approaches to statistical analysis*, in *Modern Epidemiology*, K.J. Rothman and S. Greenland, Editors. 1998, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. p. 189-194.
40. Hatloy, A., et al., *Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali)*. *Public Health Nutrition*, 2000. **3**(1): p. 57-65.
41. Olson, C.M., *Nutrition and health outcomes associated with food insecurity and hunger*. *Journal of Nutrition*, 1999. **129**(2S Suppl): p. 521S-524S.

42. Develay, A., R. Sauerborn, and H.J. Diesfeld, *Utilization of health care in an African urban area: results from a household survey in Ouagadougou, Burkina-Faso*. *Social Science & Medicine*, 1996. **43**(11): p. 1611-9.
43. Alvarado, B.E. and L.R. Vasquez, *Determinantes sociales, prevalencia y consecuencias del parasitismo intestinal en poblacion lactante en Guapi*. *Biomedica*, 2003. **23**: p. 84.
44. Engle, P.L., *Influences of mothers' and fathers' income on children's nutritional status in Guatemala*. *Social Science & Medicine*, 1993. **37**(11): p. 1303-12.
45. Feldman, P.J., et al., *Maternal social support predicts birth weight and fetal growth in human pregnancy*. *Psychosomatic Medicine*, 2000. **62**(5): p. 715-25.
46. Engle, P.L., *Maternal work and child-care strategies in peri-urban Guatemala: nutritional effects*. *Child Development*, 1991. **62**(5): p. 954-65.
47. Lamontagne, J.F., P.L. Engle, and M.F. Zeitlin, *Maternal employment, child care, and nutritional status of 12-18-month-old children in Managua, Nicaragua*. *Social Science & Medicine*, 1998. **46**(3): p. 403-14.
48. Tucker, K. and D. Sanjur, *Maternal employment and child nutrition in Panama*. *Social Science & Medicine*, 1988. **26**(6): p. 605-12.
49. Ukwuani, F.A. and C.M. Suchindran, *Implications of women's work for child nutritional status in sub-Saharan Africa: a case study of Nigeria*. *Social Science & Medicine*, 2003. **56**(10): p. 2109-21.
50. Toyama, N., et al., *Mother's working status and nutritional status of children under the age of 5 in urban low-income community, Surabaya, Indonesia*. *J Trop Pediatr*, 2001. **47**(3): p. 179-81.
51. Ricci, J.A. and S. Becker, *Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1996. **63**(6): p. 966-75.
52. Engle, P., P. Menon, and L. Haddad, *Care and Nutrition: Concepts and measurement*. *World Development*, 1999. **27**(8): p. 1309-1337.
53. Kuate Defo, B., *Effects of infant feeding practices and birth spacing on infant and child survival: a reassessment from retrospective and prospective data*. *Journal of Biosocial Science*, 1997. **29**(3): p. 303-26.
54. Fernandez, I.D., J.H. Himes, and M. de Onis, *Prevalence of nutritional wasting in populations: building explanatory models using secondary data*. *Bulletin of the World Health Organization*, 2002. **80**(4): p. 282-91.

**Table I Description of maternal resources and care practice variables**

Variables	Range	Interpretation	Mean±SD
<b><i>Material resources</i></b>			
Food insecurity score	0-36	The higher the score, the higher food insecurity	9.12±7.24
Type of floor	0-1	(0) earth/wood; (1)tile/cement	
Crowding	1-18	Higher scores means higher number of people per room	3.68±2.59
Sanitation	0-1	(0) Latrine/nothing ; (1) flush toilet	
<b><i>Social resources</i></b>			
Confidential support	-9 to 9	The higher the score, the stronger the positive support	1.65±4.91
Affective support	-12 to 12	The higher the score, the stronger the positive support	5.01±5.77
Father's support	-15 to 15	The higher the score, the stronger the positive support	3.87±8.50
Decision-making power	0-6	The higher the score, the higher the number of decisions shared with child's father/others	1.61±1.66
Contribution to food expenses	1-5	(1)No-earner/No Child's Father Contribution (CFC); (2) No-earner/CFC; (3) Earners/contribution less than CFC; (4) Earners/contribution is equal to CFC; (5) Earners/contribution is more than CFC, no CFC.	
<b><i>Maternal health/nutrition</i></b>			
Mother's BMI	14.8-39.4		23.91±4.75
Perceived mother health	1-5	The greater the value, the worst the perception of her own health	2.45±0.73
Number of children	1-11	A higher variable means the majority of children less than 5 years old	2.73±2.01
Birth spacing	0-11 (years)	The higher the value, the greater the spacing time	2.25±2.43
<b><i>Feeding practices</i></b>			
Breastfeeding up to 6 months	1-5	(1) Exclusive/ predominant breastfeeding (BF); (2) BF + non-human milk; (3) BF + solid foods; (4) BF + solid foods + non-human milk; and (5) no BF/weaned	
Frequency of consumption of type I foods per week	0-5	The greater the score, the higher the frequency of consumption	3.55±1.44
Frequency of consumption of type II foods per week	0-5	The greater the score, the higher the frequency of consumption	2.66±1.33
<b><i>Preventive practices</i></b>	1-7	The greater the score, the greater and better the preventive practices	3.99±1.73

1. Mean±SD

**Table II. Correlations among maternal resources, child feeding and care, and child nutritional status (n=193)**

<i>Care Resources</i>	<i>LFA-Z score</i>	<i>WFL-Z score</i>	<i>Type I Foods</i>	<i>Type II Foods</i>	<i>Preventive practices</i>
<i>Material resources</i>					
Food insecurity	-0.136*	-0.060	-0.203*	-0.188*	-0.330*
Crowding conditions	-0.104	-0.071	-0.057	-0.113	-0.297*
<i>Social resources</i>					
Confidential support	0.040	0.072	-0.038	-0.030	0.041
Affective support	0.184*	0.106	0.001	-0.007	0.202*
Father's support	0.177*	0.002	0.044	0.025	0.120*
Decision-making power	0.172*	0.029	-0.066	0.040	0.243*
<i>Maternal health/nutrition</i>					
Mother's BMI	0.062	0.153*	-0.055	-0.084	0.180*
Perceived mother health	-0.175*	-0.033	-0.003	0.020	-0.245*
Number of children	-0.111	-0.017	-0.004	-0.007	-0.153*
Birth spacing	0.197*	0.130*	0.007	0.054	0.133*

All data are Pearson correlations

\* P<0.10.



**Table III. Means and standard deviations of child nutritional status and feeding and care practices by maternal resources (n=193)**

<i>Care Resources</i>	<i>LFA-Z score</i>	<i>WFL-Z score</i>	<i>Type I Foods</i>	<i>Type II Foods</i>	<i>Preventive practices</i>
<b>Material resources</b>					
<b>Sanitary conditions</b>					
Flush toilet	-0.29±1.02*	-0.06±1.02*	3.75±1.42	2.07±1.39	4.78±1.45*
Others	-0.83±0.99	-0.41±0.99	3.46±1.45	1.83±1.34	3.59±1.73
<b>Type of floor</b>					
Tile/cement	-0.36±1.00*	-0.02±1.00*	4.00±1.23*	2.50±1.47*	4.91±1.57*
Earth/wood	-0.77±1.02	-0.35±1.02	3.37±1.49	1.66±1.23	3.61±1.65
<b>Social resources</b>					
<b>Contribution to food expenses</b>					
Non-earners/no CFC	-0.38±1.03	-0.21±1.14	3.53±1.47	2.20±1.39	4.56±1.81
Non- earners/CFC	-0.63±1.02	-0.23±1.06	3.61±1.31	1.70±1.28	3.79±1.63 <sup>a,c</sup>
Earners/ less CFC	1.01±0.85 <sup>a,b</sup>	-0.08±0.89	3.25±1.42	2.08±1.50	4.08±1.97
Earners/equal CFC	-0.47±1.26	-0.27±0.90	3.65±1.44	2.42±1.30	4.69±1.61
Earners/more CFC	-0.89±0.90 <sup>a,b</sup>	-0.36±0.99	3.48±1.71	1.78±1.42	3.51±1.70 <sup>a,c</sup>

All p values calculated with ANOVA

CFC= Child's father contribution

a. Differences with non-earners/no CFC (p<0.10); b. Differences with earners/equal CFC (p<0.15->0.10);

c. Differences with earners/equal CFC (p<0.10)

\* p<0.10

Table IV. Multiple linear regression models for LFA-Z score and WFL Z score by maternal resources and care practices

	Length for age Z score		Weight for length Z score		% $\Delta^{\#}$
	Model 1 <sup>a</sup> Beta (SD)	Model 2 <sup>b</sup> Beta (SD)	Model 1 <sup>a</sup> Beta (SD)	Model 2 <sup>b</sup> Beta (SD)	
<b>Maternal resources</b>					
<b>Material resources</b>					
Food insecurity level	-0.014 (0.011)	&	&		
Type of floor <sup>1</sup>	0.299 (0.168)*	0.238 (0.156)*	0.281 (0.164)*	0.273 (0.166)	2.8
Sanitary facilities <sup>2</sup>	0.407 (0.159)*	0.254 (0.146)*	0.366 (0.154)*	0.322 (0.156)*	12.0
<b>Social resources</b>					
Affective support	0.020 (0.013)*	0.014 (0.012)	&		
Father's support	0.018 (0.009)*	0.010 (0.008)	&		
Decision-making power	0.096 (0.043)*	0.068 (0.040)*	&		
Contribution to food expenses			&		
Non-earners/no CFC <sup>3</sup>	0.067 (0.265)	0.051 (0.238)			
Non-earners/CFC <sup>3</sup>	-0.081 (0.226)	-0.075 (0.206)			
Earners/ less, more CFC <sup>3</sup>	-0.400 (0.239)*	-0.358 (0.219)*			
<b>Maternal health/nutrition</b>					
Mother's BMI	&		0.028 (0.015)*	0.025 (0.015)*	7.8
Perceived mother health	-0.220 (0.11)*	-0.178 (0.010)*	&		
Number of children	&		&		
Birth spacing	0.074 (0.07)*	0.058 (0.064)	0.037 (0.029)	&	

# Mediation proportion calculated as changes in beta coefficients (Model 1- Model 2 / Model 1)

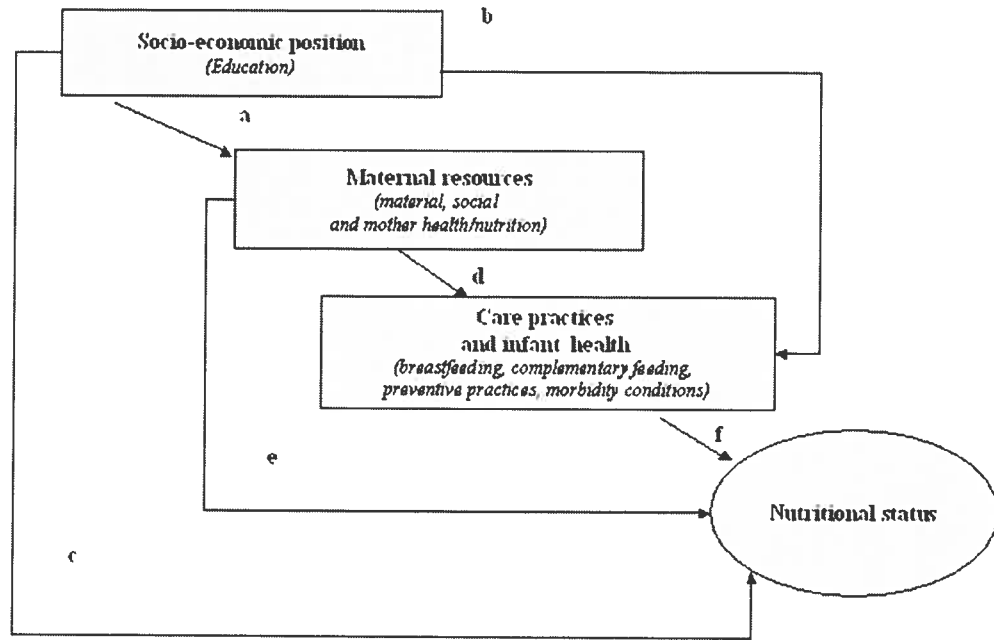
1. Reference: earth/wood; 2. Reference: latrine/nothing; 3. Reference category: Earners/equal CFC

& No calculated since no correlation was observed with child nutritional status, or Model 1 did not show direct effects.

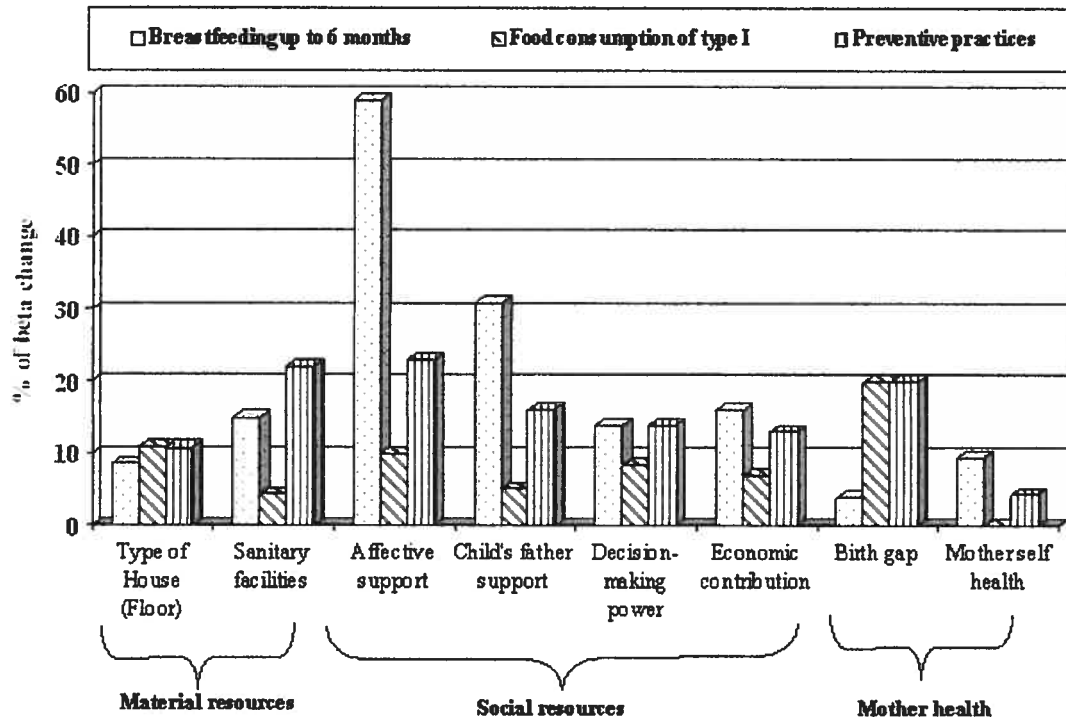
a. Adjusted for child's age and gender, and mother education.

b. Model 1 + care practices and child health variables

\*  $p < 0.10$



**Figure 1. Conceptual framework for explaining child nutritional status**



**Figure 2. Changes in beta coefficients of regression of Length for age Z scores on each maternal resource when each care practice was introduced.** Coefficients of determination ( $R^2$ ) for breastfeeding up to 6 months ranged from 6.5 to 8.3 when introduced separately to each maternal resource. For intake of complementary food its range from 1.4 to 2.1, and for preventive practices from 3.9 to 4.8. All  $R^2$  are significant at  $p < 0.10$ .

## Annex 1

### Definition of breastfeeding patterns

**Exclusive Breastfeeding (EBF):** Infant consumed only breast milk (BM) during the first 6 months of life, and no other liquids, milk or solid food.

**Predominantly Breastfeeding (PBF):** Infant consumed BM and non-milk liquids (including teas, juices and other fruit-based drinks) during the first 6 months of life.

### Partial Breastfeeding:

**BM + Non-human milk (pBF/NHM):** Infant consumed BM and non-human milk during the first 6 months of life.

**BM + Solid foods (pBF/SF):** Infant consumed BM and semi-solid food/solid food, and non-milk liquids were allowed during the first 6 months of life.

**BM + solid foods + non-human milk (pBF/SF/NHM):** Infant consumed BM, NHM and semi-solid or solid food during the first 6 month of life.

**No Breastfeeding (NBF):** Infant was never fed BM at anytime since birth.

**Stopped Breastfeeding/weaned (W):** Breastfeeding ceased before infant had reached 6 months of age.

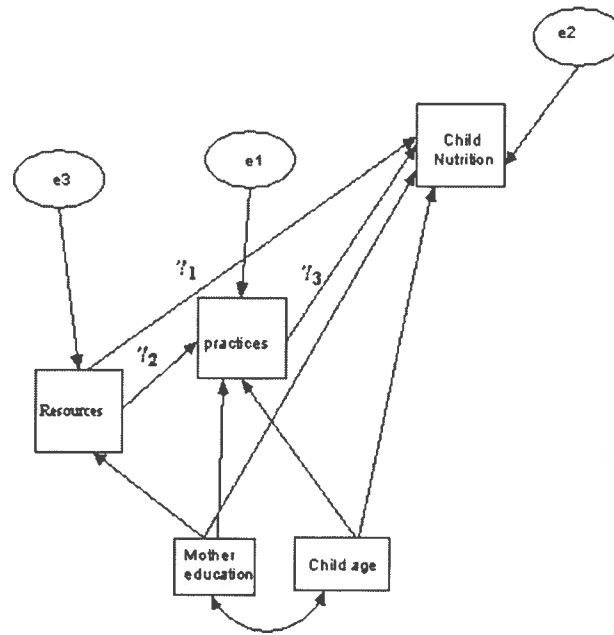
## Annex 2

**Mediation proportion of feeding, preventive and infant health variables on the association of maternal resources on Length-for-age Z scores. Analysis based on figure 3.**

<i>Care practices</i>	<i>Food insecurity</i>		<i>Affective social support</i>		<i>Birth spacing</i>	
	<i>Beta changes (%)<sup>1</sup></i>	<i>Path analysis (%)<sup>2</sup></i>	<i>Beta changes (%)<sup>1</sup></i>	<i>Path analysis (%)<sup>2</sup></i>	<i>Beta changes (%)<sup>1</sup></i>	<i>Path analysis (%)<sup>2</sup></i>
Score of food consumption Type I	8.5	10.2	6.3	6.3	14.0	14.0
Score of food consumption Type II	27	25	2.6	3.1	10.1	10
Score of preventive practices	14	13	3.5	3.1	13.1	12.8

1.  $B$  coefficient (initial) –  $B$  coefficient (initial model + practices/infant health) /  $B$  coefficient (initial model).

2.  $\gamma_2 \cdot \gamma_3 / \gamma_1 + \gamma_2 \cdot \gamma_3$ . See figure 1.



**Figure 3.** Path analysis for maternal resources and care practices variables on child nutrition.

### Rôle joué pour chaque auteur-Article 3

Alvarado, B.E.; Zunzunegui, M.V.; Delisle, H. Social pathways to infant growth: the case of Afro-Colombian children. Article en préparation en vue de sa publication dans la revue : *International Journal of Epidemiology*

**Beatriz Eugenia Alvarado Llano** a développé le protocole de la recherche. Elle a été à charge de tout le travail de récollecion de données. Elle a effectuée toutes les analyses statistiques et a rédigé l'article.

**Maria Victoria Zunzunegui** a réalisé plusieurs études sur les inégalités sociales en santé et particulièrement s'intéresse aux courants d'épidémiologie sociale qui ont guidé ce projet. Elle a supervisé la réalisation du projet à titre de directrice de la thèse. Elle a notamment fourni les orientations quant à la méthodologie de recherche et à l'application des méthodes d'analyse statistique.

**Hélène Delisle** a réalisé plusieurs études sur la nutrition internationale. Elle a supervisé la réalisation du projet à titre de codirectrice de la thèse. Elle a notamment fourni les orientations quant à la méthodologie et l'interprétation de résultats.



## **Summary**

**Objectives:** In this work, we examined the social gradients in infant nutrition using mother education, income, and social networks as indicators of social position and investigated whether psychosocial and neo-material explanations account for those gradients.

**Methods:** Multiple regression models were used to predict the length-for-age Z scores of 193 Afro-Colombian children aged 6 to 18 months (89% of those identified in the census). Explanatory pathways included maternal- resources, both material (food insecurity, quality of housing) and social (social support, mother's autonomy); mother's health/nutrition; preventive/feeding practices; and child health.

**Results:** Toddlers of mothers with a high-school level of education, who were in the upper quartile of income and reported frequent contact with relatives and friends, had 0.5 standard deviations higher length-for-age Z scores than toddlers of mothers who had both less than a high-school level of education and less favorable economic conditions. Access to maternal resources (food, quality of housing, social support) explains 73% and 20.4% of the education and income-related child nutrition differentials, respectively. Preventive/feeding practices have an important mediating effect on all SP-child nutrition differentials, being 85% for education, 33.1% for income and 9.2% for social networks. The possible mediator that links social networks with child growth is child health.

**Conclusion:** Education and income are related to child nutritional status via multiple material and psychosocial mechanisms. Mediators between social networks and child growth suggest psychobiological responses. This work increases our knowledge of determinants of child growth other than care practices and health services utilization.

## **Introduction**

Studies on causal pathways attempting to explain the association between child nutrition and mother's socio-economic position have focused on behavioral pathways such as feeding practices, care during illness, or health services utilization [1-3]. Psychosocial mechanisms [4, 5] that explain the relationship between socio-economic position (SEP) and child nutrition (mother's social support and autonomy, maternal general and reproductive health) have been explored to a lesser extent [6]. Child nutrition inequalities may also result from differences in maternal wealth and material resources [7-11] (food insecurity and inadequate housing), the neomaterial mechanisms [12, 13].

In this article, data from a study that evaluated the social and biological determinants of nutritional status in Afro-Colombian children aged 6 to 18 months are used to examine the psychosocial and neo-material causal explanations for inequalities in child nutrition by using three indicators of socio-economic position and searching for unique causal pathway of each indicator.

We propose that mothers could be socially ranked according to their [14]: education (human capital), income (material capital), and social networks (social capital). Traditionally, studies on child nutrition inequalities have selected parents' education, income, and occupation [15-18] and/or household income and wealth as indicators of SEP [19-23]. Conversely, child nutrition inequalities as emerging from an individual's social relations have not been considered. Social relations confer power and status [24, 25], and there is evidence showing that social isolation has been related to poor child nutrition [26, 27]. As they represent different sources of capital, we propose that education, income, and social networks may be linked to child nutrition by unique pathways [28]. The pathway for education will predominantly involve psychosocial explanations (mother's decisional power and mother's reproductive health), and behavioral pathways (preventive practices), as it represents skills and knowledge [3, 29]; for social networks, the pathway will mainly involve social support, social benefits, control, and norms [5, 24, 30-32]; and the pathway for income will involve food access and adequate housing condition [33]. We chose the explanatory variables for social inequities from those proposed in the UNICEF's multicausal model [34-36]. Figure 1 summarizes the conceptual framework.

[Insert Figure 1]

## **Methods**

The study was conducted in Guapi, a village located in the Colombian Pacific Region (CPR), with a total population of about 18,000 inhabitants living in 20 neighborhoods. Like most other villages in the region, Guapi lacks ground transportation, water purification and distribution systems, sewage disposal infrastructure, and roads for goods and food transportation. Data were collected from July through October 2002 from mothers or their substitutes. One hundred and ninety three (193) of 216 mothers identified in the census completed data for this analysis. A written informed consent was obtained from all participating mothers. Data were collected by personal interview at the children's homes. The field investigator (BEA) and two trained fieldworkers were responsible for measuring children's length and weight, using standard methods [37]. Details are provided in other publications [11, 38]. Length data were transformed into Z-scores using WHO/CDC/1978 reference values [39]. The Comité d'Ethique de l'Université de Montréal and PAHO's Committee on Ethics approved the research protocol.

## **Measures**

***Socio economic position:*** Mothers' level of education was determined via the following question: *what is your highest level of education attained?* The answer was coded as a continuous variable. Income was recorded as the self-reported salary or money earned in the previous month, and an additional category was created for students and housewives (Table I). Social networks were assessed via 8 questions on total number of ties, frequency of visual contact with friends, and three types of extended family ties (uncles and aunts, cousins, siblings). Two summary variables were created: network size and frequency of visual contact.

{Insert Table I}

***Explanatory variables:*** we classified intermediate variables as maternal resources, feeding (breastfeeding and complementary feeding) and preventive practices, and child health variables following the UNICEF's model [35, 36]. Measures of maternal resources were further classified into material (food and quality of household environment), social (social support & decision-making power), and health/nutrition status (perceived self-health and reproductive health). All of the explanatory variables -- maternal resources, practices and child variables - have contributed significantly to regression analysis for length-for-age Z scores in our study population [40].

*Maternal resources:* A Spanish version of a hunger index was validated and adapted for our population to measure household food insecurity level [11]. Food insecurity level was recoded as a continuous variable (ranged 0 to 36) where higher scores represent higher food insecurity (Table I). Quality of housing was assessed using dichotomous indicators: sanitation (latrine, nothing/toilet), type of floor (earth, wood/cement, tile), crowding ( $\geq 3$  per room/ $< 3$  per room), and type of cooking fuel (wood, coal, naphthalene stove/energy). The higher scores tended to represent a better quality of housing (Table I).

Social support was measured using a previously validated Spanish version of the UNC-Duke questionnaire [41]. It includes two dimensions: confidential (communication with other when facing problems) and affective (love, caring) support [11]. A five-item scale of support from the baby's father, obtained from a questionnaire used in the Quebec Longitudinal Study of Child Development [42], was adapted and validated [11]. Items assessed emotional, instrumental, and confidential support from the father (Table I). Father's support was coded as 0 for widowed and unmarried women. Decision-making power was determined by an additive scale of responses to 5 questions [43] concerning decisions regarding a) child health, b) major household expenses, c) basic expenses, d) visiting family and friends, e) what to cook, and f) type of food offered to the child. Decisions made jointly with the father or other family members were related positively with child nutrition [40] therefore codified as (+1). Decisions made by the mother alone or made without the mother's intervention were assigned a value of (+0); the higher the score, the greater the number of items in which the mother shares decisions at home (Table I).

Lastly, maternal health/nutrition were measured on the basis of five variables: self- perceived health (five categories from very good to very bad), number of children, and childbirth interval (in months). Mother nutritional status, measured by the Body Mass Index (BMI) was not included as no associations were found with length-for-age Z-scores [40].

*Care practices and child health:* Breastfeeding up to six months was recorded according to the consumption of solid and semisolid foods in five categories following Piwoz et al definitions [44]<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> (i) Exclusive/ Predominant breastfeeding (BF); (ii) BF + non-human milk; (iii) BF + Solid foods; (iv) BF + solid foods + non-human milk; and (vi) No BF/weaned.

Complementary food intake was identified on a factor analysis of the 21 food groups covered in a food frequency questionnaire [40]. Two factors were obtained and explained 50% of the total variance. Type I foods consist of tubers, fish, rice, bread, and legumes; Type II foods include yellow vegetables, other vegetables, eggs, juices, and fruit. A five-score was recorded for each food/food groups assigned a value of (+1) if consumed more than 2 times at week and a value of (+0) if consumed less than two times per week.

Prevention practices were assessed according to an additive scale of five health prevention practices: attendance at a prenatal care program (never, after the third trimester, before third trimester); attendance at a growth monitoring program (yes/no); place of birth (home/hospital); immunization status (no, incomplete for age, complete for age); and bed-net utilization (always versus almost never or never), with a range from 0 to 7.

Finally, two child health indicators were obtained from mother's reports: 1) a score (range: 0–3) summarizing the most frequent illnesses reported, i.e. respiratory infections (upper and pneumonia), non-infectious conditions (wheezing, asthma), and gastrointestinal episodes (diarrhea, vomiting) and 2) pre-term versus full term birth. Birth weight was not included as it was not possible to obtain for 49% due to birth at home or lack of hospital records.

### Analysis

We described the distribution of maternal resources, preventive and feeding practices, and child health variables by quartiles of each indicator of socio-economic position. Multivariate data analysis was conducted in four steps using multiple linear regressions, controlling for child's age and gender, as well as for mother's height in all models. First, the association between mothers' socio-economic position with length-for-age was assessed by fitting three separate regressions of length-for-age on education, income, and social networks (Model 1). Then, all three measures of SEP were entered in the same regression to consider the independent effects of each SEP variable controlling for the other two. Third, maternal resources (Model 2a) and feeding and preventive practices and child health variables (Model 2b) were entered into the separate and combined SEP regressions. To evaluate their contribution to socio-economic position -child nutrition relationships we calculated a beta coefficient change as follow:  $\frac{B \text{ coefficient (SEP alone)} - B \text{ coefficient (SEP + explanatory variables)}}{B \text{ coefficient (SEP alone)}}$  [45-47].

This calculation is equivalent to the mediation proportion in a Structural Equation Model [48]. Finally, specific pathways were explored by introducing each explanatory variable on separate linear regressions for each SEP indicator. We also provide changes in the coefficient of determination ( $R^2$ ) to evaluate the proportion of variance in the dependent variables explained by the addition of maternal resources, care practices, and child health variables, and to evaluate its significance [49]. Levels of significance were established at 0.10 due to the small sample size.

## **Results**

The study population was characterized by little education (46% had 0 to 5 years of schooling) and income (90% earned less than the Colombian minimum salary<sup>2</sup>). Most mothers were not employed (59.1%). Social networks were extensive (mean size: 70.10  $\pm$ 35.7) and frequent (mean: 26.2 per month  $\pm$  18.9). Mothers in the highest quartile of education and income had greater access to material (low food insecurity, better housing conditions) and social (positive social support and shared decisions in the home) resources, better self-perceived health, fewer children, and longer child-birth intervals than mothers in lower quartiles of socio-economic position (all differences were  $p < 0.05$ , data not show). No significant differences were observed in breastfeeding practice. Regarding preventive practices, mothers in the highest quartile of education and income had higher means of prevention seeking practices ( $p < 0.05$ ). In addition, housewives and students shared similarities with those in the highest quartile of income: adequate housing and higher food security levels, positive support from the child's father, more decision-making power, and greater intake of complementary foods (data not shown).

Mothers in the lowest quartile of social networks reported less quality of housing conditions, less affective and confidential support, worse perception of their health, and less exclusive breastfeeding in the first 6 months ( $p < 0.05$ ); however, mothers in the lowest quartile of social networks had higher child's father support. Frequency of reported pre-term birth was not significant among quartiles of education and income ( $p > 0.20$ ) but those in the lowest quartile of social networks had higher frequency of pre-term birth than those in the quartiles 2 and 3 ( $p = 0.10$ ).

---

<sup>2</sup> Colombian minimum salary equivalent to 110 \$ dollars.

### Socio-economic position and child nutritional status

Overall, length-for-age Z scores were slightly lower than those in the reference population (mean:  $-0.65 \pm 1.05$ ) and stunting (length-for-age  $< -2SD$ ) was present in 9.8% of the children. No linear growth gradients were observed by quartiles of social variables (Table II). A threshold effect was present, i.e., children of the most educated mothers (complete secondary school) achieved higher means in length-for-age Z scores. Children of housewives or students did not differ from those whose mothers had incomes in the highest quartile, while children born to women earning less than \$37 dollars per month (Q1-Q2) had lower scores than those born to mother in the highest quartiles. The number of friends and relatives was not associated with nutritional status, while the frequency of contacts was predictive in a curvilinear fashion: mothers categorized in the extreme quartiles (lowest/highest) had children with lower scores than those in the middle quartiles (Table II).

{Insert Table II}

### Explanations

First, combined models of SEP measures confirm an independent effect of education, income, and social networks on child nutrition (Table III, Model 1). For instance, housewives/students continued to resemble those in the highest income group; differences between mothers placed in the lowest social network quartile and those in the middles quartiles were still high.

{Insert Table III}

Maternal resources, care practices, and child health variables contributed significantly to the separate and combined models; a lower contribution of maternal resources to the variance of LFA – Z scores (6.2%) than to care practices and child health variables (19.5%) was observed. Inclusion of maternal resources in the combined models containing only the three SEP variables resulted in a reduction of 73% in the beta regression coefficients for the lowest compared to the highest educational group. For income the resulting reduction was 20.4% for the Q1-Q2 compare to the Q4 income group, and for social networks it was 3.6% for the Q1 compared to the Q2-Q3 (Table III, model 2a). Inclusion of feeding and preventive practices and child health variables caused major reductions in beta coefficient: 85% for education, 33.1% for income, and 9.5% for social networks (Table III, combined model). Once maternal resources, care practices, and child health variables were analyzed together, differences in income, education, and between middle and higher quartiles

of social networks were no longer significant (Table IV, model 3). The mediation proportion of all explanatory variables on the differences between low social networks and high social networks was still low (Table IV, model 3).

{Insert Table IV}

Out of the individual explanatory variables, quality of housing, social support variables, and preventive practices accounted for the effects of education. For income, a major contribution was found with material maternal resources, intake of complementary food, and preventive practices; for social networks differences, there is a major mediation effect of child health variables (Table V). Child's father support caused an increase in the beta regression coefficient for the Q1 compared to the Q2-Q3 social network group, suggesting that mothers with lower social networks are more likely to compensate with greater child's father support (Table V).

{Insert Table V}

### **Discussion**

Our results support the assertion that inequalities in nutritional status among children are explained by the mother's socio-economic position measured by income and education, and provide new evidence for inequalities emerging from social networks. We found a threshold effect for education and income as others have reported [20, 50], suggesting a deprivation effect rather than a gradient. This deprivation effect could be related to a literacy effect reached when high-school is completed [29] or to the material and social privileges of earning a basic salary in the Colombian context [51]. Education and income inequalities in child nutritional status are explained via multiple mechanisms involving both neo-material and psychosocial explanations, thus expanding the current state of research that focuses on care practices and health services utilization [1-3]. For social networks, we found that the gradients observed were due mainly to differences in child health.

The neo-material interpretation was not only confirmed for income, as expected, but also for mother's education. It is known that mother's income allows access to food that results in better child nutritional status [52] and that material deprivation also leads to lack of sanitation and low quality in the household environment, which in turn causes increased frequency of gastrointestinal and respiratory infections and low length-for-age [53, 54]. Mother's education may lead to material advantages by two mechanisms [55]: a woman with more education is more likely to find a better



job and income, and she is more likely to marry a husband with higher educational status and income. Both mechanisms are supported by our findings: mothers who completed high school were more likely to be in the highest income quartile ( $p < 0.01$ ) and more likely to be married with a husband with more than 10 years of schooling ( $p < 0.01$ ). Better living conditions and higher food security levels have been also reported among more educated mothers in other developing countries [2, 56, 57].

The psychosocial interpretation found in our study is consistent with the assertion that social maternal resources such as mother's social support and decision-making power, play a mediating role between SEP and health [5, 58, 59]. Mothers with higher income and education were more likely to receive social support and share decisions at home. It has been reported that educated mothers had higher levels of social support that in turn may affect child nutrition through prenatal and neonatal outcomes [60], but we are not aware of other published data on the mediating effect of social support on child nutrition. Affective social support and child's father support received by mothers promote breastfeeding and preventive practices [40]. Similarly, few studies have investigated the mediating effect of mother autonomy on maternal education-child nutrition differentials [55]. Findings are in the same direction: the more education a woman has, the more likely she will be the primary decision-maker. Our study showed that education confers on mothers more ability to make decisions jointly with others, and that ability to share has been related to better child nutrition in our population [40] and elsewhere [17, 61]. The fact that low income mothers, despite having greater control over their resources and being more autonomous, end up with shorter children, is contrary to previous studies [62, 63]. Our findings suggest that low income mothers are unable to face excessive demands [64], child care and informal work, due to lack of social support (mainly from the child's father) and low access to material resources and money to afford their children's health care costs. In contrast, housewives had children with nutritional outcomes similar to those in the highest quartiles of income; they reported access to more resources and demonstrated more preventive behavior than working mothers earning low incomes [63, 65, 66]. Reproductive maternal health may be an additional psychosocial explanation of mother education-related child nutrition differentials [67], although the mediation proportion is not as high as for material resources (9.5% vs 25%). In our population, the highest educational quartile had lower fertility and longer birth intervals, factors that promote better care and child nutrition [40, 68].

Our data suggested a stronger mediation effect of behavioral pathways between socio-economic position and child nutritional status, as have often been recognized in the literature [1, 3, 20, 69, 70]. Lesser frequency of exclusive breastfeeding, lower food intake of complementary foods and fewer preventive practices were observed among those in the lowest social position quartiles, and strong contribution effects were suggested in our multiple regression analysis. These pathways were expected for education since literacy is related to better understanding of health messages and positive attitudes about health services [3, 29, 55]. However, financial barriers to health care play an important role in child growth inequalities, since preventive health service utilization partially explained the deprivation effect of income on length-for-age Z scores. We would have expected otherwise, since primary health services are supposed to be offered free of charge in the Colombian social health insurance system, so mother's ability to pay should not be associated with vaccination, family planning, prenatal care, or growth monitoring [70]. Financial barriers to access preventive services have been observed in other contexts [71, 72], and in Colombia [73] as a result of social security reforms.

Social networks as a source of social capital may be related with child health conditions by their influence on social support [5], related health behaviors [30], procurement of social services [32], and material resources [31]. Although in our population extensive contacts with friends provide affective support and greater contact with family members confidential support [11], our results suggested a lower contribution of social support variables. Extensive social networks were associated with higher proportion of breastfeeding, but the mediating effects were smaller. Gestational age at birth and morbidity conditions appear to be the main explanatory factors for differences in child nutrition by social networks.

Our study enjoyed a high rate of participation and little bias could be introduced [40]. Sample size was insufficient to explore the dichotomous outcome of malnutrition. However, using the continuous measurement of length-for-age allowed for detailed analysis of the association between socio-economic position and nutritional status even if changes in regression coefficients had resulted from measurement errors in independent variables. We analyze contribution of explanatory variables as changes in beta coefficients as others have [46, 47]; however the percentage of change that is considered important is difficult to define since the strength of the changes depends on the relation between SEP measures and explanatory variables, and the associations between explanatory variables and child nutrition [47]. Concerning SEP measures, this study has some caveats. First,

child's father's income and education were not reported although associations have been described [17]. Father's income and education were obtained in 78% and no gradients or thresholds effects were found, even though more educated fathers tend to have children with higher LFA-Z scores. Further, we preferred to study mother's variables rather than household variables since our main hypothesis refers to mother's own capital. Finally, we use a categorical description of SEP based on the structure of our data-quartiles-rather than *a-priori* references. However, our quartiles have a social meaning: the highest quartiles for education and income represent those who completed secondary school and those earning more than \$1 at day, and, as discussed above, it reflects material and social advantages.

### Public health implications

This work contributes to the current body of knowledge [36] by incorporating the pathways in the UNICEF's causal model of child malnutrition (maternal resources, feeding and preventive practices, and child health) as mechanisms linking social conditions and child nutrition [74]. Clarifying causal pathways to link socio-economic position and child nutrition is important for public health interventions and policies in developing countries. Public health interventions focused on intermediate factors such as community resources (parenting support, income distribution, and financial help to single parents, access to food and free access to preventive health services), or individual's variables (promoting breastfeeding and health education) should take into account that maternal resources and behaviors are socially determined. Therefore, child inequalities should require of policy efforts women's education, better working conditions, empowerment of communities and social institutions (i.e. social integration of isolated or displaced mothers).

### Key Points

- Income and education deprivation were related with lower length-for-age Z scores. Mothers with low extensive social networks had children with lower nutritional means.
- Child nutrition inequalities are explained by social support, women's decision making and care practices, and by access to food and quality of housing conditions.
- Inequalities resulting from differences in social networks are mainly explained by psychobiological mechanisms including pre-term birth.

**Acknowledgements**

The authors are grateful to the mothers and children of Guapi. Special thanks to Dr Julio Cesar Reina and Dr Jairo Osorno for nutritional measurement training and comments on protocol. This research project was funded by the Pan-American Health Organization, Programa de subvenciones de Tesis de Salud Publica. Reference: HDP/HDR/RG-T/COL/3146 and Colciencias-2001, Plan Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud, Colombia (Project Code: 1103-04-11985).

## References

1. Wagstaff, A., et al., *Child health: reaching the poor*. American Journal of Public Health, 2004. **94**(5): p. 726-36.
2. Cleland, J.G. and J.K. Van Ginneken, *Maternal education and child survival in developing countries: the search for pathways of influence*. Social Science & Medicine, 1988. **27**(12): p. 1357-68.
3. Basu, A.M. and R. Stephenson, *Low levels of maternal education and the proximate determinants of childhood mortality: a little learning is not a dangerous thing*. Social Science & Medicine, 2005. **60**: p. 2011-2023.
4. Singh-Manoux, A., *Psychosocial factors and public health*. Journal of Epidemiology & Community Health, 2003. **57**(8): p. 553-6; discussion 554-5.
5. Berkman, L.F., et al., *From social integration to health: Durkheim in the new millennium*. Social Science & Medicine, 2000. **51**(6): p. 843-57.
6. Ntab, B., et al., *A young child feeding index is not associated with either height-for-age or height velocity in rural Senegalese children*. Journal of Nutrition, 2005. **135**: p. 457-464.
7. Cook, J., et al., *Food Insecurity Is Associated with Adverse Health Outcomes among Human Infants and Toddlers*. Journal of Nutrition, 2004. **134**: p. 1432-1438.
8. Kaiser, L.L., et al., *Food security and nutritional outcomes of preschool-age Mexican-American children*. Journal of the American Dietetic Association, 2002. **102**(7): p. 924-9.
9. Tarasuk, V.S., *Household food insecurity with hunger is associated with women's food intakes, health and household circumstances*. Journal of Nutrition, 2001. **131**(10): p. 2670-6.
10. Matheson, D.M., A. Varady, and J.D. Killen, *Household food security and nutritional status of Hispanic children in the fifth grade*. American Journal of Clinical Nutrition, 2002. **76**: p. 210-217.
11. Alvarado, B.E., M.V. Zunzunegui, and H. Delisle, *[Validation of food security and social support scales in an Afro-Colombian community: application on a prevalence study of nutritional status in children aged 6 to 18 months]*. Cadernos de Saude Publica, 2005. **in press**.
12. Lynch, J., et al., *Income inequality, the psychosocial environment, and health: comparisons of wealthy nations*. Lancet, 2001. **358**(9277): p. 194-200.
13. Lynch, J., *Income inequality and health: expanding the debate.[comment]*. Social Science & Medicine, 2000. **51**(7): p. 1001-5; discussion 1009-10, 2000 Oct.

14. Oakes, J.M. and P.H. Rossi, *The measurement of SES in health research: current practice and steps toward a new approach*. Social Science & Medicine, 2003. **56**(4): p. 769-84.
15. González , G.J. and M.G. Vega, *Condiciones sociodemograficas y estado nutricional de niños menores de un año en areas periféricas de Guadalajara, México*. Revista de Saude Publica, 1994. **28**(4): p. 268-276.
16. Carvalhaes, M.A. and M.H. Benicio, *[Mother's ability of childcare and children malnutrition]*. Revista de Saude Publica, 2002. **36**(2): p. 188-97.
17. Engle, P.L., *Influences of mothers' and fathers' income on children's nutritional status in Guatemala*. Social Science & Medicine, 1993. **37**(11): p. 1303-12.
18. Fernandez, I.D., J.H. Himes, and M. de Onis, *Prevalence of nutritional wasting in populations: building explanatory models using secondary data*. Bulletin of the World Health Organization, 2002. **80**(4): p. 282-91.
19. Larrea, C. and I. Kawachi, *Does economic inequality affect child malnutrition?. The case of Ecuador*. Social Science & Medicine, 2005. **60**: p. 165-178.
20. Desai, S. and S. Alva, *Maternal education and child health: Is there a strong causal relationship?* Demography, 1998. **35**(1): p. 71-81.
21. Griffiths, P., et al., *A tale of two continents: a multilevel comparison of the determinants of child nutritional status from selected African and Indian regions*. Health & Place, 2004. **10**(2): p. 183-99.
22. Kuate-Defo, B. and K. Diallo, *Geography of child mortality clustering within African families*. Health & Place, 2002. **8**(2): p. 93-117.
23. Waters, H., et al., *Weight-for-age malnutrition in Indonesian children, 1992-1999*. International Journal of Epidemiology, 2004. **33**(3): p. 589-595.
24. Portes, A., *Social Capital: Its Origins and Applications in Modern Sociology*. Annuals Review Sociology, 1998. **24**(1-24).
25. Fassin, D., *Social capital, from sociology to epidemiology critical analysis of a transfer across disciplines*. Revue d'Epidemiologie et Sante Publique, 2003. **51**: p. 403-412.
26. Zeitlin, M., H. Ghassemi, and M. Mansour, *Positive deviance in child nutrition: with emphasis on psychological and behavioral aspects and implications for development*. 1990: United Nation University Press.
27. Reyes-Morales, H., et al., *The family as a determinant of stunting in children living in conditions of extreme poverty: a case-control study*. 2004, BMC Public Health.
28. Marmot, M., et al., *Social Inequalities in health: next questions and converging evidence*. Social Science & Medicine, 1997. **44**(6): p. 901-910.

29. LeVine, R.A., et al., *Maternal literacy and health behavior: a Nepalese case study*. Social Science & Medicine, 2004. **58**: p. 863-877.
30. Anderson, A.K., et al., *Social Capital, Acculturation, and Breastfeeding Initiation Among Puerto Rican Women in the United States*. Journal of Human Lactation, 2004. **20**(1): p. 39-45.
31. Martin, K.S., et al., *Social capital is associated with decreased risk of hunger*. Social Science & Medicine, 2004. **58**: p. 2645-2654.
32. Aye, M., F. Champagne, and A.P. Contandriopoulos, *Economic role of solidarity and social capital in accessing modern health care services in the Ivory Coast*. Social Science & Medicine, 2002. **55**(1929-1946).
33. Lynch, J., et al., *Is income inequality a determinant of population health? Part 1. A systematic review*. The Milbank Quarterly, 2004. **82**(1): p. 5-99.
34. Engle, P.L., M. Bentley, and G. Pelto, *The role of care in nutrition programmes: current research and a research agenda*. Proc Nutr Soc, 2000. **59**(1): p. 25-35.
35. Engle, P., P. Menon, and L. Haddad, *Care and Nutrition: Concepts and measurement*. World Development, 1999. **27**(8): p. 1309-1337.
36. Martin-Prevel, Y., [*"Care" and public nutrition*]. Sante, 2002. **12**(1): p. 86-93.
37. Lohman, T., A. Roche, and L. Fajardo, *Anthropometric Standardization Reference Manual*. 1990, Champaign, IL: Human Kinetics.
38. Alvarado, B.E., et al., *Estudio de prevalencia de desnutrición en niños afro-colombianos: Creencias y practicas de alimentación, y su relación con el estado nutricional*. 2004. **in press**
39. CDC, *EPI-INFO: Software for Public Health*. 2000, Center for Disease and Prevention.
40. Alvarado, B.E., *Épidémiologie de la croissance infantile : Étude de déterminants sociaux et biologiques auprès d'enfants âgés de 6 à 18 mois en Colombie*, in *Medicine Sociale et Preventive*. 2005, Université de Montreal: Montreal, QC.
41. Bellon Saameno, J.A., et al., [*Validity and reliability of the Duke-UNC-11 questionnaire of functional social support*]. Atención Primaria, 1996. **18**(4): p. 153-6, 158-63.
42. ISQ, *Longitudinal Study of Child Development in Quebec*. Volume I, ed. I.d.l.S.d. Quebec. 2000, Quebec: Institut de la Statistique de Quebec.
43. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 2000, Profamilia: Santa Fe de Bogota.

44. Piwoz, E.G., et al., *Feeding practices and growth among low-income Peruvian infants: a comparison of internationally-recommended definitions*. International Journal of Epidemiology, 1996. **25**(1): p. 103-14.
45. Emberson, J.R., et al., *Social class differences in coronary heart disease in middle-aged British men: implications for prevention*. International Journal of Epidemiology, 2004. **33**: p. 289-296.
46. Seeman, T.E., et al., *Cumulative biological risk and socio-economic differences in mortality: MacArthur studies of successful aging*. Social Science & Medicine, 2004. **58**(10): p. 1985-97.
47. Lynch, J., et al., *Do cardiovascular risk factors explain the relation between socioeconomic status, risk of all-cause mortality, cardiovascular mortality and acute myocardial infarction?* American Journal of Epidemiology, 1996. **144**: p. 934-942.
48. Ditlevsen, S., et al., *The mediation proportion. A structural equation approach for estimating the proportion of exposure effect on outcome explained by an intermediate variable*. Epidemiology, 2005. **16**(1): p. 114-120.
49. Emanuel, I., C. Kimpo, and V. Mocerri, *The association of maternal growth and socio-economic measures with infant birthweight in four ethnic groups*. International Journal of Epidemiology, 2004. **33**(6): p. 1236-1242.
50. Pfeiffer, J., S. Gloyd, and L. Ramirez Li, *Intrahousehold resource allocation and child growth in Mozambique: an ethnographic case-control study*. Social Science & Medicine, 2001. **53**(1): p. 83-97.
51. Herran-Falla, O.F., G.E. Prada-Gomez, and G.A. Patino-Benavidez, *[Alimentary basic basket and index of prices in Santander, Colombia]*. Salud Publica de Mexico, 2003. **45**: p. 35-42.
52. Hatloy, A., et al., *Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali)*. Public Health Nutrition, 2000. **3**(1): p. 57-65.
53. Merchant, A.T., et al., *Water and sanitation associated with improved child growth*. European Journal of Clinical Nutrition, 2003. **57**(12): p. 1562-8.
54. Qian, Z., et al., *Exposure-response relationships between lifetime exposure to residential coal smoke and respiratory symptoms and illnesses in Chinese children*. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 2004. **14 Suppl 1**: p. S78-84.
55. Frost, M.B., R. Forste, and D.W. Haas, *Maternal education and child nutrition status in Bolivia: finding the links*. Social Science & Medicine, 2005. **60**: p. 395-407.
56. Garrett, J.L. and M. Ruel, *Are determinants of rural and urban food security and nutritional status different? Some insights from Mozambique*. World Development, 1999. **27**(11): p. 1955-1975.



57. Rose, D., *Economic determinants and dietary consequences of food insecurity in the United States*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 517S-520S.
58. Mickelson, K.D. and L.D. Kubzansky, *Social distribution of social support: the mediating role of life events*. American Journal of Community Psychology, 2003. **32**(3-4): p. 265-81.
59. Turner, R.J. and F. Marino, *Social support and social structure: a descriptive epidemiology*. Journal of Health & Social Behavior, 1994. **35**(3): p. 193-212.
60. Feldman, P.J., et al., *Maternal social support predicts birth weight and fetal growth in human pregnancy*. Psychosomatic Medicine, 2000. **62**(5): p. 715-25.
61. Begin, F., E.A. Frongillo, Jr., and H. Delisle, *Caregiver behaviors and resources influence child height-for-age in rural Chad*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(3): p. 680-6.
62. Handa, S., *Expenditure behavior and children's welfare: an analysis of female headed households in Jamaica*. Journal of Development Economics, 1996. **50**(1): p. 165-87.
63. Lamontagne, J.F., P.L. Engle, and M.F. Zeitlin, *Maternal employment, child care, and nutritional status of 12-18-month-old children in Managua, Nicaragua*. Social Science & Medicine, 1998. **46**(3): p. 403-14.
64. Ukwuani, F.A. and C.M. Suchindran, *Implications of women's work for child nutritional status in sub-Saharan Africa: a case study of Nigeria*. Social Science & Medicine, 2003. **56**(10): p. 2109-21.
65. Dearden, K., et al., *Determinants of optimal breast-feeding in peri-urban Guatemala City, Guatemala*. Revista Panamericana de Salud Publica, 2002. **12**(3): p. 185-92.
66. Ricci, J.A. and S. Becker, *Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines*. American Journal of Clinical Nutrition, 1996. **63**(6): p. 966-75.
67. Castro-Martin, T. and F. Juarez, *The impact of Women's education on fertility in Latin America: searching for explanations*. International Family Planning Perspectives, 1995. **21**(2): p. 52-57.
68. Kuate Defo, B., *Effects of infant feeding practices and birth spacing on infant and child survival: a reassessment from retrospective and prospective data*. Journal of Biosocial Science, 1997. **29**(3): p. 303-26.
69. Armar-Klemesu, M., et al., *Poor maternal schooling is the main constraint to good child care practices in Accra*. Journal of Nutrition, 2000. **130**(6): p. 1597-607.
70. Schellenberg, J.A., et al., *Inequities among the very poor: health care for children in rural southern Tanzania*. [see comment]. Lancet, 2003. **361**(9357): p. 561-6.
71. Develay, A., R. Sauerborn, and H.J. Diesfeld, *Utilization of health care in an African urban area: results from a household survey in Ouagadougou, Burkina-Faso*. Social Science & Medicine, 1996. **43**(11): p. 1611-9.

72. Martin-Prevel, Y., et al., *Decreased attendance at routine health activities mediates deterioration in nutritional status of young African children under worsening socioeconomic conditions*. International Journal of Epidemiology, 2001. **30**(3): p. 493-500.
73. Velandia, F., et al., *[Opportunity, satisfaction, and reasons for not using health care services in Colombia, according to the Quality of Life Survey of the DANE, 1997]*. Revista de Salud Publica (Bogota), 2003. **5**(1): p. 46-58.
74. UNICEF, *Strategy for improved nutrition of Women and Children in developing countries*. 1990, United Nations' Children's Fund: New York.

**Table I. Description of main study variables**

Level of causality	Conceptual measure	Measurement variables	Chronbach alpha
<i>Socio-economic position</i>	Mother's education	Q1=0-2, Q2=3-6; Q3=8-10;Q4=>11	
	Mother's income	Q1=16-40, Q2=50-90; Q3=100-300; Q4=>300; 0=students, housewives	
	Number of ties (friends and relatives)	Q1=13-43, Q2=44-62; Q3=63-100; Q4=>100	
	Frequency of ties (friends and relatives)	Q1=0-11, Q2=12-21; Q3=22-34; Q4=>35.	
<u>Explanations</u>			
<i>Material resources</i>	Food insecurity	Score ranged 0-36	0.90
	Quality of housing	Score ranged 0-5	0.80
<i>Social resources</i>	Confidential support	Score ranged -9 to 9	0.70
	Affective support	Score ranged -12 to 12	0.75
	Support from child's father	Score ranged -15 to 15	0.88
	Decision-making power	Score ranged 0 -6	0.85
<i>Maternal health/nutrition</i>	Perceived health	Score ranged 1-5	0.56
	Number of children	Ranged 1-11	
	Child birth interval (months)	Ranged 0-11	
<i>Feeding practices</i>	Breastfeeding up to 6 months	See text	
	Type I food	Score ranged 0 -5	0.67
	Type II food	Score ranged 0 -5	0.74
<i>Preventive practices</i>	See text	Score 0-7	0.56
<i>Infant health</i>	Morbidity conditions	Score 0-3	0.43
	Gestational age at birth	Term, pre-term	

**Table II. Descriptive characteristics and distribution of means of LFA-Z scores by quartiles of socio-economic position and social networks.**

<i>Socio-economic position and networks</i>	<i>Q1 (n) Lowest</i>	<i>Q2 (n)</i>	<i>Q3 (n)</i>	<i>Q4 (n) Highest</i>
<b>Level of education</b>				
LFA Z score (mean, standard error) <sup>1</sup>	-0.75 ± 0.14	-0.75 ± 0.13	-0.81 ± 0.17	-0.32 ± 0.13 <sup>a</sup>
<b>Income*</b>				
LFA Z score (mean, standard error) <sup>1</sup>	-0.98 ± 0.24	-1.07 ± 0.19	-0.39 ± 0.22 <sup>b</sup>	-0.51 ± 0.22 <sup>b</sup>
<b>Number of friend and relatives</b>				
LFA Z score (mean, standard error) <sup>1</sup>	-0.66 ± 0.14	-0.59 ± 0.14	-0.68 ± 0.14	-0.59 ± 0.14
<b>Frequency of contacts with friends and relatives</b>				
LFA Z score (mean, standard error) <sup>1</sup>	-0.91 ± 0.14	-0.40 ± 0.14 <sup>c</sup>	-0.49 ± 0.13 <sup>c</sup>	-0.77 ± 0.14 <sup>d</sup>

1. Adjusted by child's age and gender, and mother's height.  
a. Differences with Q1, Q2 and Q3 significant at level  $p < 0.05$   
b. Differences with Q1 and Q2 significant at level  $p < 0.05$   
c. Differences with Q1 significant at level  $p < 0.05$   
d. Differences with Q2 and Q3 significant at level  $p < 0.05$

Table III. Changes in Beta coefficients in multiple linear regression models for Length for age Z scores

<i>Socio-economic position variables</i>	<i>Separate SEP effects</i>						<i>Combined SEP effects</i>					
	<i>Model 1</i>		<i>Model 2a</i>		<i>Model 2b</i>		<i>Model 1</i>		<i>Model 2a</i>		<i>Model 2b</i>	
	Coeff (SD)	Coeff (SD)	% <sup>1</sup>	Coeff (SD)	% <sup>2</sup>	Coeff (SD)	Coeff (SD)	% <sup>1</sup>	Coeff (SD)	% <sup>1</sup>	Coeff (SD)	% <sup>2</sup>
<b>Education</b>												
Q1-Q3 vs. Q4	-0.446 (0.15)*	-0.170 (0.17)	61.8	0.127 (0.15)	71.5	-0.308(0.16)*	-0.083 (0.17)	73.0	-0.045 (0.16)	85.3		
R <sup>2</sup> change	6.5*			22.3*			6.5*		19.5*			
<b>Income</b>												
No work vs. Q3-Q4	-0.092 (0.17)	-0.091 (0.18)	--	-0.021(0.16)	---	-0.024 (0.17)	-0.051 (0.17)	--	-0.041 (0.17)	---		
Q1-Q2 vs. Q3-Q4	-0.586 (0.21)*	-0.327 (0.23)*	44.1	-0.333 (0.20)*	43.1	-0.504 (0.23)*	-0.401 (0.21)*	20.4	-0.337 (0.21)*	33.1		
R <sup>2</sup> change	8.1*			23.3*			6.5*		19.5*			
<b>Social Networks</b>												
Q1 vs. Q2-Q3	-0.470 (0.18)*	-0.453 (0.17)*	3.6	-0.378(0.16)*	19.5	-0.411 (0.17)*	-0.449 (0.17)*	+9.2	-0.374 (0.17)*	9.0		
Q4 vs. Q2-Q3	-0.326 (0.17)*	-0.336 (0.16)*	3.0	-0.193 (0.15)	40.8	-0.421 (0.16)*	-0.400 (0.16)*	4.9	-0.252 (0.16)	25.2		
R <sup>2</sup> change	9.6*			24.0*			6.5*		19.5*			

\*p&lt;0.10

Model 1. Adjusted by mothers' height and children age and gender

Model 2a. Adjusted by material, social and mother health/nutrition resources

Model 2b. Adjusted by feeding and preventive practices, and infant health variables

1. Percentage of change : Model 1-Model 2a/Model 1

2. Percentage of change: Model 1-Model 2b/Model 1.

**Table IV. Changes in Beta coefficients in multiple linear regression models for Length for age Z scores when all explanatory variables are included**

<i>Socio-economic position variables</i>	<i>Model 3</i>			
	<i>Separate effects</i>		<i>Combined effects</i>	
	<i>Coeff (SD)</i>	<i>%<sup>1</sup></i>	<i>Coeff (SD)</i>	<i>%<sup>1</sup></i>
<b>Education</b>				
Q1-Q3 vs. Q4	-0.020 (0.16)	95.0	0.039 (0.17)	87.3
R <sup>2</sup> change	24.6*		21.9*	
<b>Income</b>				
No work vs. Q3-Q4	-0.094 (0.18)	---	-0.073 (0.18)	---
Q1-Q2 vs. Q3-Q4	-0.263 (0.22)	55.0	-0.311 (0.22)	38.3
R <sup>2</sup> change	25.9*		21.9*	
<b>Social Networks</b>				
Q1 vs. Q2-Q3	-0.374 (0.16)*	20.0	-0.385 (0.16)*	6.3
Q4 vs. Q2-Q3	-0.187 (0.15)	42.6	-0.236 (0.15)	45.3
R <sup>2</sup> change	26.4*		21.9*	

\* p<0.10

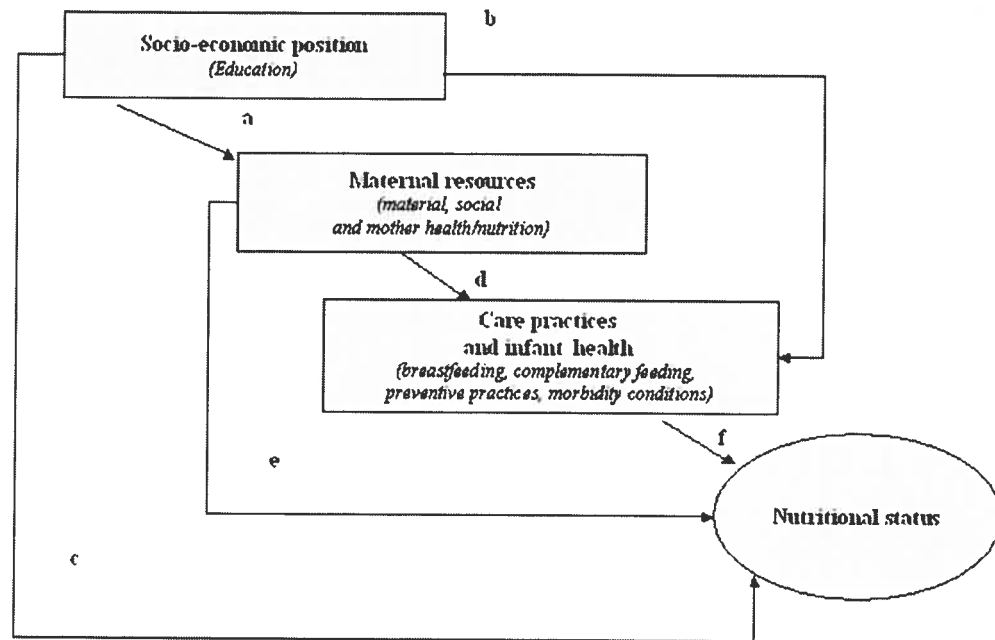
Model 3. Adjusted by variables in model 1, model2a and model 2b

1. Percentage of change: Model 1-Model 3/model 1

**Table V. Changes in beta coefficients for socio-economic position when explanatory variables are included separately**

<i>Explanatory variables</i>	<i>Education</i>		<i>Income</i>		<i>Social networks</i>		
	<i>Q1-Q3 vs. Q4 (%)</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>Q1-Q2 vs. Q3-Q4 (%)</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>Q1 vs. Q2-Q3 (%)</i>	<i>Q4 vs. Q2-Q3 (%)</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
<i>Material resources</i>							
Food insecurity	10.3	0.3	12.1	0.6	6.8	-1.7	2.1*
Quality of housing	29.5	1.2*	26.8	2.1*	11.4	4.6	2.9*
<i>Social resources</i>							
Affective support	18.8	1.2*	12.3	2.1*	8.0	-7.9	2.5*
Child's father support	16.8	2.7*	1.2	3.5*	-14.0	-8.5	5.0*
Decision-making	10.7	1.6*	11.4	1.7*	2.9	-4.9	2.7*
<i>Mother health/nutrition</i>							
Perceived mother health	7.3	0.8	7.5	1.0	6.8	-4.2	1.1*
Number of children	8.2	0.7	0.6	1.0	4.0	2.4	1.3*
Birth interval	9.1	1.8*	11.3	2.5*	6.4	9.2	2.0*
<i>Care practices</i>							
Breastfeeding up to 6 months	10.5	6.9*	2.5	7.5*	3.6	13.4	7.4*
Complementary food intake (type I)	7.6	2.9*	14.0	2.3*	0.6	8.5	3.6*
Preventive practices	35.6	4.9*	24.4	5.7*	1.9	11.0	7.1*
<i>Infant health</i>							
Morbidity	13.0	4.4*	6.1	5.3*	10.6	2.7	4.8*
Gestational age at birth	5.6	5.4*	0.0	5.8*	7.8	18.4	4.6*

\* P < 0.10



**Figure 1. Conceptual framework**

According to this framework, the nutritional status of children aged 6 to 18 months is determined by care practices, infant health variables, maternal resources, and maternal socio-economic position (SEP). SEP of the mother exerts its effects on infant nutrition through (a) maternal resources and (b) care practices and infant health variables. In turn, maternal resources exerts its effects on infant nutrition through its effects on (d) care practices and infant health variables. Finally, mother's care practices and infant variables have direct effects on infant nutrition (f). In this model, (c) represents the effect of mother socio-economic positions that is not explained by pathways (a) and (b), and (e) represents the effect of maternal resources on infant nutrition that is not explained by its effects on care practices (d). In this paper pathways a, b, and c are evaluated.



## **Summary**

**Objectives:** We conducted a longitudinal study among an Afro-Colombian population in order to investigate the influence of feeding practices and child morbidity on linear and ponderal growth during infancy.

**Methods:** We enrolled 133 children at 5-7 mo and followed until 18 mo. Repeated anthropometric measures were taken every 2-3 mo, with monthly interviews on feeding practices, and daily self-reports on morbid conditions by the mothers of the infants. Mothers' social conditions and infants' fixed variables were measured at baseline. Growth starting points and trajectories were modeled via Hierarchical Linear Models (HLM).

**Results:** Children started with a mean length of 64.8 cm (CI95%: 59.8-69.7) and a mean weight of 7.68 kg (CI95%: 5.37-9.9), and gained length at a rate of 1.13-1.70 cm/mo, and weight at 66.5-319 g/mo. Breastfeeding, defined as receiving breast milk at any time within a 2-3-mo interval, was positively related to length gain (coeff: 0.27cm/mo; p=0.04), after adjusting for social conditions and food consumption. Among mothers with low levels of education, breastfeeding had a positive effect on weight gain (coeff: 0.30 kg/mo; p=0.04); and among non-breast-fed infants, complementary food diversity generated a positive effect on weight (coeff: 0.14 kg/mo; p=0.03). Mean differences in length were related to the total proportion of healthy time (coeff: 3.1;p=0.02); while weight gain rates were negatively associated with illness changes (coeff: -0.70; p=0.04 for fever). No association was found between diarrhea episodes and infant growth.

**Conclusions:** Our study confirms that breastfeeding after 6 mo of life is important for nutrition and health, likely by mitigating the negative effects of poor social conditions and diarrhea on infant growth.

## **Introduction**

Continued breastfeeding after 6 mo of life and its effects on infant growth in developing countries are a matter of great controversy. Some studies have shown inverse associations [1], generally attributed to their cross-sectional nature: children with growth retardation would be more likely to continue to breastfeed [2]. Longitudinal designs were used thereafter in order to detect reverse causality [3] and control for selection bias and confounding factors that could flaw study results [4-6]. However, longitudinal results are still inconclusive. In Kenya and Guinea-Bissau, breastfeeding after 12 mo of age was associated with faster weight and height gains [7, 8]; in Senegal, children breastfed during their second year tended to grow faster in length [9]; in Peru, a positive impact of breastfeeding on linear growth was observed only in a subset of children, aged 15 to 18 months, whose animal-based food intake was low [4]; and in Sudan, continued breastfeeding over the sixth month of life was associated with slower height and weight gain, while complementary food intake and mother's socioeconomic status were observed to be important confounders [5]. Breastfeeding after 6 months, however, is advocated based on its widely accepted protective effects on infectious morbidity and child mortality [10, 11].

Given the lack of conclusive evidence, and the specific social and cultural conditions affecting breastfeeding and weaning practices in Afro-Colombian communities, we decided to explore breastfeeding and complementary feeding practices, morbidity and growth among Afro-Colombian children aged 6 to 18 months using a prospective design. Previous results from the cross-sectional study conducted before cohort inception indicated that breastfeeding affected children over 12 months of age positively, i.e. breastfeeding after 12-months resulted in higher length-for-age Z score, even when adjusting for diversity of food consumption and mother's socioeconomic status [12]. Qualitative field results [13] and quantitative data [12] from the same community support the hypothesis that mothers who perceived their infant's health as "good" were more likely to breastfeed longer, as compared to mothers with a poor perception of their children's health. This observation runs contrary to the data described in studies on Peruvian [3], Sudanese [5] Senegalese [14] and Guinea children [15]. Complementary food intake began at a mean age of 3 months; the diets of 70% of the children aged 12 months consisted of animal-based foods (fish), tubers, rice and legumes, rendering this population's food intake higher in diversity than previously reported in another South American community [4]. However, the cross-sectional nature of these findings limits causal inference.

In this paper we present the results of the longitudinal study modeling trajectories of growth (length and weight) by means of Hierarchical Linear Models [16, 17]. We focused on three specific questions: 1) What are the weight and linear growth trajectories of these infants (individual growth change)?, 2) Does breastfeeding after 6 months explain these trajectories once controlled by complementary food consumption and reported morbidity?, and 3) Do these trajectories vary as a function of maternal socioeconomic conditions, infant gender and pre-term delivery?

## **Methods**

### **Subjects**

The study was conducted in Guapi, a village on the Pacific Coast of Colombia with a population of 20,000; this population is predominantly (90%) Afro-Colombian. The social conditions in Guapi are typical of those experienced by other Afro-Colombian populations living in the Pacific region [13, 18], i.e. accessibility only by air or river, poverty, social unrest due to guerrilla and paramilitary warfare, lack of sanitation, and a subsistence economy based on fishing and some agricultural activities. During a census conducted between April to June 2002, 165 children (less than 5 months old) were identified. Data collection began in July 2002. By then, 20 (12%) had moved out of Guapi (to other rural or urban areas), 5 (3%) mothers refused to participate, and two children had died (1.2%). Thus, the initial cohort included 138 mothers who had a child aged between 5 and 7 months. Children were enrolled monthly from July 2002 to April 2003. The current study is based on 133 children, each of whom was scheduled to undergo at least two anthropometric measurements and have complete data gathered on their baseline characteristics. Follow-up was incomplete for 13 children, in that one infant died and 12 moved out of the area. Informed consent was obtained in writing from the mothers of all the infants. The protocol was reviewed and approved by the Comité d’Ethique de l’Université de Montréal.

### **Data collection**

Infant weight and recumbent length were measured during home visits, which took place at approximately three-month intervals (mean time between visits:  $2.78 \pm 0.59^1$  months). Anthropometric measurements were taken according to Lohman’s recommendations [19].

---

<sup>1</sup> Values represent mean and  $\pm$  SD unless otherwise noted

Recumbent length was measured in all children using a graduated board with a fixed headboard and movable footboard, and recorded to the nearest 0.1cm. Four measurements of child's length were taken and the average recorded (inter-observer technical error: 0.3 cm). Weight was measured using a suspended balance (Detecto Scale 25kg/50g) and recorded to the nearest 50 g. All children were barefoot and naked while being measured, and measurements were taken and recorded by the field investigator (BEA). Children's age estimates were based on date of birth and computed by Epi-NUT [20]. The frequency of breastfeeding over the previous 24 hours (number of feedings/d) and intake frequency of foods and beverages in the previous week were recorded monthly. The food frequency questionnaire was developed based on a previous dietary study conducted on the Pacific Coast of Colombia [21]. Twenty one food groups were formed following Marquis et al [4]. Mothers were asked to report the frequency of consumption of each food group and responses were scored from never in the last week (+1) to every day (+5). A total food consumption score was obtained by summing the single food group scores (Cronbach's alpha: 0.80). This total score is intended to represent a combined measure of food frequency (number of times per week the child receives the food groups) and food diversity (number of food groups consumed in the last week). The higher the score the higher the food frequency and/or diversity<sup>2</sup> [22-25]. Mothers were asked to record the occurrence of symptoms in their children (diarrhea, cough, fever or other non-specific symptoms such as coriza, rash or skin lesions) on a daily basis. All symptom reports were based on mother's perception. A primary health worker visited mothers weekly to monitor children's health and data quality. A thick smear was performed when fever was reported within the last 48 hours prior to the visit. There were 590 height and weight measurements, 1125 monthly data on breastfeeding and food frequency, and 36,151 observed child-days of morbidity.

Mothers' socio-economic conditions were assessed, and weight and height were measured at baseline using a portable wood anthropometer and a medical weight scale (Health-O-Meter, 180kg/454g)

---

<sup>2</sup> A food consumption score of 40 means that the child either consumes 10 different food groups three to five times per wk (low diversity, high frequency), or that the child consumes 20 different food groups at frequency of less than 2 times per wk (high diversity, low frequency).

## Variables

*Time-fixed factors:* The contribution of a set of fixed factors (not time-varying) to length and weight change was considered. These factors included: mother's weight and height (to partially control for genetic factors); and mother's socio-economic conditions, including education (years of schooling), and a wealth index (possession of radio, stove, refrigerator, electricity and telephone). Child's sex and a dichotomous variable (preterm vs term) for mother-reported gestational age at birth<sup>3</sup>, were also included as infant-related fixed factors.

*Time-varying factors:* These represent exposure in the interval prior to each measurement of length and weight. The use of lagged variables attempts to account for temporality assumptions. For each lagged period we calculated the mean number of breastfeedings and the mean food consumption score. In addition, breastfeeding was recorded as a dichotomous variable: (+0) if never breastfed in the lagged period and (+1) otherwise. We defined a lagged occurrence of four symptoms (diarrhea, cough, fever and unspecific) as the number of days on which the symptom was recorded divided by the total number of child-days observed during the lagged period [26]; and the lagged occurrence of healthy days (days in which mothers did not record any symptoms).

## Analyses

### Statistical model

Length and weight trajectories were modeled via hierarchical linear modeling using HLM 5.0 software [27]. Hierarchical Linear Model (HLM) is appropriate for data with a nested structure, such as repeated measurement data, where several individual measurements (follow-ups) are nested or clustered within individuals (children). HLM separates within-child (Level 1) and between-child models (Level 2), estimating within-child and between-children variability:

$$\text{Level-1 model,} \quad Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(T)_{it} + \beta_{xi}(X)_{it} + r_{it} \quad (\text{Equation 1})$$

$$\text{Level-2 model,} \quad \beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_i + U_{0i} \quad (\text{Equation 2})$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \gamma_{11}z_i + U_{1i} \quad (\text{Equation 3})$$

---

<sup>3</sup> Asked as: how many months of pregnancy you were at when your baby was born?

$$\beta_{xi} = \gamma_{x0} + \gamma_{11}z_i \quad (\text{Equation 4})$$

In the level-1 model,  $Y_{it}$  is the length/weight for children  $i$  on follow-up  $t$ ,  $T$  is the age for child  $i$  at time  $t$ , and  $X$  is a time-varying variable, that is breastfeeding, food score and the lagged occurrence of symptoms (diarrhea, cough, fever or other non-specific).  $\beta_{0i}$  is the intercept, indicating child  $i$ 's fitted value of length or weight when both  $T$  and  $X$  equal 0. For the purpose of the study,  $T$  was centered on the youngest age (5 months) in order to interpret  $\beta_{0i}$  as the length/weight at the onset of data collection;  $\beta_{1i}(T)_{it}$  is a slope, indicating child  $i$ 's length/weight changes per mo;  $\beta_{xi}(X)_{it}$  is a slope, indicating the association between time-varying variables and length/weight trajectories. The random effect for level-1 model is given by  $r_{it}$ , and it is assumed to be normally distributed with mean 0 and variance  $\sigma^2$ . The intercepts and slopes of the within-child model (Level 1) become the outcomes for the between-child model (Level 2). The  $\gamma$  parameters represent the mean level of the corresponding within-child parameters;  $\gamma_{00}$  corresponds to the mean initial status for length/weight;  $\gamma_{10}$  the average change per mo; and  $\gamma_{x0}$  the average effect of time-varying variables on length/weight. Any between-child variation in the regression coefficients is modeled in the level-2 model as a function of a fixed factor  $Z_i$  and random effects  $U_{0i}$  and  $U_{1i}$ . These random effects are assumed to be normally distributed with means 0 and variances  $\tau_{00}^2$  and  $\tau_{11}^2$ .

Hierarchical linear modeling allows us to test whether or not within-child and between-child regressions for a time-varying variable are different. The values of  $X$  in Equation 1 are now transform into deviations from each child mean calculated across the entire period of observations, i.e.  $(X_{it}-X_i)$  or child-centering. The resulting equations are:

$$\text{Level 1 model,} \quad Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(T)_{it} + \beta_{xi}(X_{it}-X_i) + r_{it} \quad (\text{Equation 5})$$

$$\text{Level 2 model,} \quad \beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_i + \gamma_{0x}X_i + U_{0i} \quad (\text{Equation 6})$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \gamma_{11}z_i + U_{1i} \quad (\text{Equation 7})$$

$$\beta_{xi} = \gamma_{x0} + \gamma_{11}z_i \quad (\text{Equation 8})$$

As proven in Snijders & Bosker [28], under this formulation, the between-child regression is now  $\gamma_{0x} + \gamma_{x0}$  and reflects the effects of time-varying variables on between-children differences in length/weight, while  $\gamma_{x0}$  is an estimator that reflects the effects of time-varying variables on within-child differences. For breastfeeding and food frequency,  $X_i$  was the child overall mean ( $\Sigma$  score

obtained at each monthly observation/ number of observations); and for morbidity variables,  $X_i$  represented the total occurrence for each reported symptom calculated for each child ( $\Sigma$  number of days for which a symptom was reported on each observation/ total number of child-d followed). In other words, if child's growth depends on the total time the child was breastfed then the between-child regression coefficient would capture the effect of breastfeeding on mean growth; but if the child's growth also depends on breastfeeding at each time then the within-child regression coefficient would capture this breastfeeding effect on growth rate.

In these analyses, model construction follows Snijders and Bosker [28], beginning with Level 1 and continuing with Level 2. First, a model without covariates is fitted in order to test random variability in the intercept (Model 0) and to estimate the intraclass correlation coefficient (percentage of the total variability accounted for by the variability between children). Second, age centered at 5 months was entered and random variability explored (Model 1). Polynomial functions were evaluated (entering age square and a cubic age term), and a random slope tested. Then, time-varying variables, within-child centered ( $X_{it}-X_i$ ), and their fixed effects at Level 2,  $X_i$ , were entered one at a time (Model 2). Combined and interaction effects among breastfeeding practices with food scores and symptom occurrence were also tested. When variables at Level 1 were all tested, fixed variables were entered (Model 3). Maternal characteristics were entered first, followed by child characteristics. Significant addition of Level-1 variables was modeled with a *t-test* for fixed effects ( $T\gamma_x = \gamma_x / SE \gamma_x$ ); and a deviance test for random effects (REML). A *p* value <0.05 was considered significant. We followed model assumptions and diagnostic procedures as suggested by Snijders and Bosker [28].

## **Results**

### **Descriptive characteristics**

Mothers attended school for  $7.14 \pm 4.10$  y and had a wealth index of  $2.42 \pm 1.48$ . Mothers' height was  $159 \pm 5.68$  cm, 6.5% were undernourished (BMI <18.5). Of the 133 children, 51.4% were boys and 48.6% girls. Children's ages at each follow-up were  $6.29 \pm 0.48$ ,  $9.26 \pm 0.86$ ,  $12.14 \pm 0.87$ ,  $14.81 \pm 0.79$  and  $17.29 \pm 0.67$  months. Length and weight gains declined with age (Table I), and as illustrated by the distribution of nutritional indicator means, with a trend diverging from the reference population with increasing age. Length-for-age faltering starts before 6 months of age increased at older ages, while weight-for-age and weight-for length Z scores appeared normal for

most of the study population at baseline, with a steeper decline as infants became older (Table I). Continued breastfeeding after 6 months was widespread, with almost 65% of the mothers breastfeeding their children at 15 months of age, and an increase in the mean consumption of complementary food after 10 months of age (Table I). Children's diets were characterized by increasingly frequent consumption (almost twice a week) of bread, rice, tubers, fruits and legumes (figure 1a), and a less marked increase for animal products, mostly fish and powdered, whole cow's milk (Figure 1b). The proportion of time children experienced illness symptoms was similar during each measurement period (Table I), with cough being the most frequent symptom.

{Insert Table I}

### Level-1 analyses

Fitting the empty model (Model 0) yielded the parameters presented in Table II. The estimates  $\sigma^2$  and  $\tau_{00}^2$  yield an intraclass correlation coefficient of 31% for length and 75% for weight. Thus, the length variability is mainly due to within-child differences, while for weight variability, between-child differences are more significant. The overall mean lengths and weights ( $\gamma_{00}$ ) were  $74.29 \pm 2.42$  cm, and  $9.15 \pm 1.20$  kg, respectively. For linear growth, a polynomial term was found significant ( $\gamma_{20}$ ). Furthermore, random variation was significant for the intercept and slope in both length and weight (Table II, Model 1), meaning that variability existed length and weight at baseline, and in the growth trajectories. The 95% value range at baseline was as follows: for length (59.89, 69.79 cm), and for weight (5.37, 9.99 kg). The 95% value range for growth rate was (1.13, 1.70 cm/mo) for length and (66.5, 319.4 g/mo) for weight. No correlation was found between initial status and growth rate, either in length ( $r: 0.042$ ;  $p > 0.05$ ) or weight ( $r: -0.13$ ;  $p > 0.05$ ).

{Insert Table II}

Time-varying variables were introduced one at a time and within-child and between-children differences of linear growth and weight gain were estimated (Table III). Breastfed children experienced a higher growth rate (coeff: 0.269 cm/mo; within-child) than non-breastfed children. The proportion of healthy days explained between-child differences in length—the greater the proportion of healthy days, the higher the mean length (coeff: 3.1 cm)—and the proportion of time with cough generated the inverse effect (coeff: -4.6 cm). Higher mean weight (between-child regression) was positively associated with breastfeeding (coeff: 0.043 kg) and healthy days (coeff: 1.25 kg), and negatively associated with the proportion of days with fever (coeff: -4.09 kg) and



cough (coeff:-1.89 kg). Low rates of weight gain were mainly related to reported fever episodes (coeff: -0.70 kg/mo) such that the longer the proportion of time with fever, the lower the weight growth rate. Neither food consumption nor proportion of days with diarrhea predicted between- and within-child differences in growth. After adjusting for complementary food consumption score and morbidity (data not shown), breastfeeding is still a positive predictor for linear growth rate (coeff=0.26;  $p<0.05$ ), but not for weight gain (coeff: 0.07;  $p=0.23$ ). After including Level-1 variables, random variation remains significant in the slope and intercept.

{Insert Table III}

No interactions were found between breastfeeding and morbidity for length and weight models (data not shown). Testing interactions between breastfeeding and food consumption suggested a positive effect of food consumption, and a negative interaction with breastfeeding ( $p=0.23$ ). Since main effect variables and interaction terms were highly correlated, additional analyses were carried out to explore these associations (Table IV). Four (4) profiles based on breastfeeding status and food score change at each measurement period were examined. Non-breastfed children whose food consumption score change was negative ( $X_{it}-X_i < 0$ ) constituted the reference profile. Table IV shows the results adjusted by all other Level-1 variables. Comparing to non-breastfed children, breastfed children experienced higher growth rates in length and weight, regardless of change in food score. Breastfeeding practice was an important modifier of the effect of complementary food consumption score on growth, i.e., increase in frequency (more times per week) and/or diversity (more number of food groups) in food consumption was related positively to weight gain among those who were not breastfed (138 g /mo), and seems to generate an additive effect on linear growth among breastfed children (0.44 cm/mo vs 0.27 cm/ mo).

{Insert Table IV}

Maternal height, education and wealth conditions created a significant effect on length and weight trajectories (Model 3, Table V). For length, taller mothers had taller children at baseline (Model 3, 1d), while the wealth index and mother's educational level were significantly related to growth trajectories, i.e. the taller and better off the mother was, the faster their children grew (wealth variable effects were not included in Model 3 due to high correlation with mother's level of education). For weight trajectories (Table V), a negative interaction was found between breastfeeding and level of education (Model 3, 4c), such that the breastfeeding effect on weight gain decreased as a mother's educational level increased. Girls were shorter and weighed less at baseline

than boys (Model 3, 1b) but their growth rates were similar (model 3, 2b); pre-term infants were shorter and weighed less at baseline (Model 3, 1c), but no significant differences were found in their growth rates (Model 3, 2c). Breastfeeding infants tended to grow at faster rates than non-breastfed infants after adjusting for fixed maternal characteristics, infant gender and pre-term birth (Model 3, 1b).

{Insert Table V}

## **Discussion**

Findings from this longitudinal study confirmed our previous cross-sectional results regarding the positive effects of breastfeeding over 6 months of age on child nutritional status [12, 13]. This additional longitudinal evidence increases knowledge regarding the positive effect of breastfeeding after 6 months of age on length and weight growth, i.e., breastfeeding was associated with higher mean length and faster linear growth. In addition, among children of uneducated mothers, breastfeeding generated a positive effect on the rate of weight gain. Associations between breastfeeding and infant growth rate were controlled by the effect of complementary foods, which could replace breast milk [29], and by the morbidity that could mediate or modify the effect of breastfeeding [4], and associations remained significant. Meanwhile, the frequency and diversity of complementary foods was positively related to weight gain only in those children not being breastfed, but no differences in linear growth were observed among non-breastfed children, regardless of increases in complementary food intake. Lastly, a negative relationship existed between morbidity and infant growth, in particular, the proportion of time with fever and cough with respect to linear growth and weight gain.

### **Methodological limitations and strengths**

In this study, there is no reference against which complementary food consumption scores can be compared. Conventional dietary studies on nutrient intake are time consuming and costly, and therefore, studies have validated food diversity scores based on food groups [23, 25]. We developed a food group-based frequency questionnaire to identify the diversity and frequency in the child's complementary diet as others have done [4, 22-25, 30, 31]. Our approach has also been used for analysis of infant feeding practices in the National Health surveys [31], and in other cross-sectional studies in Kenya [22] and Mali [23]. Food diversity based on number of food groups

consumed is associated with nutrient adequacy [23, 32], and better nutritional scores in cross-sectional studies [23, 24]; it also modifies the effect of breastfeeding in cohort studies [4, 6].

We have modeled infant growth, feeding practices and morbidity using Hierarchical Linear Models [28]. Modeling growth with HLM offers flexibility in design and analysis, compared to more traditional approaches [16, 17]. Predictors can be discrete or continuous, time dependent or independent, the number of measurement follow-ups can vary among subjects, and all subjects on whom data was obtained on at least one follow-up are included in the analysis. In populations where follow-up is difficult due to high mobility, growth modeling with HLM is highly effective. Moreover, modeling growth with HLM allows for the study of individual change (within-child variability) separate from change between children (between-child variability). Most previous studies have estimated the effects of time-varying variables such as breastfeeding on rate of growth modeling only between-child variability and probably underestimating the effects of these time-varying variables on individual growth rate. Finally, measures taken on the same children are highly correlated in longitudinal studies, introducing errors in statistical parameters, and HLM have been specifically developed to account for correlated response variables [28].

#### Time-varying variable influences on growth

Our data suggest that breast milk in this population is an important source of nutrition, required for growth over 6 months of age. We found that, among children whose food consumption did not increase in frequency (number of times per week) and/or diversity (number of food groups consumed), the rate of weight gain (2.2 kg), and linear growth rates (4.6 cm) were higher among breastfed children, compared to those who were not breastfed. Our results are consistent with other observational studies in Kenya and Guinea-Bissau. Children aged 9 to 18 months who breastfed throughout their follow-up were 3 cm longer, and 370 g heavier than children breastfed less than 50% of the time [7]. In Kenya, children weaned at 12 months weighed 137 g less than breastfed children [8].

Our longitudinal approach allows us to consider the possibility of reverse causality. We could wonder if a positive relationship between breastfeeding and growth could be related to a mother's preference to continue breastfeeding her child when he/she is in good health. Reversal causality is partially controlled by the structure of Level-1 model in hierarchical linear modeling. It takes into account the correlation between repeated measurements [28]. For that reason, we pursued an

additional analysis as proposed by Marquis et al [3] to deal with the argument of reverse causality. A logistic regression of the probability to be breastfed on follow-up ( $t$ ), and be stunted and wasted at follow-up ( $t-1$ ) was carried out. We did not find significant associations, except that non-wasted children at age 14-16-months were more likely to be breastfed at the time they were last measured (49%) than wasted children (0%;  $p=0.04$ ).

The fact that the food consumption score does not appear to generate an independent effect on growth within our population could be more related to lack of appropriate nutritional quality of the diet [25] or lack of adjustment of frequency or diversity of food consumption to the growing child. Food scores increased mostly with respect to two animal-based products, fish and cow's milk, while consumption of vegetables and fruits never reached daily frequency (Figure 1a and 1b). Food diversity reaches a maximum at around 15 months of age, when the child eats the same food as the rest of the family (Table I). Given the widespread food insecurity, low availability of foods and low socio-economic conditions, increased diversity in the diet is severely constrained [24]. Furthermore, unhygienic conditions could mitigate the value of added foods [33].

Between-child and within-child models help us understand the effect of morbidity on infant growth. For linear growth, the total proportion of healthy time was more strongly associated with average length (between-child coefficient) than with length gain (within-child coefficient). Conversely, weight gain was significantly associated with healthy days (within-child coefficients). These results are consistent with the observation of linear retardation after periods of ill health, while weight faltering is observed in days or weeks [34]. In particular, cough and fever episodes were related to lower mean length and weight and slower weight gain, respectively, as others have been yet shown [35-38]. Malaria could be disregarded for most fever episodes, since thick smear was tested in children reporting fever on the two days prior to the home visit ( $n=117$ ), and only three (3) malaria episodes were diagnosed.

No significant relationship could be demonstrated between diarrhea and growth, even though this association has been previously reported [39-41]. In our data three factors could partially explain lack of associations: 1) low frequency and severity of diarrhea episodes; 2) the high frequency of breastfeeding in our population, and the cultural norm that lead mothers to increase frequency of breastfeeding when the child has diarrhea; and 3) a classification bias, as we based our definition on mother's perception, as the usual criterion of more than 3 stools lost/day may be normal in breastfed children [42]. Validity of mothers' reports has been observed in other longitudinal studies [43], but

we do not have a standard for this study. However, this is not the first study indicating no association between diarrhea and growth after 6-months of life [44-46].

#### Fixed-variable influence on growth

This longitudinal study adds evidence to support previous results concerning the effect of mother's socio-economic conditions on child growth [38, 47]. Low levels of education and material deprivation in mothers are both associated with slower gains in length in our study. Child growth faltering among non-educated women could be explained by food insecurity, low social support from the child's father and infrequent utilization of preventive practices [48, 49]. Mother's height was associated with higher length and weight, predicted length at 6 months, but did not influence length or weight growth rates. Mothers' heights may reflect the deprived social conditions during their own childhoods [50, 51]. Although pre-term birth is associated with lower baseline weight and length, no differences in growth rates were observed between pre-term and term birth groups. Studies among pre-term infants have shown a possible caught-up effect after 6 months of age [52], although in our study, pre-term children never reached the height and weight of children born at term. Effects found herein may be sub-estimated since mothers are more likely to report the baby was born later (53). Finally, feeding patterns in the first 6 months of child's life were explored in the actual study but results were not presented. Children weaned before 6 months were no different from those breastfed ( $p=0.50$ ). Timing and quality of the complementary foods introduced were not associated with child growth in our data ( $p>0.20$ ).

Modeling growth changes with hierarchical linear models demonstrated theoretical and methodological advantages, allowing us: 1) to differentiate effects of time-varying variables on growth rate (within-child differences) from effects on average growth (between-child differences); 2) to differentiate effects of fixed variables on the initial growth measure from effects on growth rate; and 3) to include children with incomplete follow-up.

Our study supports the positive effect of breastfeeding for longer than 6 months on infant growth, and any intervention in Afro-Colombian populations should foster this practice. Interventions should focus on mothers with low levels of education, in order to improve nutritional education, hygiene practices and care skills that could counterbalance the effects of poverty. Similarly, housing and environmental living conditions should be improved, in order to reduce the number of respiratory symptoms related to child growth faltering.

**Acknowledgments:** Special thanks to Dr Julio Cesar Reina for nutritional measurement training and comments on the protocol.

## References

1. Caulfield, L.E., M.E. Bentley, and S. Ahmed, *Is prolonged breastfeeding associated with malnutrition? Evidence from nineteen demographic and health surveys*. International Journal of Epidemiology, 1996. **25**(4): p. 693-703.
2. Martin, R.M., *Commentary: does breastfeeding for longer cause children to be shorter?* International Journal of Epidemiology, 2001. **30**(3): p. 481-4.
3. Marquis, G.S., et al., *Association of breastfeeding and stunting in Peruvian toddlers: an example of reverse causality*. International Journal of Epidemiology, 1997. **26**(2): p. 349-56.
4. Marquis, G.S., et al., *Breast milk or animal-product foods improve linear growth of Peruvian toddlers consuming marginal diets*. American Journal of Clinical Nutrition, 1997. **66**(5): p. 1102-9.
5. Fawzi, W.W., et al., *A longitudinal study of prolonged breastfeeding in relation to child undernutrition*. International Journal of Epidemiology, 1998. **27**(2): p. 255-60.
6. Adair, L.S. and D.K. Guilkey, *Age-specific determinants of stunting in Filipino children*. Journal of Nutrition, 1997. **127**(2): p. 314-20.
7. Onyango, A.W., S.A. Esrey, and M.S. Kramer, *Continued breastfeeding and child growth in the second year of life: a prospective cohort study in western Kenya*. Lancet, 1999. **354**(9195): p. 2041-5.
8. Molbak, K., et al., *Is malnutrition associated with prolonged breastfeeding?* International Journal of Epidemiology, 1997. **26**(2): p. 458-9.
9. Simondon, K.B., et al., *Breast-feeding is associated with improved growth in length, but not weight, in rural Senegalese toddlers*. American Journal of Clinical Nutrition, 2001. **73**(5): p. 959-67, 2001 May.
10. Molbak, K., et al., *Prolonged breast feeding, diarrhoeal disease, and survival of children in Guinea-Bissau*. British Medical Journal, 1994. **308**(6941): p. 1403-6.
11. Leon-Cavas, N., et al., *Quantifying the benefits of breastfeeding: A summary of the evidence*. 2002, Panamerican Health Organization: Washington, DC.
12. Alvarado, B.E., *Épidémiologie de la croissance infantile : Étude de déterminants sociaux et biologiques auprès d'enfants âgés de 6 à 18 mois en Colombie*, in *Medicine Sociale et Preventive*. 2005, Université de Montreal: Montreal, QC.
13. Tabares, E. and B.E. Alvarado, *Estado Nutricional y practicas alimentarias en los primeros 18 meses de vida en poblaciones Amerindias y AfroColombianas de la Costa Pacífica*. Antropacifico, 2003. **1**(2): p. 17-26.

14. Simondon, K.B., et al., *Children's height, health and appetite influence mothers' weaning decisions in rural Senegal*. International Journal of Epidemiology, 2001. **30**(3): p. 476-81.
15. Jakobsen, M.S., et al., *Reason for termination of breastfeeding and the length of breastfeeding*. International Journal of Epidemiology, 1996. **25**(1): p. 115-121.
16. Raudenbush, S.W., *Comparing personal trajectories and drawing causal inferences from longitudinal data*. Annual Review of Psychology, 2001. **52**: p. 501-25.
17. Boyle, M.H. and J.D. Willms, *Multilevel modelling of hierarchical data in developmental studies*. Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines, 2001. **42**(1): p. 141-62.
18. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 2000, Profamilia: Santa Fe de Bogota.
19. Lohman, T., A. Roche, and L. Fajardo, *Anthropometric Standardization Reference Manual*. 1990, Champaign, IL: Human Kinetics.
20. CDC, *EPI-INFO: Software for Public Health*. 2000, Center for Disease and Prevention.
21. Minota, Y., *Validacion de un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de alimentos en Buenaventura. Costa Pacifica Colombiana.*, in *Escuela de Salud Publica*. 2000, Universidad del Valle: Cali.
22. Onyango, A., K.G. Koski, and K.L. Tucker, *Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers*. International Journal of Epidemiology, 1998. **27**(3): p. 484-9.
23. Hatloy, A., L.E. Torheim, and A. Oshaug, *Food variety--a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa*. European Journal of Clinical Nutrition, 1998. **52**(12): p. 891-8.
24. Hatloy, A., et al., *Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali)*. Public Health Nutrition, 2000. **3**(1): p. 57-65.
25. Ruel, M.T., *Is dietary diversity an indicator of food security or dietary quality? A review of measurement issues and research needs*. Food Nutrition Bulletin, 2003. **24**(2): p. 231-2.
26. Morris, S.S., et al., *Measuring the burden of common morbidities: sampling disease experience versus continuous surveillance*. American Journal of Epidemiology, 1998. **147**(11): p. 1087-92.
27. Raudenbush, S.W., A. Brik, and R. Congdon, *Hierarchical Linear and Nonlinear Models*, in *HLM 5.0*, S.S. International, Editor. 2000, SSI: Lincolwood.
28. Snijders, T.A.B. and R. Bosker, *Multilevel Analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. 1999, London: SAGE publications Ltd.



29. Dewey, K.G. and K.H. Brown, *Update on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and implications for intervention programs*. Food Nutrition Bulletin, 2003. **24**(1): p. 5-28.
30. Ruel, M. and M. Arimond, *Measuring Childcare practices*. 2003, International Food Policy Research Institute: Washington, DC.
31. Arimond, M. and M.T. Ruel, *Dietary diversity is associated with child nutritional status: Evidence from 11 demographic and Health surveys*. Journal of Nutrition, 2004. **134**: p. 2579-2585.
32. Ruel, M.T., *Operationalizing dietary diversity: a review of measurement issues and research priorities*. Journal of Nutrition, 2003. **133**(11 Suppl 2): p. 3911S-3926S.
33. Mortajemi, Y., et al., *Contaminated complementary food: a major risk for diarrhoea and associated malnutrition*. Bulletin of the World Health Organization, 1993. **71**: p. 79-92.
34. Stephensen, C.B., *Burden of infection on growth failure*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 534S-538S.
35. Beisel, W.R., *Magnitude of the host nutritional responses to infection*. American Journal of Clinical Nutrition, 1977. **30**(8): p. 1236-47.
36. Frongillo, E.A., Jr., *Symposium: Causes and Etiology of Stunting. Introduction*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 529S-530S.
37. Kolsteren, P.W., J.A. Kusin, and S. Kardjati, *Pattern of linear growth velocities of infants from birth to 12 months in Madura, Indonesia*. Tropical Medicine and International Health, 1997. **2**(3): p. 291-301.
38. Ricci, J.A. and S. Becker, *Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines*. American Journal of Clinical Nutrition, 1996. **63**(6): p. 966-75.
39. Rowland, M.G., S.G. Rowland, and T.J. Cole, *Impact of infection on the growth of children from 0 to 2 years in an urban West African community*. American Journal of Clinical Nutrition, 1988. **47**(1): p. 134-8.
40. Lopez de Romana, G., et al., *Longitudinal studies of infectious diseases and physical growth of infants in Huascar, an underprivileged peri-urban community in Lima, Peru*. American Journal of Epidemiology, 1989. **129**(4): p. 769-84.
41. Brown, K.H., *Diarrhea and malnutrition*. Journal of Nutrition, 2003. **133**(1): p. 328S-332S.
42. Hyams, J.S., et al., *Effect of infant formula on stool characteristics of young infants*. Pediatrics, 1995. **95**(1): p. 50-4.
43. Lartey, A., et al., *Predictors of growth from 1 to 18 months among breast-fed Ghanaian infants*. European Journal of Clinical Nutrition, 2000. **54**(1): p. 41-9.

44. Briend, A., et al., *Are diarrhoea control programmes likely to reduce childhood malnutrition? Observations from rural Bangladesh*. *Lancet*, 1989. **2**(8658): p. 319-22.
45. Checkley, W., et al., *Effects of acute diarrhea on linear growth in Peruvian children*. *American Journal of Epidemiology*, 2003. **157**(2): p. 166-75.
46. Villamor, E., et al., *Human immunodeficiency virus infection, diarrheal disease and sociodemographic predictors of child growth*. *Acta Paediatrica*, 2004. **93**(3): p. 372-9.
47. Cleland, J.G. and J.K. Van Ginneken, *Maternal education and child survival in developing countries: the search for pathways of influence*. *Social Science & Medicine*, 1988. **27**(12): p. 1357-68.
48. Wagstaff, A., et al., *Child health: reaching the poor*. *American Journal of Public Health*, 2004. **94**(5): p. 726-36.
49. Schellenberg, J.A., et al., *Inequities among the very poor: health care for children in rural southern Tanzania.[see comment]*. *Lancet*, 2003. **361**(9357): p. 561-6.
50. Spencer, N.J. and S. Logan, *The treatment of parental height as a biological factor in studies of birth weight and childhood growth*. *Archives of Disease in Childhood*., 2002. **87**(3): p. 184-7.
51. Ramakrishnan, U., et al., *Role of intergenerational effects on linear growth*. *Journal of Nutrition*, 1999. **129**(2S Suppl): p. 544S-549S.
52. Arifeen, S.E., et al., *Determinants of infant growth in the slums of Dhaka: size and maturity at birth, breastfeeding and morbidity*. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2001. **55**(3): p. 167-78.

Table I. Distribution of time-varying variables on the five follow-ups\*

Time-varying variables	Observation				
	Baseline (n=133)	1 (n=133)	2 (n=127)	3 (n=119)	4 (n=73)
Linear growth, cm		1.416 ± 0.439	1.165 ± 0.358	1.015 ± 0.345	0.938 ± 0.358
Weight gain, kg		0.279 ± 0.150	0.208 ± 0.127	0.177 ± 0.145	0.204 ± 0.157
Nutritional indicators <sup>1</sup>					
Length for age Z-scores	-0.41; 4.3	-0.48; 9.0	-0.51; 7.1	-0.61; 11.8	-0.60; 11.0
Weight for length Z-scores	0.35; 0	-0.11; 1.5	-0.35; 3.9	-0.55; 5.9	-0.53; 9.6
Weight for age Z-scores	-0.01; 5.8	-0.49; 9.0	-0.70; 13.4	-0.84; 14.3	-0.75; 12.3
Breastfeeding status, feedings/24 h	10.44 ± 6.55	8.74 ± 5.30	7.72 ± 5.56	5.97 ± 5.76	3.82 ± 5.07
Food consumption score	42.28 ± 11.69	51.44 ± 9.65	55.69 ± 8.59	59.01 ± 7.01	60.31 ± 7.09
Reported diarrhea, % time ill		5.21 ± 9.1	5.47 ± 1.0	4.67 ± 6.5	5.27 ± 9.6
Reported cough, % time ill		19.17 ± 20.0	15.12 ± 18	13.03 ± 16.0	13.08 ± 17.0
Reported fever, % time ill		5.0 ± 7.0	3.5 ± 4.8	3.55 ± 5.2	2.12 ± 3.9
Reported unspecified symptoms, % time ill		3.8 ± 9.0	3.8 ± 9.0	6.7 ± 13	5.25 ± 13
Reported healthy days, % time in health		71 ± 23	75 ± 20	74 ± 22	76 ± 23

\*Values are means and ± SD

<sup>1</sup> Values calculated as Z scores based on reference population of WHO1978 (20). Values are means; % < -2SD.

**Table II. Results for level 1 model including only the intercept random model (0) and the slope random model (1)**

<i>Dependent variables</i>	<i>Linear growth</i>				<i>Weight gain</i>			
	<i>0</i>		<i>1</i>		<i>0</i>		<i>1</i>	
	<i>Empty model</i>		<i>Random slope</i>		<i>Empty model</i>		<i>Random slope</i>	
<i>Model</i>	<i>Coeff<sup>1</sup></i>	<i>S.E.</i>	<i>Coeff<sup>1</sup></i>	<i>S.E.</i>	<i>Coeff<sup>1</sup></i>	<i>S.E.</i>	<i>Coeff<sup>1</sup></i>	<i>S.E.</i>
Fixed effects								
1. Intercept								
Initial status $\gamma_{00}$	74.299	0.271*	64.828	0.315*	9.156	0.109*	7.682	0.106*
2. Age								
a) Age (t-5) $\gamma_{10}$			1.419	0.067*			0.193	0.007*
3. Age square								
b) Age square (t-5) <sup>2</sup> $\gamma_{20}$			-0.022	0.004*				
Random effects								
Between individuals	5.861				1.454			
c) Initial status, $\tau_0^2$			6.188	0.889*			1.336	0.183*
d) Age (t-5), $\tau_1^2$			0.020	0.004*			0.004	0.000*
e) Covariance ( $\tau_{01}$ ) <sup>&amp;</sup>			0.015	0.047			-0.009	0.009
Within individuals	12.852				0.478			
f) Residual, $\sigma^2$			0.352	0.035*			0.051	0.005*
Intraclass correlation coefficient**					75%			
	31%							

1. Coeff stand for regression coefficients in multilevel analysis  
&  $\tau_{01} = \text{cov}(U_{0i}, U_{1i})$

\*  $p < 0.05$ .

\*\* Intraclass correlation coefficient =  $\tau_{00}^2 / (\tau_{00}^2 + \sigma^2)$ ;

**Table III. Results for Level-1 model including within-and between child regressions separately by feeding practices and infant illness**

<i>Dependent variable</i>	<i>Linear growth</i>		<i>Weight gain</i>	
<i>Model</i>	$2^1$		$2^1$	
<i>Time-varying variables</i>	<i>Level-1 model</i>		<i>Level-1 model</i>	
	<i>Coeff.</i>	<i>S.E</i>	<i>Coeff</i>	<i>SE</i>
4. Breastfeeding (0/1)				
a) Between-child differences $\gamma_{03}$	-0.076	0.041	-0.034	0.017
b) Within-child differences $\gamma_{30}$	0.269	0.133*	0.077	0.064
5. Food consumption score				
a) Between-child differences $\gamma_{04}$	0.034	0.038	0.023	0.017
b) Within-child differences $\gamma_{40}$	0.010	0.008	0.000	0.003
6. Reported healthy days				
a) Between-child differences $\gamma_{05}$	2.709	1.178*	0.963	0.525
b) Within-child differences $\gamma_{50}$	0.391	0.259	0.289	0.100*
7. Reported diarrhea				
a) Between child differences $\gamma_{06}$	-0.058	3.645	-0.389	1.918
b) Within-child differences $\gamma_{60}$	-0.801	0.565	-0.392	0.286
8. Reported fever				
a) Between-child differences $\gamma_{07}$	-5.075	4.749	-3.395	2.339
b) Within-child differences $\gamma_{70}$	1.214	0.952	-0.700	0.333*
9. Reported cough				
a) Between-child differences $\gamma_{08}$	-4.719	1.366*	-1.753	0.646*
b) Within-child differences $\gamma_{80}$	0.064	0.282	-0.141	0.115
10. Reported un-specific symptoms				
a) Between-child differences $\gamma_{09}$	-3.385	3.515	-0.231	1.179
b) Within-child differences $\gamma_{90}$	-0.934	0.504	-0.408	0.209*

1. Adjusted by fixed factors for age and random effect, data not presented.

\*  $p < 0.05$ .

**Table IV. Results for level-1 model explained by breastfeeding and food consumption score**

<i>Dependent variable</i>	<i>Linear growth</i>		<i>Weight gain</i>	
<i>Time varying variables</i>	<i>Level-1 model<sup>1</sup></i>		<i>Level-1 model<sup>1</sup></i>	
	<i>Coeff.</i>	<i>S.E</i>	<i>Coeff</i>	<i>SE</i>
1. Breastfeeding <sup>2</sup> * Food consumption score <sup>3</sup>				
a) Breastfed (0)/ Food score (<0)	ref		ref	
b) Breastfed (0)/ Food score (>=0)	0.221	0.144	0.138	0.059*
c) Breastfed (1)/ Food score (<0)	0.395	0.160*	0.184	0.070*
d) Breastfed (1)/ Food score (>=0)	0.440	0.159*	0.170	0.068*

1. Model adjusted by morbidity conditions.

2. Breastfeeding recorded: yes(1); no (0)

3. Food score < 0 mean that the child i's food score at each lagged period ( $X_{it}$ ) were less than the child i's total mean food score ( $X_i$ )

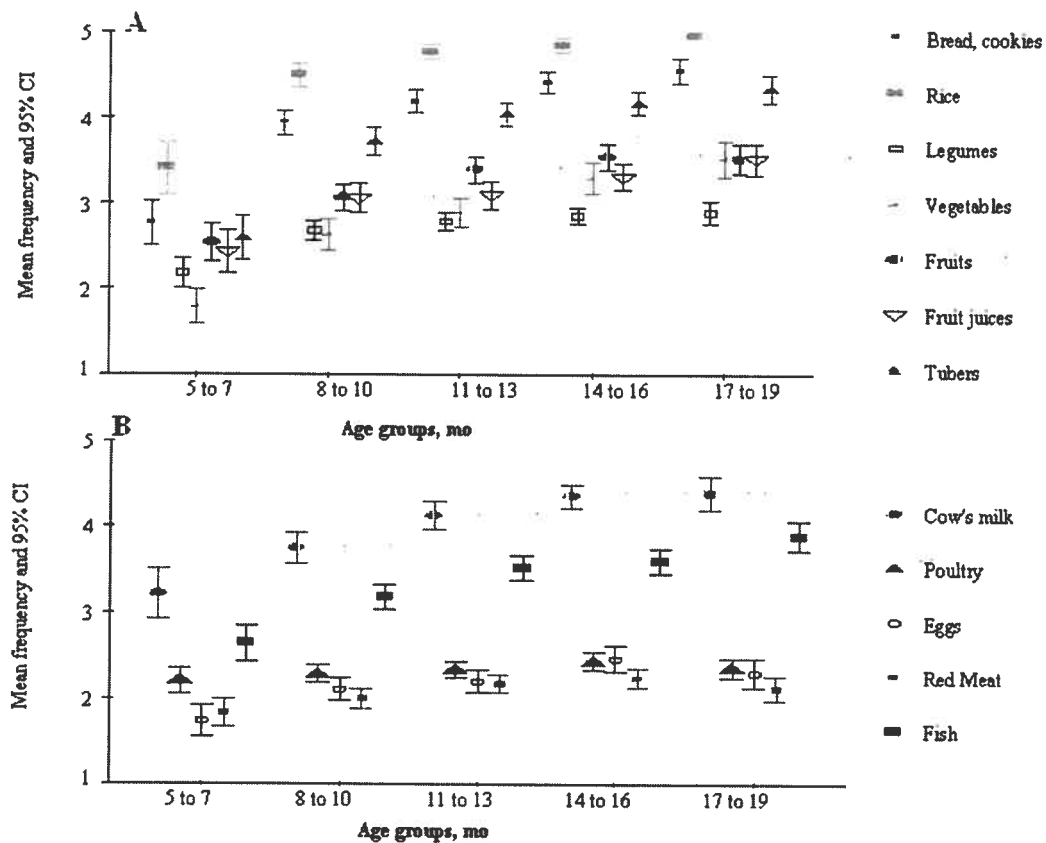
\*  $p < 0.05$ .

**Table V. Results for Level-1 (within-child) and Level-2 (between-child) regressions including time-varying variables, and fixed child and maternal variables**

<i>Dependent variable</i>	<i>Linear growth</i>		<i>Weight gain</i>	
	3		3	
<i>Model</i>	<i>Coeff.</i>	<i>S.E</i>	<i>Coeff.</i>	<i>S.E</i>
<i>Fixed effects</i>				
1. Intercept				
a) Initial status $\gamma_{00}$	50.920	6.428*	6.957	0.532*
b) Children's gender (m (0)/f (1))	-1.546	0.438*	-0.613	0.195*
c) Pre-term/term birth	-1.363	0.598*	-0.784	0.299*
d) Maternal height	0.069	0.038	---	---
e) Mother's level of education	-0.069	0.055	0.046	0.032
2. Age				
a) Age (t-5) $\gamma_{10}$	0.648	0.503	0.175	0.017*
b) Children's gender (m (0)/f (1))	0.043	0.032	0.020	0.014
c) Pre-term/term birth	-0.043	0.031	-0.010	0.015
d) Maternal height	0.003	0.003	---	---
e) Mother's level of education	0.013	0.004*	0.001	0.001
3. Age square				
a) Age square (t-5) <sup>2</sup> $\gamma_{20}$	-0.020	0.004	---	---
4. Breastfeeding (0/1)				
a) Between-child differences $\gamma_{03}$	-0.061	0.044	-0.024	0.017
b) Within-child differences $\gamma_{30}$	0.286	0.139*	0.302	0.116*
c) Mother's level of education	---	---	-0.030	0.014*
6. Reported healthy days				
a) Between-child differences $\gamma_{05}$	2.861	1.085*	1.128	0.504*
b) Within-child differences $\gamma_{50}$	0.353	0.266	0.282	0.103*
<i>Random effects</i>				
Between individuals				
c) Initial status, $\tau_0^2$	5.016	0.741*	1.145	0.159*
d) Age (t-5), $\tau_1^2$	0.015	0.003*	0.003	0.000*
e) Covariance ( $\tau_{01}$ )	0.018	0.039	-0.006	0.008
Within individuals				
f) Residual, $\sigma^2$	0.347	0.034*	0.049	0.005*

\* p &lt; 0.05

Figure 1 Changes in frequency of food group's consumption by age



Legend: Values are means  $\pm$  SEM (n=1125 food frequency measures). Food frequency of food groups in the previous week, was recorded as (1): never; (2): less than twice per wk; (3): almost twice per wk; (4): three to five times per wk; (5): every day.



## **5. Discussion et Conclusion**

### **5.1 Synthèse de la problématique et de la méthodologie**

Cette étude porte sur l'identification des déterminants sociaux de la nutrition infantile et la vérification des résultats concernant les pratiques alimentaires et la morbidité infantile chez les enfants afro-colombiens âgés entre 6 et 18 mois. La revue de la littérature a fait ressortir trois points importants : (1) Les associations entre le statut socio-économique et l'état nutritionnel sont plutôt positives, mais les mécanismes impliqués dans ces relations sont mal compris. La recherche dans le domaine de l'épidémiologie sociale démontre que des facteurs autres que les pratiques de soins, telles les ressources psychosociales et matérielles, pourraient avoir un rôle de mécanisme intermédiaire. (2) L'association importante qui lie l'état nutritionnel de l'enfant et le réseau social de la mère. De plus, un des courants de l'épidémiologie sociale suggère également de considérer le réseau social comme cause fondamentale de la malnutrition infantile. (3) Les spécificités culturelles en termes de pratiques, croyances, santé environnementale, accès aux ressources de santé locales, et statut de la femme, c'est-à-dire une approche contextualisée.

Notre premier grand défi a été de synthétiser, dans un modèle conceptuel, les déterminants de l'état nutritionnel infantile et de proposer trois hypothèses pour les trois niveaux de causes : fondamentales, sous-jacentes et proximales. Nous avons enchaîné nos variables et nos concepts dans le but de différencier les effets directs des effets indirects, et de décrire le concept de cause distale et proximale [134]. Les concepts à l'étude et la démarche de nos trois premiers articles ont été faits pour décrire la pertinence du modèle. De plus, notre étude de cohorte a fait progresser nos résultats en termes des associations dans le temps des pratiques de soins, de la morbidité infantile et de la croissance en taille et en poids. La modélisation de la croissance infantile par les analyses multiniveaux s'est avérée très puissante en ce qui concerne la recherche des causes proximales de la carence nutritionnelle, tel que constaté par d'autres auteurs [91, 138]. Les analyses des deux indices nutritionnels – poids-taille et taille-âge – nous ont permis de fournir des conclusions quant aux deux processus nutritionnels. Finalement, sans le décrire de manière détaillée, notre thèse est un premier pas vers l'adaptation et la validation de trois instruments de mesure portant sur l'insécurité alimentaire et sur deux types de soutien social en Colombie. C'est la première étude à aborder les systèmes de croyances des femmes afro-colombiennes sur la question de l'alimentation de leurs enfants [121].

## 5.2 Rappel des résultats saillants et conclusions

Premier résultat : *Les indices nutritionnels situent notre population à l'étude parmi celles ayant le moins de problèmes de malnutrition.*

L'ampleur du problème est que la malnutrition aiguë atteinte 2,6 % des enfants et la malnutrition chronique 9,8 %. Ces statistiques situent notre population au même niveau de malnutrition que la Colombie (1,0 % et 10 % respectivement). Ce sont les mêmes statistiques que pour l'état nutritionnel rapporté pour l'ensemble de la région du Pacifique dans l'enquête de santé effectuée en 2000 (1,0 % et 9,8 %). Notre population a un meilleur état nutritionnel que les enfants amérindiens vivant dans la région du Pacifique (49 % de déficit de l'indice taille-âge) et ce, même si les enquêtes de 1995 et 2000 ne démontraient pas d'amélioration significative des conditions de vie des populations afro-colombiennes [13, 14]. Comparée aux autres pays latino-américains, notre population se situe au-dessous de la prévalence de malnutrition chronique chez les enfants de moins de 2 ans au Pérou (21 %) et en Bolivie (22 %) [13, 14, 17].

Deuxième résultat : *Le modèle conceptuel s'est avéré pertinent pour étudier les déterminants de l'état de nutrition infantile*

Tout d'abord notre modèle soutient que le niveau d'éducation de la mère et son revenu contribuent aux inégalités observées (hypothèse 1). Accéder à une éducation de niveau secondaire, avoir un salaire minimum selon les standards colombiens et un réseau social étendu influencent positivement les conditions nutritionnelles des enfants. Le modèle confirme en outre l'association entre le statut socio-économique et la santé, modèle issu de deux courants de l'épidémiologie sociale. Les enfants dont la mère provient d'un milieu social pauvre sont plus exposés à l'insécurité alimentaire et à des conditions de logement inadéquates (ressources matérielles). Ces mêmes mères auront peu de soutien social et peu de contrôle sur les ressources (ressources psychosociales). L'approche de plusieurs recherches dans le domaine de la nutrition infantile, qui expliquent les différences sociales de la malnutrition infantile par la distribution des facteurs de risque individuels liés aux comportements, s'est avérée juste [139]. Les facteurs de risque sont la santé reproductive de la mère, la diversité des aliments complémentaires, l'utilisation de services de soins préventifs et la susceptibilité de contracter des maladies infantiles.

De plus, nos résultats confirment les associations proposées dans le modèle causal de l'UNICEF : (1) l'effet direct des ressources maternelles sur l'état nutritionnel de l'enfant (hypothèse 2), et (2) les effets indirects via leur influence sur les pratiques de soins et la santé générale de l'enfant. Ainsi, les ressources nécessaires pour un bon état nutritionnel se situent aux niveaux suivants : matériel (accès à la nourriture, possession de toilettes et au logement), social (soutien général, soutien au couple, partage des décisions et des ressources) et humain (état de santé et de nutrition de la mère, et laps de temps entre chaque grossesse). Comme dans d'autres recherches, la sécurité alimentaire est positivement associée à la diversité des aliments offerts à l'enfant [68], le soutien social positif facilite l'allaitement maternel [140], des grossesses espacées facilitent les soins préventifs [62] et l'accès à des toilettes diminue la probabilité d'infections [77].

*Troisième résultat : Dans notre étude, les faibles indices taille-âge et poids-taille dans les premiers 18 mois de la vie de l'enfant sont tout autant associés aux déterminants sociaux qu'aux facteurs biologiques.*

Pour l'indice taille-âge, nous avons observé un déficit dès l'âge de 6 mois, dû vraisemblablement à une naissance prématurée ou encore à un retard de croissance intra-utérin comme décrit à l'article 4 et dans d'autres études [92]. L'étude de cohorte note que les déficits pour cet indice sont dus au ralentissement de la croissance en taille, qui est cumulatif avec l'âge. Les principaux obstacles à la croissance sont déterminés par l'insécurité alimentaire, le faible soutien social, le statut socio-économique bas et le réseau social restreint de la mère. Ces ressources limitent à leur tour la diversité de l'alimentation et les pratiques préventives, qui sont des facteurs de prévalence d'un faible indice taille-âge. De plus, nos résultats confirment les effets néfastes sur la croissance des épisodes répétés d'infections et maladies respiratoires, puisque les enfants n'ont pas suffisamment de temps pour récupérer [111].

Par contre, l'indice poids-taille ne se détériore qu'après l'âge de 12 mois, comme le mentionne Shrimpton et al [36] dans son étude sur les populations latino-américaines, asiatiques et africaines. L'état de santé de l'enfant est un des facteurs fortement associés. Dans l'étude de prévalence, des associations ont été faites avec les scores de morbidité, la santé perçue de l'enfant et la fréquence de maladies parasitaires : helminthiase et giardiase [141], associations qui se sont confirmées par l'étude de cohorte. Un défaut de gain de poids était relié aux épisodes de fièvre et de maladies respiratoires, ce qui confirme la relation entre infection et malnutrition [142]. En mesurant la

fréquence des symptômes respiratoires et de la fièvre, notre étude a démontré que les épisodes aigus contribuent à un défaut de gain de poids [108, 109].

Un autre facteur concerne la relation entre l'état nutritionnel de la mère et l'indice poids-taille, puisqu'une mère souffrant de malnutrition serait plus encline à avoir un enfant de petits poids à la naissance [88] et que les deux (mère-enfant) sont soumis aux mêmes difficultés sociales. Finalement, le manque d'hygiène (absence de toilettes), l'insécurité alimentaire et le statut socio-économique s'avèrent aussi des facteurs de faibles rapports poids-taille. Le statut économique faible a le même effet sur l'indice taille-âge que sur l'indice poids-taille (voir annexe 11).

Selon nous, les facteurs causant de faibles indices taille-âge ou poids-taille ne sont pas différents, contrairement à ce qui est mentionné dans d'autres recherches [32, 143] puisque nos résultats démontrent que le manque d'associations entre certaines ressources et l'indice poids-taille serait plutôt causé par un problème de puissance statistique. Par exemple, la puissance (erreur-type II) calculée pour l'association entre la sécurité alimentaire et l'indice de rapport taille-âge était de 75 %, tandis que pour l'indice de rapport poids-taille, il était de 45 %.

Quatrième résultat : *L'allaitement maternel atténue les effets négatifs associés à un milieu de vie défavorable.*

Comme nous l'avons vu, les communautés afro-colombiennes, milieu avec un haut niveau de pauvreté, favorisent l'allaitement maternel et le font sur une longue période de temps. Ceci réfère à la notion de déviance positive, caractéristique des populations où, malgré les conditions de vie défavorables, certains enfants présentent quand même une croissance satisfaisante [22]. L'explication la plus probable de cet effet modulateur, c'est l'effet positif de l'allaitement maternel selon plusieurs auteurs [16, 17, 48]. Un effet positif direct sur la croissance linéaire, et un effet modérateur sur l'augmentation de poids en ce qui a trait au niveau d'éducation de la mère, a été observé dans notre recherche. Pour bien saisir cette évidence, nous avons tenu compte des croyances concernant l'alimentation de l'enfant. Nous avons exploré cette association par un devis longitudinal et nous avons démontré que l'allaitement agit de manière positive sur l'état nutritionnel.

La pratique de l'allaitement dans notre population paraît davantage reliée aux normes culturelles qu'au fait de connaître que l'allaitement ait un effet positif sur la nutrition infantile [121]. Afin de réduire le taux de mortalité des femmes esclaves, l'histoire démontre que les mères ont été encouragées à allaiter afin d'augmenter l'espacement des grossesses. Ceci garantissait la main-d'œuvre noire pour le travail dans les mines et l'agriculture dans la colonie. De plus, l'allaitement maternel a été une stratégie utilisée par les femmes esclaves afin d'avoir leurs enfants près d'elles plus longtemps [121]. Notre étude qualitative démontre que le sevrage est relié plus souvent à l'entrée sur le marché du travail de la mère ou aux symptômes reliés à la pratique même de l'allaitement (maux de dos, pertes de poids). Dans l'étude de prévalence, les femmes qui allaitaient avaient une perception plus positive de la croissance et de la santé générale de leur enfant (article 1) que celles qui avaient sevré leur enfant (contrairement aux arguments de causalité inversée). Les résultats de l'étude de cohorte nous ont permis d'évaluer la temporalité de ces associations, tel que rapporté à l'article 4. Ce n'est qu'à la dernière mesure que nous avons observé que le sevrage était souvent dû à la malnutrition de l'enfant (comme dans les résultats de causalité inversée). Donc, nos résultats soutiennent que la relation entre l'allaitement prolongé et la croissance infantile ne s'expliquerait pas par la causalité inversée dans la population à l'étude.

Enfin, l'allaitement maternel avait un effet indépendant par rapport à la fréquence de consommation d'aliments, mesurée par le score de diversité (article 4). Ceci suggère fortement que l'allaitement en soi est une source importante d'énergie, particulièrement de graisse, qui diminue les besoins quotidiens d'autres aliments complémentaires [95]. Nos groupes de discussion ont mis en évidence que la pratique de l'allaitement des enfants la nuit était faite sur demande, ce qui peut expliquer pourquoi les aliments complémentaires (variété d'aliments solides pour les 12 mois et plus) n'ont pas remplacé l'allaitement maternel. Nous avons aussi observé que l'allaitement maternel diminuait la prévalence de parasites intestinaux dans la population à l'étude. Ainsi, la prévalence de polyparasitisme intestinal (OR : 6,79), les helminthiases (OR : 7,52) et les giardiases (OR : 2,89) était plus élevée chez les enfants non allaités. Ces résultats sont en accord avec d'autres recherches [144]. Les autres avantages associés à l'allaitement sont l'attachement psychologique de la mère à l'enfant et l'aménorrhée chez la femme qui allaite de manière exclusive.

### **5.3 Forces méthodologiques**

Nous avons décrit la croissance infantile en utilisant les analyses multiniveaux. Ces analyses s'avèrent utiles pour les études longitudinales dans des populations à grande mobilité et lorsque les

problèmes logistiques de la recherche ne permettent pas de suivre les enfants à des intervalles de temps précis, comme dans notre étude [145]. De plus, la puissance de ces modèles s'est avérée élevée, étant donné qu'ils tiennent compte des données manquantes [146]. Les analyses multiniveaux permettent d'estimer une variabilité intra-sujet et inter-sujet, contrairement aux méthodes de survie et de régressions linéaires qui décrivent seulement la variabilité inter-sujet. On risque donc de sous-estimer l'association intra-sujet, tel que mentionné dans l'étude de Molbak et al. [91] sur les effets de l'allaitement maternel en Papouasie-Nouvelle Guinée. Cependant, il reste à évaluer si, à la lumière de nos résultats d'analyses et d'autres recherches utilisant des analyses multiniveaux, les associations entre allaitement maternel après 6 mois et vitesses moindres des changements en taille et en poids sont toujours discutables, comme c'est le cas ici.

Nous avons adapté et validé trois instruments pour mesurer les ressources maternelles dans des contextes culturels différents du nôtre : l'échelle d'insécurité alimentaire du *Community Childhood Hunger Identification Project*, validée en espagnol dans d'autres populations latino-américaines [119], l'échelle de soutien social de *Duke-UNC-11*, validée en espagnol [118], et l'échelle de soutien du mari de *l'Étude longitudinale du développement de l'enfant du Québec* [132], qui n'a jamais été utilisée auprès d'une population de langue espagnole. Nos résultats suggèrent que les instruments de mesure de la sécurité alimentaire et du soutien social peuvent être utilisés dans d'autres communautés.

L'échelle d'insécurité alimentaire de l'étude menée au Venezuela [119] a fait ressortir deux facteurs : un concernant le manque d'accès à la nourriture et l'autre concernant la faim. Par contre, nous n'avons trouvé qu'un seul facteur dans nos analyses factorielles [130]. Nous expliquons cela par la différence qui existe entre notre population à l'étude et celle du Venezuela concernant la sécurité alimentaire, notre population étant plus favorisée. Toutefois, nos résultats démontrent une relation positive entre la faim et la sévérité de l'insécurité alimentaire, ceci en accord avec les autres études recensées [70]. De plus, la validité de construit a démontré que l'échelle de sécurité alimentaire était reliée au statut socio-économique de la femme, comme le sont les conditions de vie, son niveau d'éducation et sa santé perçue [73, 147, 148]. La consistance interne de l'échelle a été satisfaisante car la valeur du coefficient alpha de Cronbach était de 0,90.

Comme dans l'étude initiale de Broadhead (1988), et les études menées en Espagne [118], l'analyse de l'échelle du *Duke-UNC-11* notait la présence de deux facteurs : confidentiel et affectif [130, 133]. Ces deux facteurs de soutien social ont été reliés au niveau d'éducation de la mère, son niveau

économique, et son réseau social, comme dans l'étude de Berkman et al [26]. Dans le cas de l'échelle de soutien du père, nous n'avons pas trouvé d'étude avec laquelle nous pouvions faire des comparaisons, cependant l'échelle montrait une solution factorielle unidimensionnelle, une cohérence interne satisfaisante (alfa de Cronbach = 0,88), et des corrélations significatives avec le niveau d'éducation de la mère et son niveau économique [26].

Finalement, lors de notre étude, nous avons exploré la relation entre le statut socio-économique et l'état nutritionnel en utilisant trois variables. Nous avons confirmé que ces relations sont indépendantes du concept choisi. Certaines révisions récentes issues de l'épidémiologie sociale ont mis en évidence que les variables mesurant le statut socio-économique telles que l'éducation, l'occupation, le revenu ou les conditions de logement peuvent être traitées de manière indépendante [149, 150]. Par contre, si nous focalisons sur un seul de ces indicateurs en nous satisfaisant des résultats, nous risquons de ne pas avoir d'explication complète puisque nous ne savons pas quels rôles jouent les autres indicateurs [149, 150]. On peut donc utiliser chaque indicateur pour mesurer des concepts différents, ou les utiliser tous pour mesurer différents mécanismes reliés à la santé [151]. C'est précisément ce que nous avons fait. Nous avons considéré que chaque indicateur du statut socio-économique représente une ressource différente : humaine (niveau d'éducation de la mère) matérielle (revenu) et sociale (réseau social). Nous avons exploré plusieurs mécanismes (matériels, psychosociaux et comportementaux). Et nous avons constaté que tant l'éducation de la mère que son revenu sont à la fois des mécanismes matériels et psychosociaux, mais que le réseau social de la mère a des effets sur la nutrition de l'enfant, en partie du fait de la santé de l'enfant.

#### **5.4 Limites de notre étude**

##### **Biais**

Une des sources majeures de biais dans les enquêtes épidémiologiques provient des effets de sélection. Lorsque l'enquête diffère de la population cible en raison du recrutement ou du suivi des sujets, nous pouvons penser à ce type de biais. Cependant, les taux de participation dans les devis transversal et longitudinal étaient élevés (89 % et 90 %). En utilisant le quartier comme indicateur des conditions socio-économiques, nous avons constaté que les non participants n'étaient pas concentrés dans un quartier spécifique, nous avons donc conclu que les participants étaient représentatifs des non participants. De plus, la prévalence de malnutrition dans l'étude transversale

et l'étude longitudinale était similaire à celle d'un échantillon aléatoire des populations afro-colombiennes habitant la région Pacifique, 9,8 % [14].

Dans l'étude de cohorte, 18 des 138 enfants n'ont pu être suivis pour différentes raisons (13 %). Pour ces 18 enfants, nous avons déterminé les scores Z taille-âge et poids-taille au début de l'étude et ils avaient un score plus faible pour l'indice taille-âge ( $p=0,11$ ), mais étaient de même niveau que les autres quant à l'indice poids-taille. Le niveau de scolarité de leur mère était plus faible ( $p=0,06$ ), mais la moyenne des possessions matérielles était comparable. Cependant, la moyenne du niveau d'éducation de la mère pour les sujets encore à l'étude ( $n=138$ ) était similaire à chaque intervalle de temps, ce qui suggère que les abandons ( $n=18$ ) ne modifient pas de manière flagrante la distribution de cette variable.

Concernant la mesure de fréquence de la maladie, il pourrait y avoir une estimation erronée des épisodes de fièvre, de toux ou de diarrhée puisque cette mesure dépendait des rapports fournis par la mère (selon ses propres critères). Étant donné la difficulté de suivre de manière active les épisodes de maladie de l'enfant (visiter la mère quotidiennement), nous avons tenté de diminuer le biais de mémoire par le registre journalier des symptômes. Par exemple, les études [125] notent que le fait d'attendre plus de 3 jours avant de faire un rappel pouvait mener à une sous-estimation de 25 % en ce qui concerne les épisodes de diarrhée et de fièvre. Par contre, un rappel tous les 7 jours est convenable pour ce qui est des épisodes respiratoires [125]. Quelques études [109] ont démontré la validité de notre approche. Il reste que dans notre étude, il pourrait y avoir une sous-estimation des épisodes de diarrhée, tel que discuté à l'article 4.

La mesure de la diète de l'enfant entraîne aussi des difficultés. Le biais dans le rappel de l'allaitement maternel pendant les premiers 6 mois de vie est bien décrit. Plus l'enfant est jeune, plus l'introduction aux aliments est rapportée comme tardive [89]. Pour l'étude de prévalence, nous avons trouvé la même proportion d'enfants allaités de manière exclusive avant 12 mois et après 12 mois [121]. Notre étude de cohorte démontrait que nos estimations dans l'étude de prévalence n'étaient pas biaisées : la moyenne d'âge d'introduction des aliments était de 3,5 mois dans l'étude de prévalence et de 3,7 mois dans l'étude de cohorte. La durée rapportée de l'allaitement maternel risque d'être mal classifiée au fur et à mesure que l'enfant avance en âge [89]. Toutefois, la durée de l'allaitement était sensiblement la même dans l'étude de prévalence et l'étude de cohorte (10 mois et 13 mois respectivement). Puisque la mesure de l'allaitement a été mesurée tous les mois dans l'étude de cohorte, cette mesure a été bien estimée dans l'étude de prévalence. Nous n'avons



pu valider notre enquête de fréquence de consommation d'aliments avec une mesure quantitative de la diète. Il reste donc à savoir si nos patrons de diète ou notre mesure de la diversité utilisée dans les deux études sont des indicateurs adéquats des besoins nutritionnels ou de la qualité de la diète [102]. Quoi qu'il en soit, notre variable des patrons d'alimentation complémentaire ou de diversité dans l'étude de prévalence était reliée de façon positive à l'état nutritionnel, comme dans d'autres études [152, 153]. En outre, la variable qui mesure le patron d'alimentation type I a été associée à la variable de sécurité alimentaire et aux conditions socio-économiques, faisant ainsi la preuve de la validité de construit.

### L'approche hiérarchique

Les analyses hiérarchiques tiennent compte des facteurs distaux, des mécanismes intermédiaires et des facteurs proximaux. Cette approche est issue de la méthode d'analyses causales (*path analysis*). Dans les analyses de survie [135] et de régression logistique [136], nous observons les changements dans les coefficients afin d'évaluer la contribution des mécanismes intermédiaires aux associations entre les facteurs distaux et la variable dépendante, en approfondissant auparavant la relation entre les variables distale et intermédiaire. Cependant, ces analyses ont des limites. Les récentes modélisations statistiques suggèrent que nous risquons de sous-estimer les effets des causes distales (comme l'éducation) lorsque nous évaluons les relations hiérarchiques en utilisant la régression linéaire ou logistique [149, 154]. Par ailleurs, la part de l'explication des mécanismes intermédiaires dépend de la liaison entre la variable plus distale et la variable intermédiaire, de même que de la mesure même de la variable intermédiaire [155].

### Le hasard et la temporalité

Selon les critères de causalité, le caractère observationnel et transversal de nos résultats ne nous permet pas de parler de causes. Premièrement, parce que nous n'avons pas soumis au hasard nos facteurs d'exposition, il serait difficile d'isoler le rôle des autres variables confondantes qui n'ont pas été mesurées. Dans le cas de la temporalité, nous n'avons pu déterminer si c'est l'état nutritionnel de l'enfant qui agit sur le statut social de la mère (sélection de la maladie), plutôt que le statut social sur la santé de l'enfant ; mais les facteurs reliés autant à la malnutrition qu'au statut social expliqueraient ces associations (sélection indirecte). Toutefois, l'expérimentation pour évaluer des faits sociaux a démontré ses limites [156, 157] : tenant à l'éthique, la contamination des groupes et la dépendance du contexte. De plus, les recherches qui concernent la sélection de la

maladie ont été controversées et il est fort probable que cette sélection élargisse l'écart entre les couches sociales plutôt que de le diminuer [158]. La sélection indirecte jouera un rôle dans notre recherche dans le cas où la relation entre le statut social et l'état nutritionnel serait due à l'effet de la taille de la mère sur ces deux variables. Cependant, les recherches ont constaté que la taille de la mère est un mécanisme intermédiaire entre le statut social et l'état nutritionnel [40]. Dans notre étude, ces associations sont indépendantes de la taille de la mère.

### **5.5 . Implications de notre étude pour la santé publique et les recherches à venir**

Il est important de souligner que *l'épidémiologie a la mission d'être au service de la santé publique et toute tentative de s'affranchir de cette tutelle serait répréhensible*[159]. À cet égard, nous considérons que l'épidémiologie est une discipline de plus en plus nécessaire pour préparer des actions de santé plus efficaces et plus acceptables pour la société. Comparée aux autres domaines de l'épidémiologie, l'épidémiologie sociale apporte plus de réponses aux questions que la santé publique se pose en termes de stratégies pour améliorer la santé des populations. Son but est précisément de décrire et de proposer des hypothèses en ce qui a trait aux effets des variables sociales et de tester les mécanismes qui expliquent les inégalités sociales en santé dans la population. La nouvelle approche de l'épidémiologie sociale va au-delà de l'explication des différences des couches sociales à partir des choix individuels dans les styles de vie. L'épidémiologie sociale a fait d'importantes découvertes en ce qui concerne la contribution du réseau social sur les inégalités de santé, en reconnaissant qu'il existe d'autres domaines de la vie sociale que les possessions matérielles.

De façon plus spécifique, nous avons mieux cerné les déterminants sociaux de la nutrition infantile et des mécanismes à l'origine des inégalités sociales dans une population afro-colombienne en utilisant les modèles de l'épidémiologie sociale. Nous avons constaté qu'il faudrait des stratégies afin d'améliorer la santé de la population des femmes et des enfants afro-colombiens et afin d'éradiquer la pauvreté. Plus encore, ces variables fondamentales agissent de multiples manières sur la santé de l'enfant, donc agir seulement sur les effets proximaux s'avérerait insuffisant.

Pourtant, notre approche ne nous éloigne pas des causes fondamentales, comme l'ont souligné d'autres auteurs [27, 54]. Au contraire, le cadre conceptuel par analyses hiérarchiques d'associations nous a permis de proposer des interventions à tous les niveaux. Par exemple, les interventions macro-économiques paraissent prometteuses : la redistribution du revenu et un

meilleur niveau d'éducation amélioreraient les conditions de vie de femmes. Une autre source d'intervention pourrait s'établir au niveau de services de santé offerts aux populations défavorisées : une meilleure accessibilité (économique dans notre cas) et une distribution équitable des ressources aux hôpitaux ruraux. Pour l'instant, les acteurs locaux de la santé dans notre population pourraient influencer les mécanismes proximaux : augmentation de la couverture de vaccination et utilisation de soins préventifs gratuits (suivi de la grossesse et de la croissance), meilleurs aliments complémentaires, éducation nutritionnelle et promotion de l'allaitement maternel. Les acteurs de la santé pourraient agir directement, de concert avec d'autres institutions, sur les ressources maternelles : garantir le soutien social, adresser des mesures éducatives aux pères des enfants, surveiller et intervenir en cas d'insécurité alimentaire.

Les limites de l'expérimentation ne sont pas seulement un problème de l'épidémiologie sociale. Les stratégies qui existent sur la nutrition de l'enfant dans le monde ont été le résultat d'études expérimentales sur les facteurs de risque proximaux. Par exemple, la vaccination des enfants, la prise de vitamine A, les aliments complémentaires enrichis, et l'allaitement exclusif. Par contre, la littérature récente, comme dans le cas du modèle de l'UNICEF, fait référence aussi aux limites des connaissances concernant les interventions à effectuer pour les ressources maternelles [16]. Le débat est lancé : nous ne devons pas tout connaître pour bien agir.

## **5.6. Recommandations**

Les recherches à venir devront approfondir certains aspects méthodologiques et vérifier de nouvelles hypothèses :

1. Étant donné les associations entre l'état nutritionnel de la mère et celui de l'enfant suggéré par cette étude, on devrait aussi privilégier une approche ciblée sur l'alimentation des mères dans les différents cycles de vie, soit durant l'adolescence, la grossesse et la période d'allaitement.
2. Étant donné les associations entre les patrons de diète complémentaire et la croissance infantile dans nos populations, on devrait promouvoir la recherche de validation quantitative de ces patrons comme des autres indices de diversité, afin de suggérer des recommandations finales sur la diète complémentaire de l'enfant de moins de 2 ans.

3. Étant donné l'incidence du statut de la mère à la maison sur la santé et la nutrition de son enfant, nous devons considérer des études approfondies sur le rôle de la femme dans la prise de décisions à la maison et la validation des instruments pour bien mesurer l'autonomie et le contrôle des ressources.
4. Étant donné la pénurie jusqu'ici d'études de validation des instruments comme l'insécurité alimentaire et le soutien social proposés dans cette étude, notre recherche suggère de poursuivre la validation de ces deux instruments.

## Références

1. Wilkinson, R. and M. Marmot, *Social Determinants of Health. The Solid facts*. 2003, World Health Organization: Geneve.
2. Evans, T., et al., *Summary*, in *Challenging Inequities in Health: From Ethics to Action*, T. Evans, et al., Editors. 2001, Oxford University Press: New York.
3. Evans, R.G., M.L. Barer, and T.R. Marmor, *Etre ou ne pas être en bonne santé: Biologie et Déterminants sociaux de la maladie*. 1996, Montreal: Press de l'Université de Montreal.
4. de Onis, M., et al., *Estimates of global prevalence of childhood underweight in 1990 and 2015*. JAMA, 2004. **291**(21): p. 2600-6.
5. Karlberg, J., et al., *Linear growth retardation in relation to the three phases of growth*. European Journal of Clinical Nutrition., 1994. **48**(Suppl 1): p. S25-43.
6. Garrett, J.L. and M. Ruel, *Are determinants of rural and urban food security and nutritional status different? Some insights from Mozambique*. World Development, 1999. **27**(11): p. 1955-1975.
7. Fernandez, I.D., J.H. Himes, and M. de Onis, *Prevalence of nutritional wasting in populations: building explanatory models using secondary data*. Bulletin of the World Health Organization, 2002. **80**(4): p. 282-91.
8. Larrea, C. and W. Freire, *Social inequality and child malnutrition in four Andean countries*. Pan American Journal of Public Health, 2002. **11**(5-6): p. 356-64.
9. Victora, C.G., et al., *Applying an equity lens to child health and mortality: more of the same is not enough.[see comment]*. Lancet, 2003. **362**(9379): p. 233-41.
10. Brown, K.H., *Diarrhea and malnutrition*. Journal of Nutrition, 2003. **133**(1): p. 328S-332S.
11. Anonymous, *Colombia 1995: results from the Demographic and Health Survey*. Studies in Family Planning, 1997. **28**(1): p. 67-71.
12. Anonymous, *Colombia 2000: results from the Demographic and Health Survey*. Studies in Family Planning, 2003. **34**(3): p. 211-5.
13. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 1995, Profamilia: Santa Fe de Bogota.

14. Profamilia, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*, Profamilia, Editor. 2000, Profamilia: Santa Fe de Bogota.
15. Zeitlin, M., *Nutritional resilience in a hostile environment: positive deviance in child nutrition*. Nutrition Reviews, 1991. 49(9): p. 259-68.
16. Martin-Prevel, Y., [*"Care" and public nutrition*]. Santé, 2002. 12(1): p. 86-93.
17. Ruel, M.T. and P. Menon, *Child feeding practices are associated with child nutritional status in Latin America: innovative uses of the demographic and health surveys*. Journal of Nutrition, 2002. 132(6): p. 1180-7.
18. Tabares, E. and B.E. Alvarado, *Estado Nutricional y practicas alimentarias en los primeros 18 meses de vida en poblaciones Amerindias y AfroColombianas de la Costa Pacifica*. Antropacifico, 2003. 1(2): p. 17-26.
19. Carrasquilla, G., et al., *Lactancia Materna en zonas marginales de grandes ciudades colombianas. Resultados de la encuesta de conocimientos, actitudes y practicas*, ed. F. FES. 1992, Cali: Fundacion para la Educacion Superior.
20. UNICEF, *Strategy for improved nutrition of Women and Children in developing countries*. 1990, United Nations' Children's Fund: New York.
21. Zeitlin, M., *Child Care and nutrition: The finding from positive deviance research*. 1996, Cornell International Nutrition: Ithaca.
22. Zeitlin, M., H. Ghassemi, and M. Mansour, *Positive deviance in child nutrition: with emphasis on psychological and behavioral aspects and implications for development*. 1990: United Nation University Press.
23. Begin, F., E.A. Frongillo, Jr., and H. Delisle, *Caregiver behaviors and resources influence child height-for-age in rural Chad*. Journal of Nutrition, 1999. 129(3): p. 680-6.
24. Carvalhaes, M.A. and M.H. Benicio, [*Mother's ability of childcare and children malnutrition*]. Revista de Saude Publica, 2002. 36(2): p. 188-97.
25. Evans, R.G. and G.L. Stoddart, *Consuming research, producing policy?* American Journal of Public Health, 2003. 93(3): p. 371-9.
26. Berkman, L.F., et al., *From social integration to health: Durkheim in the new millennium*. Social Science & Medicine, 2000. 51(6): p. 843-57.

27. Marmot, M.G., *Understanding social inequalities in health*. Perspectives in Biology & Medicine, 2003. **46**(3 Suppl): p. S9-23.
28. Allen, L.H., *Nutritional influences on linear growth: a general review*. European Journal of Clinical Nutrition, 1994. **48 Suppl 1**: p. S75-89.
29. Bhandari, N., et al., *Growth performance of affluent Indian children is similar to that in developed countries*. Bulletin of the World Health Organization, 2002. **80**(3): p. 189-95.
30. Waterlow, J.C., *Relationship of gain in height to gain in weight*. European Journal of Clinical Nutrition, 1994. **48**: p. 72-74.
31. Ricci, J.A. and S. Becker, *Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines*. American Journal of Clinical Nutrition, 1996. **63**(6): p. 966-75.
32. Frongillo, E.A., Jr., *Symposium: Causes and Etiology of Stunting. Introduction*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 529S-530S.
33. Organization, W.H., *Physical Status: The use and interpretation of anthropometry*, in *Technical report Series*, W.H. Organization, Editor. 1995: Geneva.
34. Lohman, T., A. Roche, and L. Fajardo, *Anthropometric Standardization Reference Manual*. 1990, Champaign, IL: Human Kinetics.
35. Walker, A.F. and J.B. Watkins, *Nutrition in Pediatrics: Basic science and clinical application*. Second ed. 1997, Hamilton: B.C. Decker Inc Publisher.
36. Shrimpton, R., et al., *Worldwide timing of growth faltering: implications for nutritional interventions*. Pediatrics, 2001. **107**(5): p. 1-7.
37. Luo, Z.C., et al., *Growth in early life and its relation to pubertal growth*. Epidemiology, 2003. **14**(1): p. 65-73, 2003 Jan.
38. Delisle, H., et al., *[Foetal programming of nutrition-related chronic diseases]*. Santé, 2002. **12**(1): p. 56-63.
39. Luo, Z.C. and J. Karlberg, *Critical growth phases for adult shortness*. American Journal of Epidemiology, 2000. **152**(2): p. 125-131.
40. Spencer, N.J. and S. Logan, *The treatment of parental height as a biological factor in studies of birth weight and childhood growth*. Archives of Disease in Childhood., 2002. **87**(3): p. 184-7.

41. Link, B.G. and J. Phelan, *Social conditions as fundamental causes of disease*. Journal of Health & Social Behavior, 1995. **Spec No**: p. 80-94.
42. Frongillo, E.A., Jr., M. de Onis, and K.M. Hanson, *Socioeconomic and demographic factors are associated with worldwide patterns of stunting and wasting of children*. Journal of Nutrition, 1997. **127**(12): p. 2302-9.
43. Griffiths, P., et al., *A tale of two continents: a multilevel comparison of the determinants of child nutritional status from selected African and Indian regions*. Health & Place, 2004. **10**(2): p. 183-99.
44. Waters, H., et al., *Weight-for-age malnutrition in Indonesian children, 1992-1999*. International Journal of Epidemiology, 2004. **33**(3): p. 589-595.
45. González , G.J. and M.G. Vega, *Condiciones sociodemograficas y estado nutricional de niños menores de un año en areas periféricas de Guadalajara, México*. Revista de Saude Publica, 1994. **28**(4): p. 268-276.
46. Marins, V.M. and R.M. Almeida, *Undernutrition prevalence and social determinants in children aged 0-59 months, Niteroi, Brazil*. Annals of Human Biology, 2002. **29**(6): p. 609-18.
47. King, S.E. and C.G. Nicholas Mascie-Taylor, *Nutritional status of children from Papua New Guinea: associations with socioeconomic factors*. American Journal of Human Biology, 2002. **14**(5): p. 659-68.
48. Ruel, M., et al., *Good care practices can mitigate the negative effect of poverty and low maternal schooling on children's nutritional status: Evidence form Accra*. World Development, 1999. **27**: p. 1993-2009.
49. Reed, B.A., J.P. Habicht, and C. Niameogo, *The effects of maternal education on child nutritional status depend on socio-environmental conditions*. International Journal of Epidemiology, 1996. **25**(3): p. 585-92.
50. Desai, S. and S. Alva, *Maternal education and child health: Is there a strong causal relationship?* Demography, 1998. **35**(1): p. 71-81.
51. Gage, A.J., *Familial and socioeconomic influences on children's well-being: an examination of preschool children in Kenya*. Social Science & Medicine, 1997. **45**(12): p. 1811-28.
52. Bronte-Tinkew, J. and G. DeJong, *Children's nutrition in Jamaica: do household structure and household economic resources matter?* Social Science & Medicine, 2004. **58**(3): p. 499-514.



53. Krieger, N., *Theories for social epidemiology in the 21st century: an ecosocial perspective*. International Journal of Epidemiology., 2001. **30**(4): p. 668-77.
54. Lynch, J., et al., *Income inequality, the psychosocial environment, and health: comparisons of wealthy nations*. Lancet, 2001. **358**(9277): p. 194-200.
55. Singh-Manoux, A., *Psychosocial factors and public health*. Journal of Epidemiology & Community Health, 2003. **57**(8): p. 553-6; discussion 554-5.
56. Marmot, M.G., *Tackling health inequalities since the Acheson inquiry*. Journal of Epidemiology & Community Health, 2004. **58**(4): p. 262-3.
57. Perez-Escamilla, R., et al., *Breastfeeding and the nutritional transition in the Latin American and Caribbean Region: a success story?* Cadernos de Saude Publica, 2003. **19** Suppl 1(11): p. S119-27.
58. Armar-Klemesu, M., et al., *Poor maternal schooling is the main constraint to good child care practices in Accra*. Journal of Nutrition, 2000. **130**(6): p. 1597-607.
59. Martin-Prevel, Y., et al., *Decreased attendance at routine health activities mediates deterioration in nutritional status of young African children under worsening socioeconomic conditions*. International Journal of Epidemiology, 2001. **30**(3): p. 493-500.
60. Schellenberg, J.A., et al., *Inequities among the very poor: health care for children in rural southern Tanzania.[see comment]*. Lancet, 2003. **361**(9357): p. 561-6.
61. Castro-Martin, T. and F. Juarez, *The impact of Women's education on fertility in Latin America: searching for explanations*. International Family Planning Perspectives, 1995. **21**(2): p. 52-57.
62. Kuate Defo, B., *Effects of infant feeding practices and birth spacing on infant and child survival: a reassessment from retrospective and prospective data*. Journal of Biosocial Science, 1997. **29**(3): p. 303-26.
63. Feldman, P.J., et al., *Maternal social support predicts birth weight and fetal growth in human pregnancy*. Psychosomatic Medicine, 2000. **62**(5): p. 715-25.
64. Frost, M.B., R. Forste, and D.W. Haas, *Maternal education and child nutrition status in Bolivia: finding the links*. Social Science & Medicine, 2005. **60**: p. 395-407.
65. Aye, M., F. Champagne, and A.P. Contandriopoulos, *Economic role of solidarity and social capital in accessing modern health care services in the Ivory Coast*. Social Science & Medicine, 2002. **55**(1929-1946).

66. Engle, P., P. Menon, and L. Haddad, *Care and Nutrition: Concepts and measurement*. World Development, 1999. **27**(8): p. 1309-1337.
67. Delisle, H., *La securite alimentaire, ses liens avec la nutrition et la sante*. Revue Canadienne d'Etudes du Developpement, 1998. **23**: p. 307-329.
68. Tarini, A., et al., [*The overall nutritional quality of the diet is reflected in the growth of Nigerian children*] *The deterioration in children's nutritional status in rural Chad: the effect of mothers' influence on feeding*. Santé, 1999. **9**(1): p. 23-31.
69. Kaiser, L.L., et al., *Food security and nutritional outcomes of preschool-age Mexican-American children*. Journal of the American Dietetic Association, 2002. **102**(7): p. 924-9.
70. Frongillo, E.A., Jr., *Validation of measures of food insecurity and hunger*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 506S-509S.
71. Matheson, D.M., A. Varady, and J.D. Killen, *Household food security and nutritional status of Hispanic children in the fifth grade*. American Journal of Clinical Nutrition, 2002. **76**: p. 210-217.
72. Cook, J., et al., *Food Insecurity Is Associated with Adverse Health Outcomes among Human Infants and Toddlers*. Journal of Nutrition, 2004. **134**: p. 1432-1438.
73. Olson, C.M., *Nutrition and health outcomes associated with food insecurity and hunger*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 521S-524S.
74. Vozoris, N.T. and V.S. Tarasuk, *Household food insufficiency is associated with poorer health*. Journal of Nutrition, 2003. **133**(1): p. 120-6.
75. Rahman, A., et al., *Mothers' mental health and infant growth: a case-control study from Rawalpindi, Pakistan*. Child Care Health Devevelopment, 2004. **30**(1): p. 21-7.
76. Black, R.E., S.S. Morris, and J. Bryce, *Where and why are 10 million children dying every year?* Lancet, 2003. **361**: p. 2226-34.
77. Checkley, W., et al., *Effect of water and sanitation on childhood health in a poor Peruvian peri-urban community*. Lancet, 2004. **363**(9403): p. 112-8.
78. Merchant, A.T., et al., *Water and sanitation associated with improved child growth*. European Journal of Clinical Nutrition, 2003. **57**(12): p. 1562-8.

79. Qian, Z., et al., *Exposure-response relationships between lifetime exposure to residential coal smoke and respiratory symptoms and illnesses in Chinese children*. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 2004. **14 Suppl 1**: p. S78-84.
80. Mulder, E.J.H., et al., *Prenatal maternal stress: effects on pregnancy and the (unborn) child*. Early Human Development, 2002. **70**: p. 3-14.
81. Engle, P.L., M. Bentley, and G. Pelto, *The role of care in nutrition programmes: current research and a research agenda*. Proceedings Nutrition Society, 2000. **59(1)**: p. 25-35.
82. Brugha, R., J.P. Kenavy, and A.V. Swam, *An investigation of the role of fathers in immunization uptake*. International Journal of Epidemiology, 1996. **25(4)**: p. 840-845.
83. Carter, M., *Husbands and maternal health matters in rural Guatemala: wives' reports on their spouses' involvement in pregnancy and birth*. Social Science & Medicine, 2002. **55**: p. 437-450.
84. Johnson, F.C. and B.L. Rogers, *Children's nutritional status in female-headed households in the Dominican Republic*. Social Science & Medicine, 1993. **37(11)**: p. 1293-301.
85. Engle, P.L., *Influences of mothers' and fathers' income on children's nutritional status in Guatemala*. Social Science & Medicine, 1993. **37(11)**: p. 1303-12.
86. de Villiers, A. and M. Senekal, *Determinants of growth failure in 12-24-month-old children in a high-density urban slum community in East London, South Africa*. European Journal of Clinical Nutrition, 2002. **56(12)**: p. 1231-41.
87. Baker-Henningham, H., et al., *Mothers of undernourished Jamaican children have poorer psychosocial functioning and this is associated with stimulation provided in the home*. European Journal of Clinical Nutrition, 2003. **57(6)**: p. 786-92.
88. Kramer, M.S., *Socio-economic determinants of IntraUterine growth retardation*. European Journal of Clinical Nutrition, 1998. **52(Suppl 1)**: p. s29-32.
89. Ruel, M. and M. Arimond, *Measuring Childcare practices*. 2003, International Food Policy Research Institute: Washington, DC.
90. Kramer, M.S., et al., *Infant growth and health outcomes associated with 3 compared with 6 mo of exclusive breastfeeding*. American Journal of Clinical Nutrition, 2003. **78(2)**: p. 291-5.
91. Molbak, K., et al., *Is malnutrition associated with prolonged breastfeeding?* International Journal of Epidemiology, 1997. **26(2)**: p. 458-9.

92. Dewey, K.G., *Cross-cultural patterns of growth and nutritional status of breast-fed infants*. American Journal of Clinical Nutrition. 67(1), 1998. 67(1): p. 10-7, 1998 Jan.
93. Kramer, M.S. and R. Kakuma, *Optimal duration of exclusive breastfeeding*. Cochrane Database Systematic Review, 2002(1): p. CD003517.
94. Arifeen, S., et al., *Exclusive breastfeeding reduces acute respiratory infection and diarrhea deaths among infants in Dhaka slums*. Pediatrics, 2001. 108(4): p. E67.
95. Dewey, K.G. and K.H. Brown, *Update on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and implications for intervention programs*. Food Nutrition Bulletin, 2003. 24(1): p. 5-28.
96. Leon-Cavas, N., et al., *Quantifying the benefits of breastfeeding: A summary of the evidence*. 2002, Panamerican Health Organization: Washington, DC.
97. Marquis, G.S., et al., *Breast milk or animal-product foods improve linear growth of Peruvian toddlers consuming marginal diets*. American Journal of Clinical Nutrition, 1997. 66(5): p. 1102-9.
98. Marquis, G.S., et al., *Association of breastfeeding and stunting in Peruvian toddlers: an example of reverse causality*. International Journal of Epidemiology, 1997. 26(2): p. 349-56.
99. Piwoz, E.G., et al., *Feeding practices and growth among low-income Peruvian infants: a comparison of internationally-recommended definitions*. International Journal of Epidemiology, 1996. 25(1): p. 103-14.
100. Martin, R.M., *Commentary: does breastfeeding for longer cause children to be shorter?* International Journal of Epidemiology, 2001. 30(3): p. 481-4.
101. Arimond, M. and M.T. Ruel, *Dietary Diversity Is Associated with Child Nutritional Status: Evidence from 11 Demographic and Health Surveys*. Journal of Nutrition, 2004. 134: p. 2579-2585.
102. Ruel, M.T., *Operationalizing dietary diversity: a review of measurement issues and research priorities*. Journal of Nutrition, 2003. 133(11 Suppl 2): p. 3911S-3926S.
103. Ruel, M.T., *Is dietary diversity an indicator of food security or dietary quality? A review of measurement issues and research needs*. Food Nutrition Bulletin, 2003. 24(2): p. 231-2.
104. Allen, L.H., *Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future*. Journal of Nutrition, 2003. 133(11 Suppl 2): p. 3875S-3878S.

105. Ruel, M.T., J.P. Habicht, and C. Olson, *Impact of a clinic-based growth monitoring programme on maternal nutrition knowledge in Lesotho*. International Journal of Epidemiology, 1992. **21**(1): p. 59-65.
106. Gerein, N.M. and D.A. Ross, *Is growth monitoring worthwhile? An evaluation of its use in three child health programmes in Zaire*. Social Science & Medicine, 1991. **32**(6): p. 667-675.
107. Molineaux, L. and G. Gramiccia, *The Garki Project*, ed. W.H. Organization. 1980, Geneve.
108. Rowland, M.G., S.G. Rowland, and T.J. Cole, *Impact of infection on the growth of children from 0 to 2 years in an urban West African community*. American Journal of Clinical Nutrition, 1988. **47**(1): p. 134-8.
109. Lartey, A., et al., *Predictors of growth from 1 to 18 months among breast-fed Ghanaian infants*. European Journal of Clinical Nutrition, 2000. **54**(1): p. 41-9.
110. Oberhelman, R.A., et al., *Correlations between intestinal parasitosis, physical growth, and psychomotor development among infants and children from rural Nicaragua*. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1998. **58**(4): p. 470-5.
111. Stephensen, C.B., *Burden of infection on growth failure*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 534S-538S.
112. Crompton, D.W.T. and M.C. Nesheim, *Nutritional impact of intestinal helminthiasis during the human life cycle*. Annual Review of Nutrition, 2002. **22**: p. 35-59.
113. el Samani, E.F., W.C. Willett, and J.H. Ware, *Association of malnutrition and diarrhea in children aged under five years. A prospective follow-up study in a rural Sudanese community*. American Journal of Epidemiology, 1988. **128**(1): p. 93-105.
114. Dominguez Vazquez, A. and A. Alzate Sanchez, *[Nutritional status in children under 6 years of age and its association with malaria and parasitic intestinal diseases in Cordoba, Buenaventura, Colombia]*. Boletin Chileno de Parasitologia, 1988. **43**(1-2): p. 3-10.
115. Rowland, M.G., T.J. Cole, and R.G. Whitehead, *A quantitative study into the role of infection in determining nutritional status in Gambian village children*. British Journal of Nutrition, 1977. **37**(3): p. 441-50.
116. Beisel, W.R., *Synergism and antagonism of parasitic disease and malnutrition*. Review of Infections Disease, 1982. **4**: p. 746-750.

117. Bedoya, L.M., "*Concepciones de las parteras negras sobre el embarazo, parto y puerperio, y cuidados del recién nacido en el casco urbano de Guapi.*", in *Antropología*. 2001, Universidad del Cauca: Popayan, Colombia.
118. Bellon Saameno, J.A., et al., [*Validity and reliability of the Duke-UNC-11 questionnaire of functional social support*]. *Atencion Primaria*, 1996. **18**(4): p. 153-6, 158-63.
119. Lorenzana, P.A. and D. Sanjur, *Abbreviated measures of food sufficiency validly estimate the food security level of poor households: measuring household food security*. *Journal of Nutrition*, 1999. **129**(3): p. 687-92.
120. Scrimshaw, S.C.M. and E. Hurtado, *Rapid Assesment procedure for nutrition and primary health care. Antropological approaches to improving programme effectiveness*, ed. U.N. University. 1987, Tokyo.
121. Alvarado, B.E., et al., *Estudio de prevalencia de desnutrición en niños afro colombianos: Creencias y practicas de alimentación, y su relación con el estado nutricional*. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 2004. **In press**.
122. Chandramohan, D., *Use of Clinical algorithms for diagnosing malaria*. *Tropical Medicine and International Health*, 2002. **7**: p. 45-52.
123. CDC, *EPI-INFO: Software for Public Health*. 2000, Center for Disease and Prevention.
124. Snijders, T.A.B. and R. Bosker, *Multilevel Analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. 1999, London: SAGE publications Ltd.
125. Morris, S.S., et al., *Measuring the burden of common morbidities: sampling disease experience versus continuous surveillance*. *American Journal of Epidemiology*, 1998. **147**(11): p. 1087-92.
126. Alvarado, B.E. *Algoritmo Clinico de malaria y neumonia en ninos menores de 5 anos en Guapi, Costa Pacifica Caucana*. in *Biomedica*. 2003. Cali, Colombia.
127. Minota, Y., *Validacion de un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de alimentos en Buenaventura. Costa Pacifica Colombiana.*, in *Escuela de Salud Publica*. 2000, Universidad del Valle: Cali.
128. Ntab, B., et al., *A young child feeding index is not associated with either height-for-age or height velocity in rural Senegalese children*. *Journal of Nutrition*, 2005. **135**: p. 457-464.
129. Lorenzana, P.A. and C. Mercado, *Measuring household food security in poor Venezuelan households*. *Public Health Nutrition*, 2002. **5**(6A): p. 851-7.

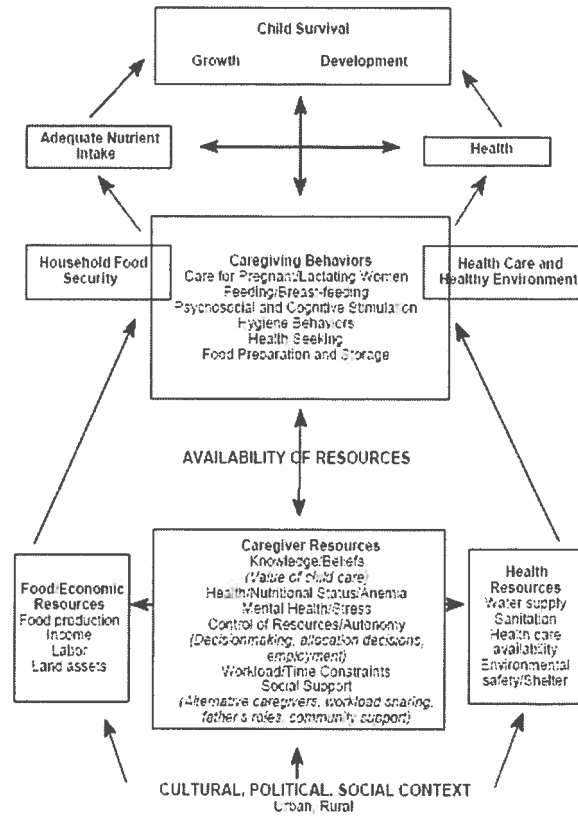
130. Alvarado, B.E., M.V. Zunzunegui, and H. Delisle, [Validation of food security and social support scales in an Afro-Colombian community: application on a prevalence study of nutritional status in children aged 6 to 18 months]. *Cadernos de Saude Publica*, 2005. **in press**.
131. Broadhead, W.E., et al., *The Duke-UNC Functional Social Support Questionnaire. Measurement of social support in family medicine patients*. *Med Care*, 1988. **26**(7): p. 709-23.
132. ISQ, *Longitudinal Study of Child Development in Quebec*. Volume I, ed. I.d.I.S.d. Quebec. 2000, Quebec: Institut de la Statistique de Quebec.
133. Alvarado, B.E., M.V. Zunzunegui, and H. Delisle, *Validación de escalas de seguridad alimentaria y de apoyo social en una población Afro-Colombiana: Aplicación en el estudio de prevalencia del estado nutricional en niños de 6 a 18 meses*. *Cadernos de Saude Publica*, 2004. **in press**
134. Victora, C., et al., *The role of Conceptual framework in epidemiological analysis: A hierarchical approach*. *International Journal of Epidemiology*, 1997. **26**(1): p. 224-227.
135. Emberson, J.R., et al., *Social class differences in coronary heart disease in middle-aged British men: implications for prevention*. *International Journal of Epidemiology*, 2004. **33**: p. 289-296.
136. Seeman, T.E., et al., *Cumulative biological risk and socio-economic differences in mortality: MacArthur studies of successful aging*. *Social Science & Medicine*, 2004. **58**(10): p. 1985-97.
137. Ditlevsen, S., et al., *The mediation proportion. A structural equation approach for estimating the proportion of exposure effect on outcome explained by an intermediate variable*. *Epidemiology*, 2005. **16**(1): p. 114-120.
138. Arifeen, S.E., et al., *Determinants of infant growth in the slums of Dhaka: size and maturity at birth, breastfeeding and morbidity*. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2001. **55**(3): p. 167-78.
139. Wagstaff, A., et al., *Child health: reaching the poor*. *American Journal of Public Health*, 2004. **94**(5): p. 726-36.
140. Anderson, A.K., et al., *Social Capital, Acculturation, and Breastfeeding Initiation Among Puerto Rican Women in the United States*. *Journal of Human Lactation*, 2004. **20**(1): p. 39-45.

141. Alvarado, B.E. and L.R. Vasquez, *Determinantes sociales, prevalencia y consecuencias del parasitismo intestinal en poblacion lactante en Guapi*. Biomedica, 2003. **23**: p. 84.
142. Beisel, W.R., *Magnitude of the host nutritional responses to infection*. American Journal of Clinical Nutrition, 1977. **30**(8): p. 1236-47.
143. Maleta, K., et al., *Seasonality of growth and the relationship between weight and height gain in children under three years of age in rural Malawi*. Acta Paediatrica, 2003. **92**(4): p. 491-7.
144. Mahmud, H., et al., *Impact of breastfeeding on Giardia lamblia infections in Bilbeis, Egypt*. American Journal of Tropical Medicine & Hygiene, 2001. **65**: p. 257-260.
145. Boyle, M.H. and J.D. Willms, *Multilevel modelling of hierarchical data in developmental studies*. Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines, 2001. **42**(1): p. 141-62.
146. Raudenbush, S.W., *Comparing personal trajectories and drawing causal inferences from longitudinal data*. Annual Review of Psychology, 2001. **52**: p. 501-25.
147. Rose, D., *Economic determinants and dietary consequences of food insecurity in the United States*. Journal of Nutrition, 1999. **129**(2S Suppl): p. 517S-520S.
148. UNICAMP, *Relatorio Tecnico. Versao preliminar. Acompanhamento e avaliacao da Seguranca Alimentar des familias brasileiras: validacao de metodologia e de instrumento de colecta de informacao Urbano/Rural*. 2004, Universidad Estadual de Campinas; Faculdade de Ciencias Medicas; Departamneto de Medicina Preventiva et Social.
149. Singh-Manoux, A., P. Clarke, and M. Marmot, *Multiple measures of socio-economic position and psychosocial health: proximal and distal measures*. International Journal of Epidemiology, 2002. **31**(6): p. 1192-9.
150. Sacker, A., et al., *Dimensions of social inequality in the health of women in England: occupational, material and behavioral pathways*. Social Science & Medicine, 2001. **52**(5): p. 763-81.
151. Marmot, M., et al., *Social Inequalities in health: next questions and converging evidence*. Social Science & Medicine, 1997. **44**(6): p. 901-910.
152. Onyango, A., K.G. Koski, and K.L. Tucker, *Food diversity versus breastfeeding choice in determining anthropometric status in rural Kenyan toddlers*. International Journal of Epidemiology, 1998. **27**(3): p. 484-9.



153. Hatloy, A., et al., *Food variety, socioeconomic status and nutritional status in urban and rural areas in Koutiala (Mali)*. Public Health Nutrition, 2000. **3**(1): p. 57-65.
154. Weitkunat, R. and M. Wildner, *Explanatory causal modeling in epidemiology: are all factors created equal?* Journal of Clinical Epidemiology, 2002. **55**(436-444).
155. Lynch, J., et al., *Do cardiovascular risk factors explain the relation between socioeconomic status, risk of all-cause mortality, cardiovascular mortality and acute myocardial infarction?* American Journal of Epidemiology, 1996. **144**: p. 934-942.
156. Berkman, L.F., *Introduction: Seeing the forest and the trees- From observation to experiments in Social Epidemiology*. Epidemiologic Reviews, 2004. **26**: p. 2-6.
157. Kaufman, J.S., S. Kaufman, and C. Poole, *Causal inference from randomized trials in social epidemiology*. Social Science & Medicine, 2003. **57**(12): p. 2397-409.
158. Manor, O., S. Matthews, and C. Power, *Health selection: the role of inter- and intra-generational mobility on social inequalities in health*. Social Science & Medicine, 2003. **57**: p. 2217-2227.
159. Ducimetiere, P., *Epidemiologie et Sante Publique. Poursuivre l'effort de clarification*. Revue d'Epidemiologie et de Sante Publique, 1999. **47**: p. 105-108.

### Annexe 1 Cadre conceptuel d'UNICEF



## Annexe 2. Questionnaire général

### Proyecto Epidemiología del Crecimiento Infantil en la Costa Pacífica Caucana, Guapi

Código

Beatriz Eugenia Alvarado  
Universidad del Cauca  
Universidad de Montréal

### Cuestionario General

#### Hoja de Contacto

#### Section A. Identificación

a1. Fecha de la visita    \_\_\_\_  \_\_\_\_  \_\_\_\_  
                                  día   mes   año

a2. Nombre y apellido de la madre \_\_\_\_\_

a3. Nombre y apellido de la persona encuestada \_\_\_\_\_

a4. Nombre y apellido del niño (a) \_\_\_\_\_

a5. Barrio \_\_\_\_\_

a6. Resultado de la entrevista a la madre

1. Completa	
2. Rechazo	
3. Ausente momentáneo	
4. Ausente no recuperable	
5. Otro:	

Hora de inicio de la entrevista \_\_\_\_\_ Hora de finalización de la entrevista \_\_\_\_\_

Medidas	1b	2b	1	2
1. Talla de la madre				
2. Peso de la madre				
4. Talla del niño				
	1	2	3	
5. Peso del niño				

Encuestador: \_\_\_\_\_

Seccion B. Características Sociodemográficas					
<b>B1.</b> En que mes y en que año nació Usted día _____ mes _____ año _____			<b>B2.</b> Cuantos años cumplidos tiene? _____ años		
<b>B3.</b> Actualmente Usted asiste al colegio, escuela o universidad?			<b>B4.</b> Cual fue el ultimo año de estudios que Usted aprobó?		
1.	Si		1.	Ninguno	_____ años
2.	No		2.	Primaria	_____ años
			3.	Secundaria	_____ años
			4.	Universidad	_____ años
<b>B5.</b> Puede Usted leer una carta o periódico facilmente?			<b>B6.</b> En que se ocupó la mayor parte del tiempo la semana pasada?		
1.	Facilmente		1.	Trabajo	5. Busco trabajo
2.	Con dificultad		2.	Estudio	6. Otro
3.	Imposible		3.	Oficios del hogar	7. No sabe
			4.	Pensionada	
<b>Trabajo actual</b>			<b>Trabajo en los últimos 12 meses</b>		
<b>B7.</b> Además del trabajo de hogar Usted esta actualmente trabajando?			<b>B13.</b> Usted ha trabajado en los ultimos 12 meses?		
1.	Si	<i>Siga a B8</i>	1.	Si	
2.	No	<i>Pase a B13</i>	2.	No	<i>Pase a la otra página</i>
<b>B8.</b> Que clase de trabajo hace? _____			<b>B14.</b> Que clase de trabajo hacia? _____		
<b>B9.</b> Cuantas horas al día trabaja? _____ Horas			<b>B15.</b> Cuantas horas al día trabajaba? _____ Horas		
<b>B10.</b> En el trabajo que usted realiza, a Usted le pagan en:			<b>B16.</b> En el trabajo que realizo le pagaban en:		
1.	Solo dinero		1.	Solo dinero	
2.	Dinero y especie		2.	Dinero y especie	
3.	Solo en especie		3.	Solo en especie	
4.	No le pagan		4.	No le pagan	
<b>B11.</b> A cuanto asciende el dinero que usted se gana mensualmente? _____ Pesos			<b>B17.</b> A cuanto asciende el dinero que usted se ganará mensualmente? _____ Pesos		
<b>B12.</b> Cuantos de los gastos del hogar en la compra de alimentos se pagan con lo que Usted se gana?			<b>B18.</b> Cuantos de los gastos en la compra de alimentos se pagan con lo que Usted ganará?		
1.	Casi nada		1.	Casi nada	
2.	Menos de la mitad		2.	Menos de la mitad	
3.	La mitad		3.	La mitad	
4.	Más de la mitad		4.	Más de la mitad	
5.	Todo		5.	Todo	

Seccion B. Características Sociodemográficas					
B19. Cuál es su estado conyugal ahora?			B20. Actualmente usted vive con su compañero o su marido?		
1.	Casada	4.	Viuda <i>pase a C1</i>	1	Si
2.	Unida	5.	Soltera <i>pase a C1</i>	2	No
3.	Separada	6.	No sabe		
B21. Actualmente asiste El al colegio, escuela o universidad?			B22. Cual fue el ultimo año de estudios que El aprobó?		
1.	Si	1.	Ninguno		
2.	No	2.	Primaria		años
		3.	Secundaria		años
		4.	Universidad		años
B23. Puede, El, leer una carta o periódico fácilmente?			B24. En que se ocupó El la mayor parte del tiempo la semana pasada?		
1.	Facilmente	1.	Trabajo	5.	Busco trabajo
2.	Con dificultad	2.	Estudio	6.	Otro
3.	Imposible	3.	Oficios del hogar	7.	No sabe
		4.	Pensionada		
<b>Trabajo actual</b>			<b>Trabajo en los últimos 12 meses</b>		
B25. Su compañero o marido esta actualmente trabajando?			B31. Su compañero o marido ha trabajado en los últimos 12 meses?		
1.	Si	<i>Siga a B26</i>	1.	Si	
2.	No	<i>Pase a B31</i>	2.	No	<i>Pase a C1</i>
B26. Que clase de trabajo hace?			B32. Que clase de trabajo hacia?		
_____			_____		
B27. Cuanntas horas al dia trabaja?			B33. Cuántas horas al dia trabajaba?		
_____ Horas			_____ Horas		
B28. En el trabajo que El realiza, a El le pagan en :			B34. En el trabajo que realizó le pagaban en:		
1.	Solo dinero	1.	Solo dinero		
2.	Dinero y especie	2.	Dinero y especie		
3.	Solo en especie	3.	Solo en especie		
4.	No le pagan	4.	No le pagan		
B29. A cuanto asciende el dinero que El se gana mensualmente?			B35. A cuanto asciende el dinero que El se ganaba mensualmente?		
_____ Pesos			_____ Pesos		
B30. Cuantos de los gastos del hogar en la compra de alimentos se pagan con lo que El se gana?			B36. Cuántos de los gastos en la compra de alimentos se pagan con lo que El ganaba?		
1.	Casi nada	1.	Casi nada		
2.	Menos de la mitad	2.	Menos de la mitad		
3.	La mitad	3.	La mitad		
4.	Más de la mitad	4.	Más de la mitad		
5.	Todo	5.	Todo		

Sección C. Condiciones de la vivienda y Estructura familiar							
C1. Cual es la principal fuente de abastecimiento de agua que utilizan las personas de esta casa para lavarse las manos y lavar los platos?				C2. Cuanto tiempo se gasta en ir allá y volver?  _____ minutos			
1.	Red pública	4.	Río, cequia				
2.	Pila pública	5.	Camión o Tanque aguatero				
3.	Pozo o aljibe	6.	Agua lluvia				
C3. Cual es la principal fuente de abastecimiento de agua para beber?				C4. Con que clase de sanitario cuenta el hogar?			
1.	Red pública	5.	Camión o Tanque aguatero	1.	Inodoro conectado a acueducto		
2.	Pila pública	6.	Agua lluvia	2.	Inodoro conectado a pozo séptico		
3.	Pozo o aljibe			3.	Letrina		
4.	Río, cequia			4.	No tiene		
C5. Cual es el combustible que utiliza para cocinar?				C6. Tiene en su casa?			
1.	Gas	4.	Luz eléctrica	1.	Telefono	4.	Televisor
2.	Gasolina	5.	Leña	2.	Electricidad	5.	Nevera
3.	Cocino	6.	Carbón	3.	Radio	6.	Estufa
Ahora observe C7. Material predominante en el piso				Ahora observe C8. Material predominante de la pared			
1	Alfombra	5	Madera	1	Ladrillo		
2	Ladrillo	6	Tierra	2	Bareque		
3	Baldosa	7	otro	3	Madera		
4	Cemento	8		4	Otro		
C9. La casa donde Usted habita es				C10. Cuantos cuartos dispone la casa para dormir  _____ cuartos			
1	Alquilada						
2	Propia						
3	Pertenece a familiar						
C11. Cuantas personas viven en esta casa?  _____ personas				C12. Quien es el jefe o la jefe de hogar en esta casa?			
				1	Esposo	5	Otro familiar
				2	Ella misma	6	Amigo
				3	La madre o padre	7.	Otro
				4	Hermano-a		
C13. Hace cuanto tiempo que vive en el área urbana de Guapi?  _____ meses _____ años				C14. Donde vivia antes?			
C15. Quién tiene en la casa la última palabra en? Coloque el número correspondiente							
C15a	La salud de los niños				1	La entrevistada	
C15b	Las compras grandes del hogar (muebles, materiales de construcción, televisor)				2	El marido	
C15c	Las compras de las necesidades básicas (alimentos, ropa)				3	Ambos (esposo y entrevistada)	
C15d	Visitar la familia, amigos o parientes				4	Madre o padre entrevistada	
C15e	Qué comida cocinar cada día				5	Familiar y entrevistada	
C15f	Qué comida dar a los niños				6	Familiar y esposo	
					7	Otro familiar	



Sección E. Red social y soporte social									
<b>E1. Usted forma parte de alguna asociación o grupo comunitario?</b>					<b>E2. Cuántas veces al mes acude Usted a</b>				
1.	Si	Cual?			1	Iglesia	4	Juntas de acción local	
					2	Reunión social	5	Hogar Familiar o CAI de Bienestar	
2.	No				3	Fiestas	6	Juegos	
<b>E3. Cuántos amigos(as) tiene?</b> _____ amigos					<b>E4. Cuántos primos(as) tiene?</b> _____ primos				
A cuántos vé al menos una vez al mes? _____ mes					A cuántos vé al menos una vez al mes? _____ mes				
Cuánto tarda en llegar a casa del más cercano? _____ minutos					Cuánto tarda en llegar a casa del más cercano? _____ minutos				
<b>E5. Cuántos tíos(as) tiene?</b> _____ tíos					<b>E6. Cuántos hermanos(as) tiene?</b> _____ hermanos				
A cuántos vé al menos una vez al mes? _____ mes					A cuántos vé al menos una vez al mes? _____ mes				
Cuánto tarda en llegar a casa del más cercano? _____ minutos					Cuánto tarda en llegar a casa del más cercano? _____ minutos				
<b>E7. Hay alguna persona en especial con quien pueda Usted compartir confidencias y sentimientos, alguien en quien Usted pueda confiar?</b>					<b>E8. Cuántas veces al mes la ve?</b> _____ mes				
1	Si				Cuánto tarda en llegar a su casa? _____ minutos				
2	No	<i>Pase a E9</i>							
<b>E9. Que relación tiene con esa persona?</b>									
1	Esposo	4	Otro familiar mujer		7	Hermano	9	Amigo	
2	Hijo	5	Otro familiar hombre		8	Amiga	10	Otro	
3	Hermana	6.	Hija						
<b>E10. Cuenta con alguien que cuide su niño (a) cuando usted no está en casa?</b>					<b>E11. Quién es esta persona?</b>				
1	Si				1	Esposo	6	Amigo	
2	No	<i>Finalizar</i>			2	Hijo-hija mayor	7	Empleada	
<b>E11. Cuántos años tiene la persona que cuida su niño (a)?</b> _____ años					3	Abuela	8	Vecina	
					4	Otro pariente	9	ICBF	
					5	Institución	10	Otro	
<b>E12. Cuál fue el último año de escuela que aprobó la persona que cuida su niño (a)?</b>					<b>E13. Cuántas horas al día está al cuidado del niño?</b>				
1	Ninguno	Años			_____ Horas				
2	Primaria	Años							
3	Secundaria	Años							
4	Universidad	Años							



Sección F. Salud Materna		
<b>F1. En comparación con otras mujeres de la misma edad, como percibe su estado de salud?</b>		<b>F2. En el curso de los últimos 12 meses, ha estado alguna vez hospitalizada?</b>
1	Muy bueno	1 Si
2	Bueno	2 No
3	Regular	
4	Malo	
5	Muy malo	
<b>F3. En los últimos 12 meses, cuantas veces ha estado hospitalizada?</b> <p style="text-align: center;">_____ veces</p>		<b>F4. Cual fue la causa de la hospitalización?</b>
<b>F5. Durante el embarazo de su último niño (a) hizo Usted control prenatal?</b>		<b>F6. Cuantos controles realizó?</b> <p style="text-align: center;">_____ controles</p>
1	Si	
2	No	
<b>F7. Cuantos meses tenia de embarazo cuando comenzó los controles?</b> <p style="text-align: center;">_____ meses</p>		<b>F8. Cuantos meses de embarazo tenia cuando nació el niño (a)?</b> <p style="text-align: center;">_____ meses</p>
<b>F9. Usted esta afiliada o es beneficiaria de una entidad del sistema de Seguridad Social en salud?</b>		<b>Observaciones</b>
1	Si      Cual?	
2	No	






Seccion G. Acerca de su último niño (a)					
G1. Cuantos hijos vivos tiene Usted ?			G2. Cuantos hijos viven con Usted?		
_____ hijos			_____ hijos		
G3. Alguna vez dio a luz a un niño que nació vivo pero que murió después?			G4. Cuantos hijos han muerto?		
1	Si		_____ hijos		
2	No				
G5. Cual es la fecha de nacimiento de su último niño (a)?			G6. Cual es la fecha de nacimiento del niño (a) anterior a este?		
_____ día _____ mes _____ año			_____ día _____ mes _____ año		
G7. Como percibe el estado de salud de su último niño (a)?			G8. Cómo percibe el crecimiento de su último niño (a)?		
1	Muy bueno	4	Malo	1	Muy bueno
2	Bueno	5	Muy malo	2	Bueno
3	Regular			3	Regular
G9. Donde nació su último niño (a)?			G10. A su niño (a) lo pesaron cuando nació?		
1	Hospital	4	Casa	1	Si
2	Puesto de salud	5	Otro	2	No
3	Consultorio particular			3.	No sabe
G11. Cuanto peso al nacer?			G12. A su niño lo tallaron al nacer?		
_____ gramos			1	Si	
			2	No	Pase a G14
			3.	No sabe	Pase a G14
G13. Cuanto talló al nacer?			G14. Desde que nació, su último niño ha estado alguna vez hospitalizado?		
_____ cms			1	Si	
			2	No	Pase a G17
G15. Cuantas veces ha estado hospitalizado?			G16. Cual fue la causa de la hospitalización?		
_____ veces					
G17. Desde que nació, último niño (a) ha sufrido de enfermedades graves?			G18. Cuales enfermedades?		
1	Si				
2	No		Pase a G19		
G19. Durante la ultima semana el niño (a) ha estado enfermo?			G20. De que ha estado enfermo su niño?		
1	Si				
2	No		Pase a G 21		
G21. En las últimas 48 horas el niño (a) ha tenido fiebre?			Observaciones		
1	Si	Aplicar algoritmo			
2	No	Pasara a la siguiente pregunta			

Sección H. Prácticas de salud en su último niño (a)					
H1. El niño tiene carnet de vacunación?			H2. El niño o niña utiliza toldillo para dormir?		
1	Sí		1.	Siempre	3. A veces
2	No		2.	Casi siempre	4. Nunca
Pregunte u Observe en el Carnet		Sí	No	H3. El niño ha asistido a control de crecimiento y desarrollo?	
BCG (Brazo izquierdo)				1.	Sí <i>Pase a H4</i>
Polio 1 (gotas orales)				2.	No
Polio 2				H4. Cuántas veces ha asistido? (mirar carnet cuando sea necesario) _____ veces	
Polio 3					
HB 1 (Intramuscular)				Observaciones	
HB 2					
HB 3					
DPT 1 (Intramuscular)					
DPT 2					
DPT 3					
SARAMPION (Intramuscular 9 meses)					
TRIPLE VIRAL					

Sección I. Prácticas de Nutrición									
<b>I1.</b> Le dio pecho alguna vez a su niño?					<b>I2.</b> Desde el día de ayer a hoy ha puesto a su niño o niña al pecho?				
1	Si	<i>Pase a la pregunta de al lado</i>			1	Si	Cuántas veces? _____ veces		
2	No	<i>Pase abajo</i>			2	No	Por cuanto tiempo le dio pecho? _____ meses		
<b>I3.</b> Su niño recibe alimentos, bebidas o leche en tetero?					<b>I4.</b> Desde que edad recibe su niño o niña alimentos, leche u otras bebidas por el tetero?				
1.	Si	<i>Pase a I4</i>			_____ meses				
2.	No	<i>Pase a I5</i>							
<b>I5.</b> Cuántas veces al día recibe el niño o niña alimentos (INCLUYA LECHE DE FORMULA)					<b>I6.</b> Cuántos meses tenía su niño cuando le dio por primera vez un alimento diferente a la leche materna o leche de fórmula (NAN, KLIM, Nestogeno, S26...)?				
En la mañana				Veces		_____ meses			
En la tarde				Veces					
En la noche				Veces					
<b>I7.</b> Durante los primeros 6 meses de vida. Su niño o niña recibió					Si	No	<b>I8.</b> La primera comida, diferente a la leche de fórmula o leche materna, ofrecida a su niño antes de los 6 meses fue (UNA SOLA RESPUESTA)		
I7a. Agua							1	Coladas no fortificadas	
I7b. Bebidas azucaradas (jugos, agua con azúcar)							2	Cereales fortificados	
I7c. Leche de fórmula (NAN, KLIM, Nestogeno).							3	Alimentos sólidos	
I7d. Cereales fortificados (cerelac, nestum, nestle)							4	Sopas	
I7e. Coladas no fortificadas (plátano, maíz)							5	Bebidas no lacteas	
I7f. Leche de vaca							6	Ninguna	
I7g. Sopas									
I7h. Alimentos sólidos									
<b>I9.</b> Quien le da de comer al niño?					<b>I10.</b> Con que frecuencia le ha dado bienestarina o colombiarina en la última semana?				
1	Usted	5	Adulto fuera de casa		1	Al menos una vez al día todos los días			
2	El padre	6	En Bienestar		2	Más de dos veces por semana			
3	El hermano (a)	7	Guardería		3	Menos de dos veces por semana			
4	Un adulto en casa	8	Come solo		4	Nunca			
<b>I11.</b> En la última semana su niño (a) ha recibido algunas vitaminas?					<b>I12.</b> Cuando el niño no quiere comer, Usted que acostumbra a hacer				
1	Si				1	Juega con el	4	Cambia de comida	
2	No				2	Lo fuerza	5	Nada	
Cuales?					3	Lo estimula	6	No le presta importancia	

### Annexe 3. Registre Journalier de symptômes

Semana		Fecha	
Nombre de la madre			
Nombre del niño-a			
Barrio			

	Sano 	Fiebre 	Diarrea 	Tos 	Otra Enfermedad 
Día 1					
Día 2					
Día 3					
Día 4					
Día 5					
Día 6					
Día 7					

## Annexe 4. Guide Ethnographique

### Encuesta Ethnografica rapida

Metodo (*méthode*):

Informante (*personne entrevue*):

Fecha (*date*)

Duración de la entrevista (*durée de l'entrevue*)

Alimentos consumidos por los niños (*aliments consommés par les enfants*)

- Cuando son introducidos los alimentos sólidos a los niños. Cuales son esos alimentos? (*A quelle age sont les aliments solides introduites a la diète de l'enfant*)
- Que comidas son buenas para los niños cuando estan siendo amamantados? (*Quelles sont les aliments adéquates quand les enfants sont allaités*)
- Cuando y como son los niños destetados? (*Quand et comment sont les enfants sevrés*)
- Hay comidas especiales durante el periodo de destete? (*Y a-t-il des aliments spéciales dans la période de sevrage*)
- Hay diferencias en la formas como son alimentados las niñas y los niños? (*Y a-t-il des différences en la façon de alimenter les filles et le garçons*)
- Cuales son las funciones de la comida: crecimiento, enfermedad, prevención, fuerza...(*Quelles sont les fonctionnes de la nourriture....croissance, force, prévention*)

Alimentos consumidos cuando los niños estan enfermos (*aliments consommés quand les enfants sont malades*)

- Que comidas son restringidas a los niños durante cada una de las siguientes enfermedades : diarrea, malaria, neumonia, fiebre, malnutrición. (*Quels aliments sont restreints aux enfants durant un épisode de : malaria, infection respiratoire, diarrhée ou malnutrition*)
- Que le da Usted de comer al niño durante los episodios de estas enfermedades? (*quels aliments les enfants reçoivent dans quand ils sont éprouvent les maladies ci-haute*)
- Hay alguna relacion entre la comida y las enfermedades?...cuales son estas relaciones. (*Y a-t-il de relation entre la nourriture et les maladies. Quels sont ce type de relations*)
- Hay relación entre la dieta del niño y el crecimiento? Cuales?. (*Y a-t-il de relation entre la diète et la croissance. Quel type de relation*)

## Annexe 5.

### Summary

**Objective:** To describe maternal practices and beliefs on children feeding and their relationship with nutritional status of Afro-Colombian children aged 6 to 18 months. **Methods:** We combined ethnographic and epidemiological data. We collected information using a food frequency questionnaire. Nine focus groups and 5 deep interviews with mothers of children less than 2 years old were also performed. **Results:** Wasting was presented in 2.6% ( $< -2$  SD weight-for-length) and stunting in 9.8% ( $< -2$  SD height-for-age). Practices showed a universal onset of breastfeeding, which lasted 10 months in average, and an earlier introduction of complementary food (mean: 3 months). Introduction of complementary food after 4 months, quality of first food introduced and diversity of complementary diet were related with better nutritional status ( $p < 0.10$ ). Breastfeeding is a cultural norm, while both early complementary feeding and bottle-feeding are highly valued due to their positive effect on nutritional status and its facilitating effect on children adapting to adult-type diets. **Conclusions:** Breastfeeding practices and weaning diets explained the low percentage of malnutrition in children. Feeding practices are related with an ancestral African heritage, the adaptations that this population developed to the old slavery system, and the current socio-economic conditions. **Key words:** feeding practices, nutritional status, infants, Afro-Colombian.

## Annexe 6. Algorithme clinique

## ALGORITHMO CLINICO DE MALARIA

Servicio: Consulta externa \_\_\_\_\_ Urgencias \_\_\_\_\_ No de Historia Clínica \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Barrio \_\_\_\_\_

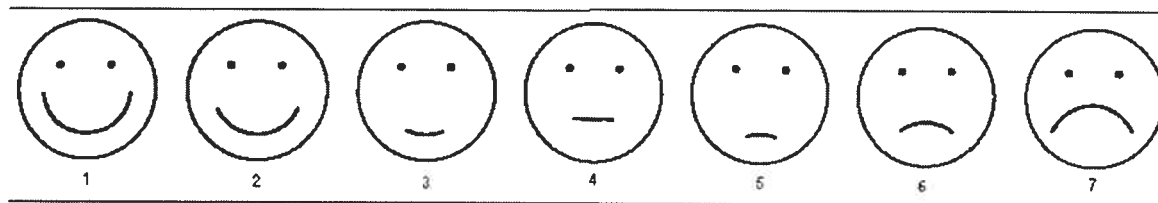
Nombre de la madre: \_\_\_\_\_

Nombre del niño: \_\_\_\_\_ Edad/fecha de nacimiento \_\_\_\_\_

1. Además de la fiebre que otros problemas de salud tiene el niño?		
2. Desde el día de ayer a hoy, su niño (a) ha tenido		
2.1	Perdida del apetito	SI NO
2.2	Más sueño de lo normal	SI NO
2.3	Escalofríos	SI NO
2.4	Tos	SI NO
2.5	Dificultad para respirar	SI NO
2.6	Respiración rápida	SI NO
3. Signos		
3.1	Se siente caliente	SI NO
3.2	Las palmas están pálidas	SI NO
3.3	Lo ha escuchado toser	SI NO
3.4	Tiene mocos en la nariz	SI NO
3.5	Tiene erupción en la piel	SI NO
3.6	Tiene dificultad para respirar	SI NO
4. Temperatura		
5. Frecuencia respiratoria		
6. Talla		
7. Peso		
8. Cual es el número de deposiciones normales al día de su niño?		
9	Desde el día de ayer a hoy el niño(a) ha hecho más deposiciones de la que acostumbra?	SI NO
10	Hay sangre o moco en las deposiciones de su niño (a)?	SI NO
11	En los últimos 15 días ha habido algún enfermo de malaria en su casa?	SI NO
12. Antes de consultar que medicamentos le ha dado a su niño?		
<i>Datos de la historia clínica</i>		
13. Frecuencia respiratoria		
14. Diagnósticos		
15. Exámenes		
16. Tratamiento		
<i>Resultado de Gota Gruesa</i>		
Parasitemia		Parasite



**Annexe 7. Echelle de Physionomie**



## Annexe 8. Questionnaire de fréquence d'aliments

### CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE ALIMENTOS.

Fecha: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Nombre de la Madre: \_\_\_\_\_

CUANTAS VECES EN LA ÚLTIMA SEMANA SU NIÑO O NIÑA HA COMIDO:

1 Agua de panela, Café negro, Té o Gaseosas, agua con azúcar	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
2 Arepa de maíz redonda, arepa plana delgada, Buñuelos o harina de trigo	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
3 Pastas cocidas	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
4 Avena	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
5 Pan, Tostadas, Pañetón, Pan de Yuca, Galletas de soda, o hojaldras	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
6 Cereales de bebé (Nestlé, Cerelac, Nestlé)	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
7 Cuchuco de maíz, Coladas de maíz, mazamorra, o envueltos de maíz.	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
8 Arroz, coladas de arroz	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
9 Arvejas cocidas, Lentejas, Garbanzos, Frijol Habichuela, Guineo	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
10. Leche en polvo, Yoghurt, Kumis, o Queso	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca

11. Pollo / Gallina Menudencias de pollo, caldo de gallina o saucocho de gallina	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
12. Huevos	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
13. Salchichón o perro, carne de res, cola de res, carne de cerdo, costilla de cerdo o chicharrón	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
15. Sardinas, atun, camarón, calamar, jaiba, cangrejos, pescado, piangua, saucocho de pescado	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
16. Hígado	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
17. Espinacas, lechuga	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
18. Pepino, ulluco, remolacha, Repollo	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
19. Tomate, zanahoria, zapallo, pimentón	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
20. Manzana, mango, papaya, piña, mandarina, naranja, guayaba, chontaduro, aguacate, zapote sandía, banana, naidi	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
21. Jugos de tomate de árbol, lulo, limonada, maracuya, naranja	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca
22. Arracacha, papa, yuca, plátano verde, plátano maduro, coladas de plátano, pepa de pan	1	Todos los días de la semana
	2	De 5 a 7 veces por semana
	3	De 2 a 4 veces por semana
	4	Menos de dos veces por semana
	5	Nunca

## Annexe 9. Instrument de sécurité alimentaire

Seccion J. Seguridad Alimentaria					
J1. Usted o alguna persona de la casa tiene finca o huerto para siembra de alimentos?			J2. Usted o alguna persona de la casa tiene finca o terreno para ganadería?		
1	Si	Que produce?	1	Si	Que ganado tiene?
2	No		2	No	
J3. En los últimos 6 meses ha faltado el dinero en el hogar para comprar los alimentos			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J4. En los últimos 6 meses, ustedes han disminuido el número usual de comidas por falta de dinero en el hogar			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J5. En los últimos 6 meses, ustedes han disminuido el número de comidas de algún ADULTO por falta de dinero en el hogar			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J6. En los últimos 6 meses, algún ADULTO come menos en la comida principal porque los alimentos no alcanzan			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J7. En los últimos 6 meses, algún ADULTO en su casa se queja de hambre por falta de alimentos			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J8. En los últimos 6 meses algún ADULTO se acuesta con hambre porque no alcanza la comida			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J9. En los últimos 6 meses, algún miembro de su familia come menos de lo que desea por falta de dinero en el hogar			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J10. En los últimos 6 meses, ustedes han disminuido el número de comidas de algún NIÑO por falta de dinero en el hogar			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J11. En los últimos 6 meses, algún NIÑO come menos en la comida principal porque los alimentos no alcanzan			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J12. En los últimos 6 meses, algún NIÑO en su casa se queja de hambre por falta de alimentos			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J13. En los últimos 6 meses, se compran menos alimentos indispensables para los NIÑOS por falta de dinero...(leche, pescado, huevos, frutas, legumbres)			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	
J14. En los últimos 6 meses algún NIÑO se acuesta con hambre porque no alcanza la comida			1	Nunca	
			2	A veces	
			3	Casi siempre	
			4	Siempre	

## Annexe 10. Instruments de soutien social

Nombre de la madre \_\_\_\_\_

Hay cosas que Usted piensa que la gente hace por Usted. Por favor contesteme las siguientes preguntas de acuerdo a como Usted se sienta.

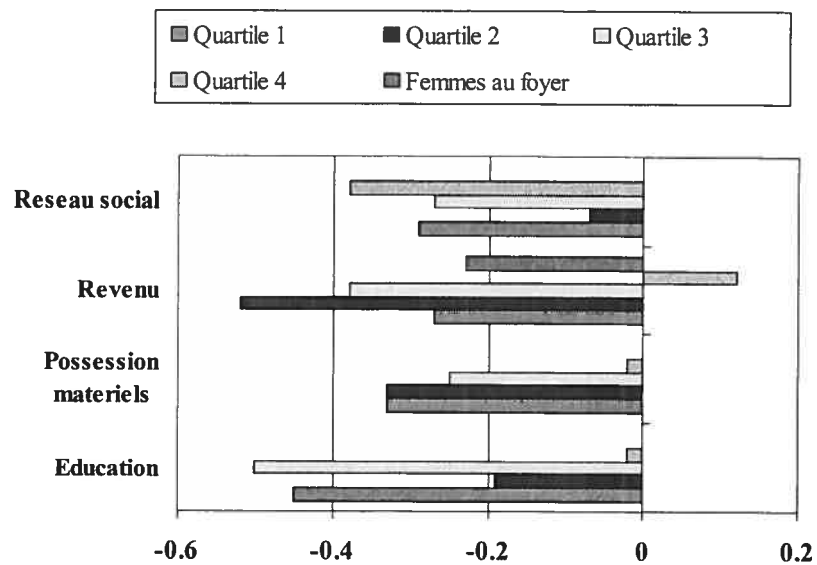
	1	2	3	4	5	6	7
Usted cuenta con personas que le ayudan en los oficios de la casa							

	1	2	3	4	5	6	7
1. Usted recibe visitas de sus amigos y familiares							
2. Usted recibe ayuda en asuntos relacionados con su casa							
3. Usted recibe elogios y reconocimiento cuando hace bien su trabajo							
4. Usted cuenta con personas que se preocupan de lo que le sucede							
5. Usted recibe amor y afecto							
6. Usted tiene posibilidad de hablar con alguien de sus problemas personales y familiares							
7. Usted tiene posibilidad de hablar con alguien de sus problemas en el trabajo o en la casa							
8. Usted tiene posibilidad de hablar con alguien de sus problemas económicos							
9. Usted recibe invitaciones para distraerse y salir con otras personas							
10. Usted Recibe consejos útiles cuando le ocurre algún acontecimiento importante en su vida							
11. Usted recibe ayuda cuando esta enferma en la cama							

Ahora voy a hacerle preguntas sobre su marido o compañero

	1	2	3	4	5	6	7
12. Su compañero le ayuda con su hijo							
13. Su compañero le ayuda en las cosas de la casa							
14. Su compañero le ayuda cuando esta cansada							
15. Su compañero le ayuda cuando tiene mucha tristeza							
16. En general su compañero la ayuda							

## Annexe 11.



Résultats de l'ajustement des moyens de poids pour taille par quartiles de position socio-économique et réseau social.

